



Comunicacions Unificades amb Elastix

Alejandro Martín Jiménez
Grau en Tecnologies de Telecomunicació

Antoni Morell Pérez

12/06/2016

A Laia, per el seu suport i ajuda incondicional.

Als meus pares per l'exemple de treball i sacrifici. En especial a la meva mare per la increbrantable fe en que això fos possible.

A tots aquells que d'alguna manera han influït per arribar fins aquí.



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Comunicacions Unificades amb Elastix</i>
Nom de l'autor:	<i>Alejandro Martin Jiménez</i>
Nom del consultor:	<i>Antoni Morell Pérez</i>
Data de lliurament :	<i>06/2016</i>
Àrea del Treball Final:	<i>Integració de xarxes telemàtiques</i>
Titulació:	<i>Grau en Tecnologies de Telecomunicació</i>

Resum del Treball:

El següent projecte està emmarcat en el paradigma de les comunicacions unificades i analitza la viabilitat en termes econòmics, operatius i de prestacions el desplegament d'una solució basada en la distribució de programari lliure Elastix per a una PIME.

Abstract:

The effectiveness of their communications largely determines the success of the company. Today, any technology Officer must make important decisions about the evolution of their systems.

Thus, the presence on the market increasingly popular new unified communications products require to consider the various options offered.

About this, is proposed to design a solution based on the free software Elastix due to the competitive corporate world offers a cost / performance very important.

This project integrates fully operational solution designed based on the requirements of an SME and evaluate performance to provide a complete overview of this product. This analysis aims to complement the decision taken by the technology responsible for driving the company.

Paraules clau (entre 4 i 8):

Comunicacions unificades, Elastix, Asterisk, VoIP

Índex

1.	Introducció.....	1
1.1	Context i justificació del Treball.....	1
1.2	Objectius del Treball.....	2
1.3	Enfocament i mètode seguit.....	2
1.4	Planificació del Treball	3
1.5	Breu sumari de productes obtinguts.....	4
1.6	Breu descripció dels altres capítols de la memòria	4
2.	El nou paradigma de les comunicacions unificades	4
2.1	Que diu el mercat?	5
2.2	Productes U.C. propietaris	7
2.2.1	Microsoft	7
2.2.2	Cisco.....	8
2.3	Elastix.....	9
2.3.1	Elastix 4.0	10
2.3.2	Característiques i funcionalitats	10
2.3.3	Llicenciamnt.....	12
2.3.4	Hardware	13
2.3.5	Suport	14
3.	Estudi de viabilitat	14
3.1	Motivació	14
3.2	Situació inicial	15
3.3	Requeriments.....	15
3.4	Aproximació a la solució.....	16
3.5	Estimació de beneficis.....	16
4.	Disseny de la solució Elastix	19
4.1	Definició dels protocols i còdecs	19
4.1.1	SIP.....	19
4.1.2	Enllaç SIP	21
4.1.3	RTP	23
4.1.4	Còdecs	24
4.1.5	WebRTC	25
4.2	Arquitectura.....	26
4.2.1	Diagrama operatiu i facilitats PBX	28
5.	Implementació.....	29
5.1	Fase 1: Instal·lació del software	29
5.2	Fase 2: Configuració bàsica Asterisk	30
5.2.1	Extensions	30
5.2.2	Ring grup	31
5.2.3	Follow me	31

5.2.4	Configuració de cues	32
5.2.5	IVR i sistema de gravació	32
5.2.6	Conferències.....	34
5.2.7	Música en espera i aparcament de trucades	34
5.2.8	Dispositius de telefonia.....	35
5.2.9	Validació	37
5.3	Fase 3: Configuració avançada PBX.....	38
5.3.1	Trunk SIP.....	38
5.3.2	Outbound route.....	39
5.3.3	Inbound route.....	40
5.4	Fase 4: Mòduls Elastix	41
5.4.1	Correu electrònic	41
5.4.2	Missatgeria instantània	42
5.4.3	Call Center.....	43
6.	Avaluació del producte	44
6.1	Qualitat.....	44
6.2	Prova de rendiment: Escalabilitat.....	49
7.	Conclusions.....	55
8.	Glossari	56
9.	Bibliografia	58
10.	Annexos	59
10.1	Annex 1. Pressupostos Elastix i Avaya	59
10.2	Annex 2. Instal·lació maquina virtual	61
10.3	Annex 3. Instal·lació Elastix	62
10.4	Annex 4. Configuracions Asterisk	65
10.5	Annex 5. Upgrade Avaya 1120	69
10.6	Annex 6. Correu electrònic.....	71
10.7	Annex 7. Configuració Openfire	72
10.8	Annex 8. Call Center	75
10.9	Annex 9. Captures Wireshark	78
10.10	Annex 10. SIPp, Sar i KSar.....	80

Llista de figures

Figura 1: Pla de treball del projecte	3
Figura 2: Magic Quadrant per C.U. de Gartner Agost 2015	7
Figura 3: Arquitectura general	16
Figura 4: Comunicació sip RFC3261	21
Figura 5: Troncal SIP	23
Figura 6: Capçalera RTP RFC3550	23
Figura 7: Arquitectura de la solució	26
Figura 8: Diagrama operatiu (Flux definit per IVR)	28
Figura 9: Dashboard Elastix 4.0 Alentop S.A.	30
Figura 10: Bloc d'extensions Alentop S.A.	31
Figura 11: Queue configurat a Elastix	32
Figura 12: Diagrama de flux de les trucades	33
Figura 13: Operació accés a conferències	34
Figura 14: Softphone X-lite extensió 201	35
Figura 15: Softphone Zoiper extensió 202	36
Figura 16: Avaya 1120 instal·lat amb Elastix.....	37
Figura 17: Extensions SIP registrades (Dashboard)	37
Figura 18: Registre de la trucada interna	38
Figura 19: Asterisk-CLI<registre SIP Trunk>.....	39
Figura 20: Troncal IP configurat (CLI)	39
Figura 21: Trucada sortint-Troncal SIP	40
Figura 22: Trucada entrant-Troncal SIP 1/2	40
Figura 23: Trucada entrant-Troncal SIP 2/2	41
Figura 24: Safata d'entrada correu electrònic.....	41
Figura 25: Instal·lació missatgeria instantània.....	42
Figura 26: Conversa i intercanvi d'arxius IM.....	43
Figura 27:Diagrama de flux Call Center	44
Figura 28: Escenari per el test de qualitat	47
Figura 29: Flux SIP trucada interna	47
Figura 30: Flux SIP trucada externa	48
Figura 31: Arquitectura escenari SIPp.....	50
Figura 32: Gràfic KSar CPU lliure.....	53
Figura 33: Estadístiques SIPp del test	54

1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

L'èxit d'una empresa sigui gran, mitjana o petita depèn de l'eficàcia de les comunicacions. Tot i així, a mesura que els entorns de treball es fan més virtuals i els treballadors més mòbils, és més difícil mantenir-se en contacte amb els grups de treball, clients o socis.

Degut també a la deslocalització dels negocis calen plataformes que permetin disposar de les mateixes eines tan si són a l'oficina com si estan desplaçats arreu del món i poder connectar-se en temps real amb garanties.

Així mateix, moltes empreses es veuen atrapades per exemple amb un parc de telefonia fixa i unes infraestructures molt cares de mantenir i tornar a invertir en un nou desplegament paralitza l'evolució cap a un sistema econòmicament sostenible.

Al mercat ja es disposa de diferents sistemes propietaris de comunicacions unificades com *Cisco*, *Avaya* o *Unify*. I encara que hi ha productes econòmicament assequibles hi ha solucions basades en programari lliure que redueixen en gran mesura el cost d'implementació i manteniment.

En concret, *Elastix* es posiciona com una solució de comunicacions unificades basada en programari lliure, que permet adaptar qualsevol PIME al nou paradigma de les comunicacions integrant valor de negoci al competitiu món corporatiu a baix cost.

Concretament, aquest projecte pretén desenvolupar una implementació real de la plataforma *Elastix* composta per una centraleta *VoIP*, un *Call Center*, correu electrònic, missatgeria instantània, bústia de veu, col·laboració i usuaris de mobilitat. Proporcionant així, una visió completa d'un entorn unificat per una PIME fictícia amb el repte de desplegar i/o migrar seus.

A més, es proveeix una avaluació del rendiment de la plataforma així com un anàlisi de la qualitat de la veu *IP*.

Altrament, la integració comptarà amb una mesura de reutilització on es garanteix que els terminals fixes de telefonia d'altres fabricants podran ser reutilitzats amb la nova plataforma evitant les despeses associades d'un nou desplegament influint directament en la reducció de costos.

De l'anàlisi del rendiment es despendran les conclusions per validar a escala funcional i de costos el model basat en programari lliure de comunicacions unificades *Elastix* com a solució per a PIMES.

1.2 Objectius del Treball

- Estudi de viabilitat per a l'empresa fictícia.
- Implementar la solució de comunicacions unificades *Elastix*. (centralita VoIP, missatgeria instantània, correu, bústia de veu, col·laboració, mobilitat, *Call Center* i *SIP trunking*).
- Integració de terminals fixes de telefonia IP propietaris (Nortel/Avaya) per garantir la reutilització del parc de client.
- Anàlisi de rendiment. (*Call Center* i mobilitat)
- Anàlisi de qualitat del sistema de veu sobre IP.

1.3 Enfocament i mètode seguit

La línia principal del treball és obtenir-ne una visió clara i experimental del procés i posada en marxa del producte *Open Source Elastix* per comunicacions unificades. Caldrà doncs, estudiar els protocols i estàndards involucrats més importants com *SIP* i *WebRTC* i també analitzar l'origen i la problemàtica de les comunicacions unificades, per exemple, estudiant articles de consultores com *Gartner*, anàlisis de fabricants, etc.

D'altra banda, basats en l'estudi de viabilitat, la instal·lació i posada en marxa es realitzarà mitjançant una prospecció d'*Elastix* tant a nivell de característiques i requeriments com de tutories i guies per la seva instal·lació i posada en marxa.

Altrament, per la configuració i arquitectura de l'escenari, (pla de numeració, gestió de trucades, facilitats, etc), es posarà en practica l'experiència adquirida professionalment com a administrador de plataformes VoIP als darrers anys tot seguint guies avançades oficials, publicacions dels desenvolupadors i casos d'èxit.

A continuació, per avaluar la qualitat es farà ús d'eines com *Wireshark* i *CommView (Tamosoft)* especialment bones per escoltes i monitoratge de trucades . D'altra banda, per l'avaluació del rendiment es farà ús de *SIPp*, un simulador de tràfic de veu basat en el protocol *SIP*. Amb els resultats i els experiments realitzats s'avaluarà la garantia i validesa de la plataforma.

Per l'anàlisi de costos es realitzarà una prospecció del mercat del hardware recomanat per *Elastix* i dels diferents programes de suport i manteniment que ofereixen per fer una proposta a un potencial client. Per l'estudi de viabilitat també es realitzarà una prospecció de la solució propietària basada en *Avaya* obtenint així una referència.

En definitiva, l'estudi de les comunicacions unificades, del mercat així com la prospecció de *Elastix* i les eines d'anàlisi permetran obtenir-ne resultats coherents garantint unes conclusions contrastades i fidels.

1.4 Planificació del Treball

TFG Implementació Comunicacions unificades - Elastix	122 dies	mié 24/02/16	vie 24/06/16	
Proposta TFG	6 dies	mié 24/02/16	mié 02/03/16	
Lliurament PAC1	7 dies	jue 03/03/16	mié 09/03/16	2
Justificació, objectius i enfoc del treball	2 dies	jue 03/03/16	vie 04/03/16	
Planificació del treball	2 dies	lun 07/03/16	mar 08/03/16	4
Resultats potencials i altres capítols	1 dia	mié 09/03/16	mié 09/03/16	
Lliurament PAC2	42 dies	jue 10/03/16	mié 20/04/16	3
Documentació del context tecnològic	4 dies	jue 10/03/16	dom 13/03/16	
Prospecció de la plataforma Elastix	4 dies	lun 14/03/16	jue 17/03/16	
Disseny solució Elastix	4 dies	vie 18/03/16	lun 21/03/16	
Anàlisi Requeriments	4 dies	mar 22/03/16	vie 25/03/16	
Arquitectura de l'entorn	4 dies	sáb 26/03/16	mar 29/03/16	
Configuració sistema operatiu	5 dies	mié 30/03/16	dom 03/04/16	
Instal·lació distribució Elastix	5 dies	lun 04/04/16	vie 08/04/16	13
Configuració PBX	7 dies	sáb 09/04/16	vie 15/04/16	14
Instal·lació terminals SIP	5 dies	sáb 16/04/16	mié 20/04/16	15
Lliurament PAC3	35 dies	jue 21/04/16	mié 25/05/16	7
Instal·lació mòduls avançats	8 dies	jue 21/04/16	jue 28/04/16	
Configuració plataforma	8 dies	vie 29/04/16	vie 06/05/16	18
Prova pilot i correcció d'errades	5 dies	sáb 07/05/16	mié 11/05/16	19
Avaluació rendiment Contact Center	4 dies	jue 12/05/16	dom 15/05/16	20
Avaluació rendiment Softphone	4 dies	lun 16/05/16	jue 19/05/16	21
Anàlisi costos	2 dies	vie 20/05/16	sáb 21/05/16	22
Proposta producte per a PYMES	2 dies	dom 22/05/16	lun 23/05/16	23
Conclusions	2 dies	mar 24/05/16	mié 25/05/16	24
Lliurament de la memòria final	18 dies	jue 26/05/16	dom 12/06/16	17
Lliurament de la presentació	7 dies	lun 13/06/16	dom 19/06/16	26
Tribunal	5 dies	lun 20/06/16	vie 24/06/16	27



Figura 1: Pla de treball del projecte

1.5 Breu sumari de productes obtinguts

Es pretén obtenir un entorn real totalment estable amb el sistema Elastix oferint centraleta *IP* per telefonia *SIP* per un petit *Call Center* i un grup d'usuaris així com usuaris mòbils, bústia de veu, correu electrònic, missatgeria instantània i col·laboració. Incloent també, l'estudi de viabilitat.

En segon terme, de l'anàlisi de rendiment i de qualitat es pretén treure un informe per mostrar les garanties de desplegar *Elastix* per a PIMES així com una línia de treball futur.

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

- **Capítol 2:** Es presenta el nou paradigma de les comunicacions unificades i el seu impacte a l'entorn corporatiu segons els analistes. S'inclou també una visió general de dues plataformes propietàries i una basada en programari lliure per definitivament escollir aquesta.
- **Capítol 3:** Mitjançant l'estudi de viabilitat es planteja el context i la motivació del desplegament de la plataforma *Elastix* així com una aproximació a la solució.
- **Capítol 4:** Es mostra el disseny que s'implementarà. En concret, el marc teòric sobre el qual està basada la solució. Selecció de protocols, anàlisi de requeriments, arquitectura, etc.
- **Capítol 5:** Desplegament. Es divideix en fases i es detalla la implementació de la solució pas a pas amb els punts més rellevants.
- **Capítol 6:** Es defineix el model d'avaluació seguit per analitzar el rendiment i s'executen les proves per obtenir els resultats.
- **Capítol 7:** Les conclusions inclouen lliçons apreses, reflexió sobre els objectius, anàlisi dels resultats obtinguts i línies de treball pel futur.

2.El nou paradigma de les comunicacions unificades

Avui dia, el mercat està inundat de noves tecnologies que canvien la nostra manera d'interactuar amb les persones i amb el món. L'àmbit corporatiu no és aliè a aquest fet i rep un fort impacte a causa d'aquestes noves eines que els treballadors cada cop fan servir amb més regularitat.

Un empleat té a l'abast dispositius com *smartphones* i *tablets* amb els quals interactuen internament i externament amb un company de feina, un client, o un col·laborador. Tot i així, no es genera necessàriament una comunicació eficaç. Un fet que ho demostra és que existeixen incompatibilitats de hardware o software entre les eines, que acaba per influenciar en el resultat de la comunicació.

A més, aquestes noves tendències tenen dos desavantatges importants com són l'administració descentralitzada i la seguretat. Aquests nous canals i eines queden fora del control de l'empresa provocant per exemple que no es tinguin garanties de seguretat i consistència a l'hora d'emmagatzemar o compartir un document. I com tampoc hi ha una administració centralitzada el mateix usuari ha de donar suport als seus dispositius disminuint les capacitats d'aquest i la productivitat/eficàcia del seu dia a dia.

Altrament, un fet important són les grans inversions que els darrers anys les companyies han realitzat en infraestructura de comunicacions, i mantenir-les també suposa una gran despesa.

Aquestes dues línies problemàtiques per a una corporació tenen un punt de convergència. Aquest punt són els sistemes de comunicacions unificades. Es poden trobar moltes definicions sobre aquest nou concepte i totes elles coincideixen en els elements principals. Com a referència citem la definició de la firma d'analistes *Forrester*:

“Comunicacions unificades (UC) és una plataforma que integra de forma intel·ligent diverses aplicacions de comunicació i col·laboració per millorar els processos de negoci. La combinació de presència i disponibilitat amb veu, vídeo, correu electrònic i missatgeria instantània fa que sigui més fàcil comunicar-se a través de la trajectòria òptima amb els empleats, clients i proveïdors, i en última instància, agilitza els processos de negoci. Tot i les moltes aplicacions relacionades amb les plataformes de comunicacions unificades es poden implementar com a autònom, la UC ofereix una interfície d'usuari comú per a aquestes aplicacions que fa que sigui més senzill perquè els empleats l'utilitzen en una plataforma integrada. Això promou un major ús d'aquestes aplicacions, millors resultats dels processos de negoci i la millora de la productivitat dels empleats.”

2.1 Que diu el mercat?

L'objectiu principal de les comunicacions unificades (UC) és millorar la productivitat de l'usuari i les activitats de negoci respecte a les comunicacions i la col·laboració entre grups de treball i/o individus.

Els productes UC poden estar compostos d'un sol proveïdor (*stand-alone*) o es poden implementar diferents aplicacions i plataformes compostes per diversos proveïdors. En alguns casos el producte (UC) es desenvolupa per estendre i/o afegir funcionalitats a les inversions en comunicació ja existents.

Segons indiquen els analistes, els sistemes UC cada vegada més són integrats i presentats en conjunt amb altres aplicacions de col·laboració de negoci i estan sent dirigits a grups d'usuaris verticals. Un exemple seria un producte que inclogués alguna xarxa social tipus *Twitter*. A l'entorn corporatiu tenim el cas de *Circuit* un producte d'*Unify*.

Una recent publicació de *Gartner* identifica la utilitat de dividir les comunicacions unificades en sis àrees de productes :

Telefonia: Aquesta àrea inclou la telefonia fixa, mòbil i *softphone*, així com l'evolució de les *PBX* i *PBX IP*.

Conferència: Aquesta àrea inclou conferències multipunt de veu (àudio), videoconferència, conferència web que inclou documents i compartir aplicacions, capacitats i diverses formes de recursos de conferència unificada.

Missatgeria: Correu electrònic, que s'ha convertit en una eina de treball indispensable, correu de veu i diversos enfocaments per a la missatgeria unificada (*UM*).

Presència i IM: La missatgeria instantània permet a les persones enviar missatges de text, entre d'altres, a persones o grups en temps real. Els serveis de presència permeten als individus veure l'estat d'altres persones i recursos.

Clients: Permeten l'accés a múltiples funcions de comunicació des d'una interfície consistent. Aquests poden prendre diferents formes, clients d'escriptori (*Fat clients*), tipus navegadors web (*Thin clients*) sobretot per a dispositius mòbils i clients especialitzats incorporats dins de les aplicacions de negoci.

Aplicacions habilitades per a les comunicacions: Segons *Gartner* "*processos de negoci habilitats per a les comunicacions (CEBP)*". Aquestes integracions milloren la precisió i la velocitat dels processos i els fluxos de treball.

Ara, davant d'aquesta revolució, les persones responsables del disseny del present i el futur tecnològic d'una organització han de prendre una decisió d'alt risc. Per això, cal tenir present certs elements a l'hora d'escollir un producte o altre. De ben segur, que el cost de desplegament i manteniment és un dels punts amb més pes a l'hora de valorar una proposta. Les solucions propietàries per molt econòmiques que puguin ser sempre tindran més cost que les basades en programari lliure.

Tot i així , hi ha altres elements importants a tenir en compte com són :

- **Experiència d'usuari:** qualitat , eficiència i productivitat.
- **Mobilitat:** Eficiència dels dispositius mòbils i d'escriptori.
- **Interoperabilitat:** Evitar l'aïllament i que el producte sigui capaç d'operar amb l'entorn de treball intern d'una companyia o extern.
- **Facilitats:** Capacitat d'integració al *Cloud* i qualsevol altre element que beneficiï el resultat final.

2.2 Productes U.C. propietaris

El següent mapa de posicionament mostra una visió global dels diferents productes propietaris al mercat:



Figura 2: Magic Quadrant per C.U. de Gartner Agost 2015

Observem que *Microsoft* i *Cisco* estan molt ben situats i és important veure que ofereixen. Dues firmes d'analistes com són *Gartner* i *Forrester* destaquen la seva presència al mercat puntualitzant els seus punts forts i més febles.

2.2.1 Microsoft

En un primer moment el producte estrella de *Microsoft* per les comunicacions unificades va ser *Lync*, però darrerament ha estat re anomenat *Skype for a Business (SfB)* amb un re disseny de la interfície d'usuari molt semblant a la del mateix *Skype* per facilitar la integració.

Segons els tríptics de *Microsoft*, *SfB 2015* ofereix una gama completa de funcionalitats UC integrant aplicacions de tipologies diferents. Una de les millores més important és la possibilitat de realitzar trucades de vídeo a través d'Internet amb usuaris de *Skype* integrant funcionalitats de col·laboració d'escriptori o gestió de reunions.

En concret, el producte més ampli de *SfB* inclou aplicacions de *Office* com *Word*, *Excel*, *Exchange*, *SharePoint*, *Yammer*, *Delve*, *Power BI* i *Dynamics*

CRM així com la gama de dispositius clients suportat i les capacitats d'aquests dispositius. És a dir, que és capaç d'integrar *SfB* amb els productes comercials d'oficina més utilitzats del món. En definitiva, ofereix missatgeria instantània, trucades d'àudio i vídeo, reunions en línia, presència i capacitats per compartir a través d'una aplicació intuïtiva.

D'altra banda, les empreses que tenen un cert número d'empleats poden obtenir un bon benefici del model que proporciona *SfB* però hi ha una limitació important com és la connexió a la xarxa de telefonia pública. Aquest fet provoca certs problemes a l'hora d'integrar-se amb determinades infraestructures de veu als clients.

És important notar que per garantir un cert benefici el nom d'empleats ha de ser significatiu. L'informe de *Forrester* "*The Total Economic Impact Of Microsoft Lync Server 2010*" parla d'una amortització important on el retorn de la inversió és produeix en un període relativament curt, però cal tenir en compte també que la despesa inicial podria no ser adequada al volum de negoci d'una mitjana empresa.

2.2.2 Cisco

El primer de la llista i millor posicionat al mercat, segons els analistes, és la gran coneguda *Cisco* que ofereix una gran varietat de productes *UC* per a tot tipus d'organitzacions.

Cisco Unified Communications Manager Business Edition és un sistema amb un únic servidor que inclou servei de missatgeria amb *Cisco Unity*, trucades amb el *Communications Manager* i serveis de mobilitat amb *Cisco Unified Mobility*. Aquest paquet es promou com una solució adaptada per PIMES d'entre 200 i 500 treballadors.

Un altre producte que ofereix *Cisco* és el *Cisco Unified Communications Manager Express*, solució per la veu (telefonía) i de missatgeria unificada per petites empreses i aplicacions per delegacions d'empreses.

A més, disposa del sistema de comunicacions intel·ligent per PIMES (*Small Business Communications System, SBCS*), el "tot en un" de *CU* per fins a 50 usuaris. Integra veu, dades, vídeo, seguretat i comunicació sense fils a una plataforma unificada amb integració d'aplicacions d'escriptori com calendaris o correu electrònic.

Com a comentari important a tenir en compte és que aquests sistemes funcionen amb diferents telèfons i dispositius en mode dual d'altres proveïdors reaprofitant així la infraestructura de client enfront d'una possible migració.

Cal notar, que escollir una *suite* de *Cisco* aporta una gran millora quan a unificació de hardware, ja que la majoria d'infraestructura de dades empresarial està composta per dispositius d'aquesta marca. Així, s'assegura

la compatibilitat en molts aspectes com passava amb *Microsoft Lync* incorporant el paquet *Office* , per exemple, àmpliament utilitzat pels usuaris.

Tornant altre cop als analistes *Gartner* i *Forrester* veiem que aquest fabricant compta amb una valoració excel·lent amb especial èmfasi en punts com l'escalabilitat, l'experiència d'usuari, la qualitat dels dispositius i les capacitats de conferència.

Com hem comentat abans, un punt diferenciador que no passa desapercebut pels analistes és l'administració unificada per xarxes de veu, vídeo i dades així com l'aprovisionament, la monitoratge en temps real, gestió de llicències i col·laboració privilegiada.

Per contra, tot i que la gestió de llicències és molt pràctica, cal tenir una gran precisió a l'hora d'avaluar les necessitats amb el fi d'evitar excessos d'inversions en capacitats que després no es fan servir.

Finalment, segons l'estudi econòmic "The total economy impact of Cisco UCS" de *Forrester* una implantació d'aquestes suites ofereix una millora a la producció d'entre el 30 i el 50 % i d'una mitja d'un 40% d'estalvi en costos econòmics.

2.3 Elastix

Les solucions propietàries anteriors compten amb preus competitius i molt flexibles però fora de l'abast de moltes empreses que no tenen capacitat d'abordar, o no ho creuen necessari, aquest tipus d'infraestructures.

Com alternativa tenim una solució *Open Source* que permet integrar *CU* a l'entorn corporatiu oferint capacitats d'operació iguals o similars a les propostes propietàries.

Elastix és un software que integra les millors eines disponibles per centraletes de veu basades en *Asterisk* amb una interfície molt usable.

També afageix el seu propi conjunt d'utilitats i permet la creació de mòduls de tercers fent que aquest sigui un paquet molt competitiu pel que fa al software disponible per telefonia de codi obert. Això, sumat a les capacitats de generació d'informes fan d'*Elastix* una opció preferent per implementar un paquet de UC.

En termes generals incorpora en una sola distribució els paquets de comunicació més utilitzats com són :

- Veu IP PBX
- Fax
- Missatgeria instantània
- Correu electrònic
- Col·laboració

La distribució implementa gran part de la seva funcionalitat sobre quatre programes clau com són *Asterisk*, *Hylafax*, *Openfire* i *Postfix*. Aquests implementen les funcionalitats de *PBX*, fax, missatgeria instantània i correu electrònic respectivament. Pel que fa al sistema operatiu és *CentOS 7*.

Elastix va ser desenvolupat per l'empresa *PaloSanto Solutions* en 2006 com una interfície per mostrar el registre de trucades a una centraleta *Asterisk* per finalment acabar estandarditzant la seva instal·lació per telefonia *IP*.

Així, *PaloSanto* decideix elaborar una solució per instal·lar *Asterisk* partint d'un sistema operatiu sobre un servidor afegint altres funcionalitats. Tot sobre llicència *GPLv2*.

Seguidament, el continu desenvolupament i les millores dels següents anys van permetre superar el milió de descàrregues i incorporar diferents socis tecnològics per col·laborar en la compatibilitat de *Elastix* amb hardware de telefonia.

Més tard, cap al 2010 es va llençar *Elastix 2.0* a més de *ElastixWorld*, un congrés de la comunitat *Elastix* a escala mundial.

2.3.1 **Elastix 4.0**

Actualment, ja està disponible la versió 4 del producte que incorpora les últimes tecnologies disponibles. Una de les més destacades és el producte "*WebRTC ready*" basat en el protocol *WebRTC* que va alliberar *Google*, i que suposa un punt d'inflexió a la manera de comunicar-nos. Aquesta nova millora facilita considerablement la integració de la veu *IP* en plataformes web que incrusten trucades de vídeo i àudio al navegador, inclús permeten rebre trucades des del lloc web, per exemple d'una corporació.

Altra novetat inclosa dins aquesta darrera versió són els còdecs *Open Source* més recents com *Opus* o *VP8* millorant així la qualitat i l'experiència d'usuari.

A més, la nova distribució està basada en el sistema operatiu *CentOS 7* que suposa un major suport per hardware, garantint un temps de vida més ampli i actualitzacions tant de la plataforma com dels seus components.

Per la seva banda, la interfície web ha estat redissenyada incorporant *HTML5* i *jQuery* millorant l'ús en dispositius mòbils o tablets.

2.3.2 **Característiques i funcionalitats**

La distribució *Elastix 4.0* disposa de les següents característiques:

- Generals:
 - Monitor de recursos del sistema
 - Parametrització de xarxa

- Control d'estat via Web
 - Control d'accés a la interfície basat en ACLs
 - Administració centralitzada d'actualitzacions
 - Suport per manteniment (Backup/Restore) via Web
 - Suport per temes o skins
 - Suport per configuració de dades generals del servidor.
- PBX:
 - Gravació de trucades
 - Bústia de veu,
 - Còdecs: *ADPCM, G.711, G.711 (A-Law & u-Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.728, G.729, GSM, iLBC* (Opcional), ets.
 - *IVR* Configurable i flexible.
 - Suport per sinterització de veu.
 - Eines de configuració per lots.
 - Cancel·lador d'eco integrat.
 - Aprovisionador de telèfons via web
 - Interfície de detecció de hardware
 - Servidor *DHCP* per assignació dinàmica de *IPs*
 - Panell d'operador basat en web.
 - Report de detalls de trucades (*CDR*)
 - Tarificació
 - Informes d'ús
 - Pla de marcat distribuïts
 - *Asterisk* en temps real
 - Centre de conferències amb sales virtuals
 - Suport per protocols *IP* i *IAX*, entre d'altres
 - Bústia de veu - a - Correu electrònic
 - Suport per interfícies analògiques *FXS/FXO(PSTN/POTS)*
 - Identificació de trucades (*Caller ID*)
 - *Trunking*
 - Rutes entrants i sortints amb configuració per coincidència de patrons de marcat.
 - Suport per *follow-me*
 - Suport per grups de captura,
 - Suport per *DISA (Direct inward System Access)*
 - Suport per *Callback*
 - Suport per interfícies tipus *bluetooth* a través de terminals mòbils
 - Configuració de proveïdors de veu *IP*.
- FAX:
 - Servidor Fax basat en *HylaFax*
 - Visor de faxes integrat amb *PDFs*.
 - Aplicació Fax-a-Correu electrònic
 - Enviament de fax des d'interfície web
 - Control d'accés per clientes de fax
 - Pot ser integrada amb *Winprint Hylafax*

- Missatgeria Instantània:
 - Servidor de missatgeria instantània basat en *OpenFire*
 - Inici de trucades des de client de missatgeria.
 - Servidor de missatgeria configurable des de Web
 - Suporta grups d'usuaris
 - Suporta connexió d'altres xarxes de missatgeria com *MSN, Yahoo Messenger, GTalk, ICQ*
 - Informe d'usuaris
 - Suport *XMPP/Jabber*
 - Suport de plugins
 - Suport *LDAP*
 - Suport a connexió server-to-server per compartir usuaris.

- Correu electrònic:
 - Servidor de correu amb suport multi domini
 - Administració centralitzada via web
 - Interfície de configuració de *Relay*
 - Client de correu basat en Web
 - Administració de llista de correu
 - Suport per quotes
 - Suport *Antispam*
 - Basat en *Postfix* per un alt volum de correus
 - Mòdul de *SMTP* remot

- Col·laboració:
 - Calendari integrat amb PBX amb suport per recordatoris de veu
 - Llibreta telefònica amb capacitat *click to call*
 - Productes CRM integrats a la interfície (*vtigerCR and SugarCRM*)
 - *Web Conference*
 - Noves característiques en el mòdul calendari.

- Extres:
 - Integració amb *A2Billing* per facturació
 - *CRM* integrat
 - Mòduls d'*Addons*

2.3.3 Llicenciamet

Elastix és una eina de codi obert distribuïda sota llicència *GPLv2* i per tant existeix la llibertat de fer-lo servir tant per ús comercial com personal, subjecte sempre a les condicions de la llicència.

Això deriva en què no hi ha un cost relacionat amb el llicenciamet o amb les seves funcionalitats. Les versions disponibles són completes i sense restriccions d'ús o característiques, així com tampoc de mòduls addicionals.

2.3.4 Hardware

La plataforma *Elastix* ofereix hardware elaborat específicament per la solució. Servidors , telèfons *IP*, *Gateways GSM* i *SIP Firewall*:

- **Servidors:**

En concret, disposa de tres models principals de servidor que es mostren a una taula comparativa:

	microUCS	miniUCS	NLX4000
Telefonia			
Ports analògics interns	-	Fins 8	Fins 8
Ports digitals interns	-	1 E1/T1/J1 o 4BRI	Fins 4 E1/T1/J1
Slots d'expansió PCI	-	1 PCIe	2 PCIe-easy swap
Extensions (SIP/IAX)	15	50	300
Trucades concurrents	4	32	120
Sistema Operatiu	Elastix 32 bits	Elastix 32 bits	Elastix 32/64
Hardware			
CPU	400 MHz	1.6 GHz	1.86 GHz Dual Core
RAM	256 MB	2 GB DDR2	4G DDR3
Disc Dur	8 GB(SD)	16GB(Compact Flash)	500 GB -2,5"
Interfície de xarxa	1 x 10/100 Mbps Ethernet	3 x Gigabit Ethernet	2 x Gigabit Ethernet
Ports USB	1	2	
Operació			
Potència nominal	3W	14W	150W fanless, PSU eficient
Voltatge d'operació	110/220v Auto switching	120/240v Auto switching	120/240v Auto switching
Característiques físiques			
Dimensions (mm)	28.3 x 165 x 95,8	56 x 181 x 163	67 x 440 x 372
Pes net (Sistema base)	0.25 Kg	0.84 Kg	4.3 Kg
Milliores opcionals			
Segona CPU	-	-	-
Segon disc dur (RAID 1 amb primer disc dur)	-	-	500 GB-2.5 "
Controladora RAID1	-	-	SI
Alimentació redundant	-	-	150W fanless, PSU eficient

A banda, ofereix el model *ELX5000 G2*, *ALX2000*, *ELX025 G3* així com terminals per la telefonia *IP* de diferents tipus, *gateways GSM* i equips de seguretat. Al lloc web www.elastix.org hi ha disponible més informació sobre aquests dispositius

2.3.5 Suport

La comunitat *Elastix* ofereix suport en les modalitats de pagament i gratuït:

- **Suport de pagament:**
 - Sota demanda: El format està basat en temps via Chat en paquets de 1,5 i 10 hores. Dins horari prèviament acordat
 - Subscripcions de suport: Existeixen tres plans de suport que van des de l'estàndard d'uns 826 dòlars anuals , el *Advanced* 1652 dòlars i el *Supreme* de 2997 dòlars. El suport és a distància amb acords de resposta , consultoria , auditories i manteniment.
- **Suport gratuït:**

Les modalitats de suport gratuït es satisfan mitjançant fòrums consultius i/o llistes de correu.

3. Estudi de viabilitat

3.1 Motivació

L'empresa Alentop S.A. és proveïdora de serveis i derivat de la seva activitat requereix la creació d'una unitat especialitzada d'atenció al client per canalitzar les consultes i incidències, és a dir, un canal de comunicació multi client.

Actualment disposen de diferents fabricants per la telefonia *IP*, el correu electrònic, missatgeria instantània, ets i volen que aquest projecte sigui el pilot per veure en producció un sistema de comunicacions unificades per valorar el desplegament a la resta de la companyia.

A la primera entrevista amb l'empresa el responsable de tecnologies de la informació ens informa que es plantegen un canvi global de l'organització cap a productes de comunicació unificada, que s'inclinen per solucions basades en programari lliure i que el projecte "atenció multi client" els ajudarà a decidir l'orientació d'aquest canvi.

A continuació es presenta l'escenari inicial d'Alentop S.A amb els requeriments demanats per al nou projecte, una aproximació de la solució (desenvolupada a posteriors capítols) i una estimació dels costos per la nova unitat d'atenció l'usuari.

3.2 Situació inicial

A les reunions mantingudes amb Alentop S.A. ens transmeten que actualment disposen de:

- Centralita de veu *IP* basada *H.323* Avaya (Nortel CS1000 E) per a la seu central i *gateways* Nortel BCM50 per seus remotes.
- Terminals telefònics fixes model Nortel 1120 i mòdul Call Pilot per bústia de veu.
- Enllaços XDSI de 2 Mbps amb 30 canals per trucades externes.
- El correu electrònic i la missatgeria instantània amb Outlook.
- No disposen de cap solució per col·laboració.

Els principals problemes que transmeten són costos de manteniment com les quotes per terminal telefònic, llicències, costos per trucades, cablatge estructurat, i tant el hardware com el software estan pròxims a arribar a la seva vida útil i/o estan descatalogats o fora de suport de fabricant.

D'altra banda, a causa de les necessitats de negoci volen desplegar una unitat d'atenció l'usuari a una nova oficina. Aquesta disposa del cablejat de xarxa fins al lloc de treball, electrònica de xarxa (1 *switch* o *hub*) i un *router* amb enllaç de fibra òptica de 100 Mb simètrics per la connectivitat amb internet i la resta de seus.

3.3 Requeriments

La unitat esta composta per 10 persones 5 de les quals són els agents que formen el *Call Center* i han de disposar de :

- Servei de veu:
 - o Centralita IP
 - o Terminals fixos : Ens transmeten que disposen d'estoc de terminals Avaya model 1120.
 - o Usuaris de Mobilitat.
 - o Facilitat *Call Center* per 5 persones.
 - Informes d'activitat.
 - Gestió de trucades.
 - o Conferència
- Missatgeria instantània i correu electrònic.
- Col·laboració
- Interoperabilitat amb altres sistemes (comunicació amb altres centraletes)
- No volen instal·lar enllaços XDSI per evitar despesa d'infraestructura.
- Costos flexibles.
- Escalabilitat
- Formació

3.4 Aproximació a la solució

Tot i que es valoren diferents solucions propietàries de fabricants com *Avaya* o *Cisco*, *Alentop S.A* vol prioritzar l'optimització de costos i es mostra interessat en solucions basades en programari lliure. En aquest sentit, la següent aproximació pretén esbossar la base sobre la qual es desenvoluparà la solució final.

La distribució recentment publicada *Elastix 4.0* presenta elements importants que s'adapten a les necessitats de client com són la interoperabilitat, escalabilitat i costos flexibles. A més, presenta gran flexibilitat a nivell de protocols fent possible compatibilitat amb plataformes propietàries.

Elastix 4.0 proporciona en definitiva centralita veu *IP (Asterisk)*, missatgeria instantània, correu electrònic, conferència i col·laboració. Com *Alentop S.A.* disposa d'estoc *Avaya*, un dels punts de la solució serà fer-los compatibles amb *Elastix* per tal de reaprofitar-los i reduir costos.

A més, per simplificar l'escenari es proposa la utilització de *Softphones* per al *Call Center* i pels usuaris de mobilitat, ja que el programari es pot instal·lar també als telèfons mòbils. També, com no volen línies *XDSI* per telefonia s'establirà un troncal *SIP* aprofitant així la línia de fibra òptica.

El següent esquema mostra una aproximació a l'arquitectura de la solució:

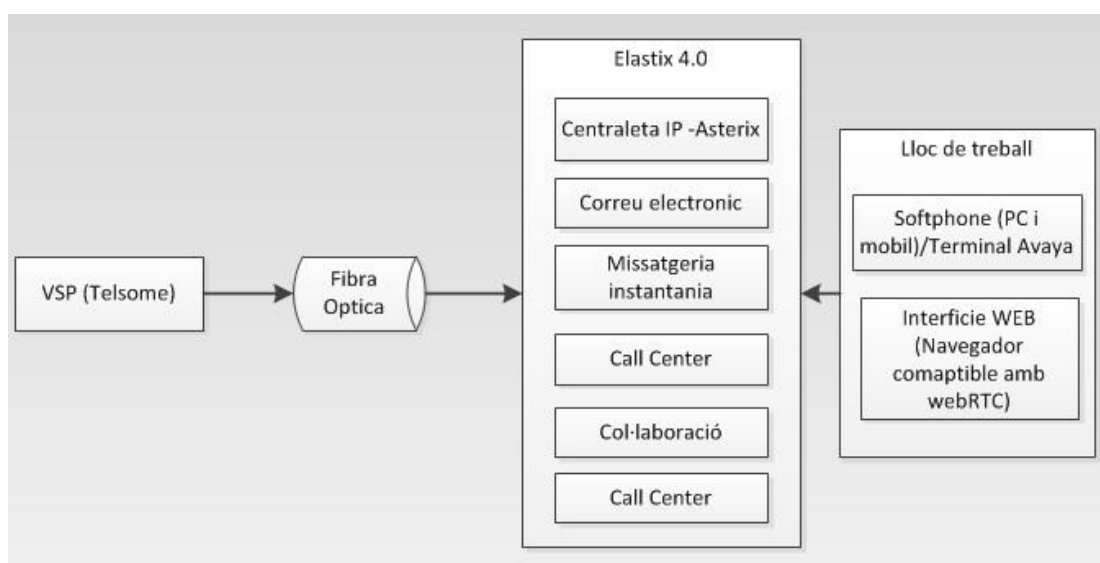


Figura 3: Arquitectura general

3.5 Estimació de beneficis

A continuació es plantegen els costos d'una plataforma de comunicacions unificades basada en *Elastix* i d'una basada en *Avaya* (plataforma actual d'*Alentop S.A.*) per veure així els beneficis.

Pressupost pel desplegament d'una solució *Elastix 4.0* amb facilitat *Call Center*.

Inclou :

- Servidor Elastix miniUCS o similar fins a 50 usuaris: (Recursos de computació)
 - o Recursos de computació:
 - CPU: 1.6 GHz
 - RAM: 2 GB DDR2
 - Disc dur: 16 GB
 - o SIP Trunk amb Telsome 10 canals simultanis i 1 número directe.
 - o Elastix 4.0
 - o Call Center - 2.2.0-16
- Serveis d'instal·lació de software, parametrització i configuració:
 - o Centralita de veu IP
 - o Correu Electrònic
 - o Missatgeria instantània
 - o Conferència
 - o Col·laboració
- Formació
- Serveis d'instal·lació i posada en marxa.
- Manteniment i suport horari 8x5x4

L'annex 1 inclou el detall del pressupost pel desplegament de la plataforma Elastix amb Call Center. A continuació es mostra el quadre resum dels costos:

Item	Descripció	Preu	Comentaris
Hardware	Servidor Elastix miniUCS o similar	589 €	
Alta e instal·lació	- Instal·lació Elastix - Call Center	750 €	350€ (Opcional)
Serveis de configuració i formació	- Configuració Plataforma UC - Formació	750 €	
VSP	- Telsome SIP trunk 10 - 1 número directe	7 €	
Quotes mensuals	- Tarificació trucades - Suport 8x5x4	180 €/mes	

Es proposa una despesa total de 1657€ dels quals 350€ són opcionals. Cal afegir també la quota mensual que suma 180€.

D'altra banda es presenta un pressupost del desplegament d'un producte UC d'Avaya similar a *Elastix* quan a prestacions. S'agafa com a referència aquest fabricant, ja que la plataforma d'Alentop S.A. està basada en els seus productes i es vol oferir la perspectiva de fer el desplegament amb l'estratègia actual (Avaya) i la de canviar a sistemes basats en programari lliure, en aquest cas *Elastix*. El pressupost inclou entre d'altres :

- Plataforma *IP OFFICE Contact Center (IPOCC)* al rack de client.
- Servidor *HP R240* per allotjar la solució de veu de la *IP Office 500*.
- Llicenciamnt per 10 extensions *IP*.

- 10 canals *SIP trunk* per funcionament de terminals IP en seus remotes.
- Llicenciament per fins a 8 agents i 1 supervisor per aplicació de *Contact Center*.
- Terminals *IP 1608* amb fonts d'alimentació.

A l'annex 1 disposa del detall del pressupost amb Avaya. En resum :

Item	Descripció	Preu	Comentaris
Hardware	- Servidors Avaya IP Office Contact Center (IPOCC), terminals i accessoris	3091,78 €	
Alta e instal·lació	- Implementació IPOCC	2044.72 €	
Llicències	- Servidors, agents i extensions	3081 €	
Suport	- Borsa de 10 hores en remot	525.53 €	
Millora garantia 1er any		1180 €	Opcional
Altres	-Extres, formació, ets	3786,02 €	

La despesa total és de 12529,05€ (més 1180 opcionals). No s'ha estimat contractació de numeració ni instal·lació , suposarem que podem agafar els mateixos valors que al pressupost d'*Elastix* amb el proveïdor *Telsome*. Aquest element no depèn necessàriament de la plataforma escollida per les comunicacions.Fent la comparativa:

Plataforma	Pressupost	Diferencial/Beneficis
Elastix 4.0 UC	1657€	10872 € d'estalvi (86%)
Avaya IP Office CC	12529,05 €	

Observem , que a priori i amb dades aproximades, s'obté un estalvi prop d'un 86 % en referència a l'ús de *Elastix* respecte *Avaya* d'on cal notar que la diferència més gran entre ambdós pressupostos està al llicenciament dels equips, qüestió inherent a aquest tipus de plataformes. La desviació també es produeix a l'adquisició de hardware, ja que la integració de plataformes tipus *Call Center* obliga a disposar d'elements addicionals que encareixen el producte.

Cal puntualitzar que existeix una limitació important i és que per polítiques de confidencialitat les empreses no ofereixen dades econòmiques. Tot i així, les dades presentades en aquest projecte estan basades en xifres reals i són especialment representatives del que es vol mostrar en aquest estudi.

En definitiva, optar per la solució *UC* basada en programari lliure *Elastix 4.0* sembla l'opció que ofereix la millor relació prestacions/preu. Aquest projecte pretén validar si efectivament aquest tipus de solucions ofereixen no solament un estalvi important sinó també garanties de qualitat i facilitats per cobrir els requeriments en aquest cas Alentop S.A.

4. Disseny de la solució Elastix

4.1 Definició dels protocols i còdecs

Una implementació d'*Elastix* com de qualsevol altre producte de comunicacions ha de seleccionar cuidadosament els protocols i còdecs per garantir la interoperabilitat, l'eficiència del sistema i evitar inconvenients d'operació al producte final.

Primerament, el sistema de veu per *IP* ofereix els protocols *SIP*, *H.323* i *IAX* així com l'*RTP* pel transport, que a *Elastix* es realitza sobre *UDP*. Així mateix és important també valorar la codificació que s'aplicarà a la veu perquè el seu transport sigui més eficient.

D'altra banda, una de les noves incorporacions a la versió 4.0 és la col·laboració amb el protocol *WebRTC* que no solament proporciona una facilitat més a la nostra solució sinó que és un punt d'inflexió al mercat de les comunicacions unificades, ja que tots els fabricants estan incloent-lo en els seus productes.

4.1.1 SIP

Com hem dit, *Elastix* ofereix una ampla gama de protocols com *H.323*, *SIP* o *IAX*. Per la seva part, *H.323* tot i ser un dels més complets i efectiu, a causa de la seva complexitat ha perdut força al mercat i no garanteix la compatibilitat amb telèfons d'altres fabricants.

Així mateix *IAX*, és un protocol creat per Mark Spencer (*Asterisk*) que soluciona problemes com el *NAT* i el pas pels tallafocs. Tot i així, mostra el mateix problema que *H.323* a l'hora de reutilitzar terminals d'altres fabricants.

Gràcies a la seva extensió i sobretot a la seva flexibilitat, se selecciona el protocol *SIP* com a solució per la senyalització de veu sobre *IP*. Com diem, és el protocol més estès i nucli de les noves generacions de les plataformes de veu per *IP*. Per tant, cal mirar en detall exactament què estem parlant.

L'estandardització *SIP* es recollida a la RFC 3261 per la *IETF*. En termes generals, *SIP* és un protocol de control de la capa d'aplicació que permet establir, modificar, i finalitzar sessions multimèdia tals com trucades de telefonia per Internet, és a dir veu per *IP*.

SIP permet també afegir participants en sessions ja establertes, el que coneixem com conferències *multicast*. Els medis com vídeo o àudio poden ser afegits o eliminats des d'una sessió ja establerta.

Les principals capacitats que proveeix aquest protocol són:

- **Localització d'usuari:** Capacitat de determinar la localització d'un usuari que participa en la comunicació a partir de paràmetres com l'adreça IP o URI.
- **Disponibilitat:** Permet a l'usuari conèixer l'accessibilitat i la disponibilitat d'un determinat usuari.
- **Capacitats d'usuari:** Permet determinar els mitjans de comunicació i els paràmetres del medi per fer servir.
- **Establiment de la sessió:** Estableix una sessió i defineix els paràmetres tant del que truca (origen) com del destinatari. Per exemple, la codificació de la veu (G.711 u-law , GSM, ets).
- **Gestió de la sessió:** Transferir i finalitzar sessions, modificació dels paràmetres de la sessió i invocació de serveis.

SIP no és un sistema de comunicacions integrat verticalment. Per ell mateix no transporta informació multimèdia sinó que estableix i gestiona les sessions. Des del punt de vista de la telefonia tradicional, com feia el conjunt de protocols anomenats *SS7* (ITU-T), s'encarrega de la senyalització de la trucada. De fet és un protocol de senyalització, no transporta el flux de dades generat per la conversa. En aquest sentit, protocols com el *Real Time Transport Protocol RTP* o *RTSP (Real-time session Protocol)* s'encarreguen del transport.

Així mateix, el protocol *SIP* es basa en el concepte petició/resposta i una de les particularitats és el format dels missatges que està basat en el protocol *HTTP*. Són un conjunt de línies de text separades entre elles per un salt de línia i es compleix tant per les peticions com per les respostes :

- Línia inicial
- Capçaleres
- Línia en blanc
- Cos del missatge

A una petició *SIP* el mètode és el paràmetre que especifica l'acció que es vol executar. Els mètodes definits a la RFC 3261 són:

Mètode	Descripció
INVITE	Inicia la sessió
ACK	Notifica que la sessió s'ha establert correctament
OPTIONS	Permet sol·licitar informació de les capacitats
BYE	Finalitza la sessió
CANCEL	Cancel·la una sessió oberta
REGISTER	Envia la informació per que l'usuari sigui registrat al servidor de registre

Així, un exemple de comunicació entre dos usuaris *SIP* de forma genèrica seria el que es presenta a la RFC 3261 on es veuen els missatges que s'intercanvien dos usuaris *SIP*:



Figura 4: Comunicació sip RFC3261

On un exemple del missatge INVITE seria:

```
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

Finalment, cal tenir en compte alguns detalls d'aquest protocol i és que tot i que *SIP* és independent de la capa de transport (compatible amb *TCP*, *UDP*, *ATM*, *X.25*, ets) ,amb la distribució *Asterisk* que inclou *Elastix*, la seva implementació està limitada a *UDP*. A més, tot i que pel nostre cas no és rellevant *SIP* mostra certes limitacions amb NAT.

4.1.2 Enllaç SIP

Un enllaç SIP, o més conegut com *Trunk* (troncal) *SIP*, és el medi de transmissió per gestionar les comunicacions o canals de telefonia. Fins ara, és el que coneixem com la connexió a la xarxa de telefonia pública (PSTN). Per exemple, una línia RTB com la que pot tenir un particular a casa seva i que proveeix del servei de telefonia amb l'exterior és el troncal d'aquest abonat.

Amb la convergència del món *IP*, les noves plataformes de centraletes (*IP-PBX*) basades en aquest protocol requereixen un sistema per gestionar les trucades amb la xarxa pública.

En aquest sentit, el protocol *SIP* ofereix gran diversitat de serveis i facilitats per la comunicació de veu sobre *IP*. Una de les més senyalades és l'enllaç *SIP*. En concret, és un servei basat en internet que permet als usuaris de veu sobre *IP* connectar trucades internes o externes amb la xarxa de telefonia tradicional. És a dir, un canal de transmissió que permet emetre i rebre trucades des de i cap a l'exterior de la nostra centralita *IP-PBX*.

Molt simplificadament, un enllaç *SIP* no es més que una connexió *IP* entre dos servidors que estableixen una sessió *SIP* per crear canals, o flux de trucades. Es poden configurar *Trunk SIP* entre dues centraletes geo separades o amb un proveïdor el qual s'encarrega de dotar aquest enllaç d'un número públic (9XXXXXXXXX) i de interconnectar-lo amb la xarxa de telefonia tradicional.

D'aquesta manera, és lògic pensar que aquests troncs substitueixen les línies tradicionals cablejades als edificis de les empreses per què en estar basat en *IP*, els troncs *SIP* aprofiten la connexió a internet. D'aquí es dedueix per tant, un gran estalvi pel que fa a infraestructures i manteniment.

Aquest servei és un dels punts forts de les comunicacions unificades, ja que impulsa l'optimització de recursos.

Tanmateix, les línies tradicionals encara tenen una gran presència a la infraestructura actual de telefonia corporativa a causa de les inversions que es van realitzar al seu moment.

Tot i així, els grans proveïdors de serveis de telecomunicacions ja han desplegat i estan explotant la *NGN* (*next generation network*) on la xarxa de telefonia commutada dona pas a les noves xarxes de veu sobre el protocol *IP*.

Convé aclarir també, que els troncs *SIP* no solament connecten amb la xarxa de telefonia pública sinó que també són utilitzats amb molta freqüència per interconnectar centraletes *IP-PBX* geo-separades per unificar-les a nivell operatiu

Així mateix, als darrers anys han proliferat companyies, anomenades *VSP* (*Voice Service Provider*), especialitzades a proveir serveis de veu sobre *IP* establint troncs *SIP* amb les centraletes privades tant de companyies com de particulars.

La següent figura mostra una visió general de l'estructura d'un tronc *SIP*.

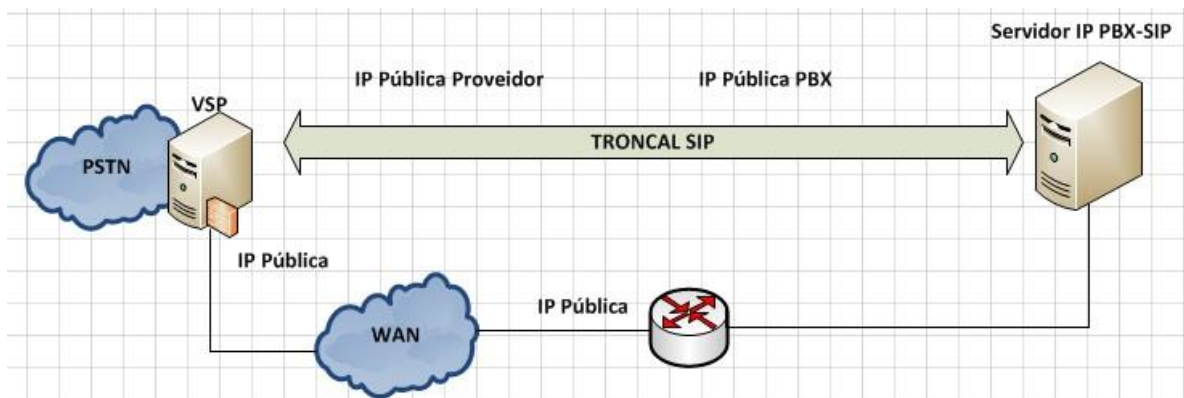


Figura 5: Troncal SIP

4.1.3 RTP

Recollit a la RFC3550 (IETF) el protocol *RTP* proveeix serveis de lliurament de dades (àudio i vídeo) extrem a extrem a una comunicació en temps real. Aquests serveis inclouen identificador de tipus de *payload*, numeració de seqüències, marques de temps i lliurament de la monitorització. Les aplicacions normalment executen *RTP* sobre *UDP* per fer ús dels serveis de multiplexació i de suma de control (*checksum*). Tots dos protocols constitueixen la funcionalitat de protocol de transport.

A més, *RTP* suporta transferència de dades a múltiples destinacions fent servir distribució *multicast* (si és proporcionat per la xarxa).

Altrament, cal tenir en compte que *RTP* per si mateix no proveeix un mecanisme que garanteixi el lliurament a temps de dades o una qualitat de servei, sinó que depèn de les capes inferiors (transport, per exemple) per fer-ho. De fet, tampoc assegura que efectivament es lliura el paquet ni tampoc que la xarxa és fiable ni que entrega els paquets de manera ordenada. Així doncs, els números de seqüència inclosos en *RTP* permeten al receptor reconstruir els paquets que li arriben de l'origen.

Mentre *RTP* està dissenyat principalment per les necessitats de conferències múltiples no es limita a aquesta aplicació sinó que és àmpliament utilitzat sobretot per la comunicació d'àudio en temps real com passa a la veu sobre *IP*. De forma il·lustrativa la següent imatge presenta el format d'una capçalera *RTP*:

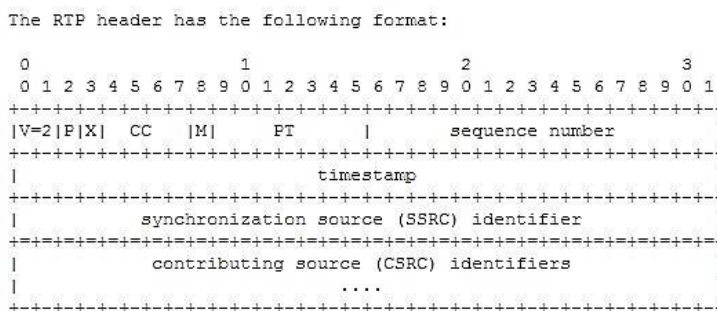


Figura 6: Capçalera RTP RFC3550

En definitiva, si imaginem una conversa telefònica, els paquets de dades que es generen poden arribar en qualsevol ordre a causa de *UDP*, cosa que faria la comunicació inintel·ligible. Per solucionar això, *RTP* envia els paquets encapsulats amb la capçalera anterior (Figura 6) que conté un número de seqüència, entre d'altres. A continuació, *UDP* crea el segment amb aquest paquet i l'envia. Al receptor, *UDP* extrau el paquet i l'aplicació desencapsula les dades contingudes a la capçalera *RTP* i el reproductor descodifica i reproduïx l'àudio.

És important notar, com em dit, que *RTP* no garanteix el lliurament sinó que proveeix un ordre de seqüència per reconstruir al destí amb el mateix ordre que s'ha generat l'origen.

4.1.4 Còdecs

Podem simplificar una conversa de veu IP com un intercanvi d'arxius d'àudio entre dos punts. Així doncs, necessitarem eines que permetin transportar aquests arxius d'àudio amb certa qualitat i de manera òptima. Aquesta eina són els còdecs, formats per un conjunt d'algorismes que permeten codificar i descodificar dades d'àudio comprimint així la mida del mateix per transmetre amb més eficàcia.

Malauradament, contra més es comprimeix més qualitat es perd i per tant és necessari escollir uns còdecs que ofereixin una relació qualitat/mida adequada per la nostra xarxa. Els còdecs suportats per la plataforma *Elastix* són G.711 (A-Law i μ -Law), G.722, G.723.1, G.726, G.728, G.729 i GSM entre d'altres. A continuació es fa una valoració dels més importants.

G.711

En primer lloc, G.711 és l'estàndard creat per l'ITU-T en 1972 principalment per a la telefonia. Fa servir la tècnica de modulació per impulsos codificats (MIC) de freqüències vocals també anomenada *PCM* (Pulse Code Modulation) generant un flux de 64kbit/s, molt recomanat per xarxes *LAN*. Així mateix, l'estàndard defineix dos variants, una per EEUU i Japó (*u-law*), i altre per Europa (*A-law*).

G.729

El còdec G.729 també està estandarditzat per ITU i aporta una alta compressió sense perdre molta qualitat. Aquesta relació qualitat/ample de banda tan bona és el motiu de què sigui tan estès al mercat dels productes de veu IP. Genera un flux de 8kbit/s per cada canal, és a dir, consumeix vuit vegades menys ample de banda que el G.711. Tot i així, el seu ús queda limitat a la compra de llicència per cada canal.

GSM

En tercer lloc, el GSM utilitzat per la tecnologia mòbil també anomenada GSM comprimeix aproximadament a 13 kbit/s i està habilitat per defecte en *Elastix*.

G.723.1

Per últim el G.723.1 comprimeix a uns 6,3 kbits/s fent servir l'algoritme MPC-MLQ i uns 5.3 kbits/s amb el ACELP. Aquest còdec és especialment útil per comunicacions de veu via *Wifi* segons l'estudi "*Capacity Evaluation of VoIP in IEEE 802.11e WLAN Environment*" de Hossam Afifi.

Comparativa

El següent quadre aplega la informació més rellevant sobre els còdecs detallats anteriorment:

Còdec/ítem	Taxa de bit (kb/s)	Taxa de mostreig (kHz)	Observacions
G.711	64	8	u-law (US,Japó) i a-law (Europa)
G.729	8	8	Retard molt baix (15 ms)
GSM	13	8	Fet servir a la telefonia mòbil
G.723.1	5,3/6,3	8	Basat en el còdec H.324

Per aquest projecte els que es faran servir seran el G.711 i el GSM, ja que ofereixen prestacions més que suficients per a l'escenari que es desenvoluparà.

4.1.5 WebRTC

WebRTC (Web Real-Time Communications) és un estàndard creat per *Google* que proveeix als navegadors i a les aplicacions web les capacitats de comunicacions en temps real (*RTC, Real-Time Communications*) a través de *APIs*. Per exemple, amb un navegador web es possible realitzar una videoconferència, una trucada de veu IP o compartir un escriptori.

Els components han estat optimitzats per enriquir aplicacions *RTC* d'alta qualitat desenvolupades pel navegador, plataformes mòbils i dispositius *IoT (Internet of Things)*. Això permetrà que es comuniquin entre ells a través d'un conjunt de protocols comuns. Tot i que inicialment va ser un projecte creat *Google* ara està recolzat per *W3C, Google, Mozilla* i *Opera* entre d'altres.

A nivell de còdecs *WebRTC* implementa el *VP8* i el *H.264* per a navegador i per dispositius. Cal dir que s'està desenvolupant *VP9* el successor de *VP8* i també serà obert i disponible gratuïtament.

Així doncs, actualment estem presenciant la nova generació d'aplicacions web *RTC* que canviarà la forma en què ens comuniquem.

4.2 Arquitectura

Diagrama de l'escenari pel client Alentop S.A.:

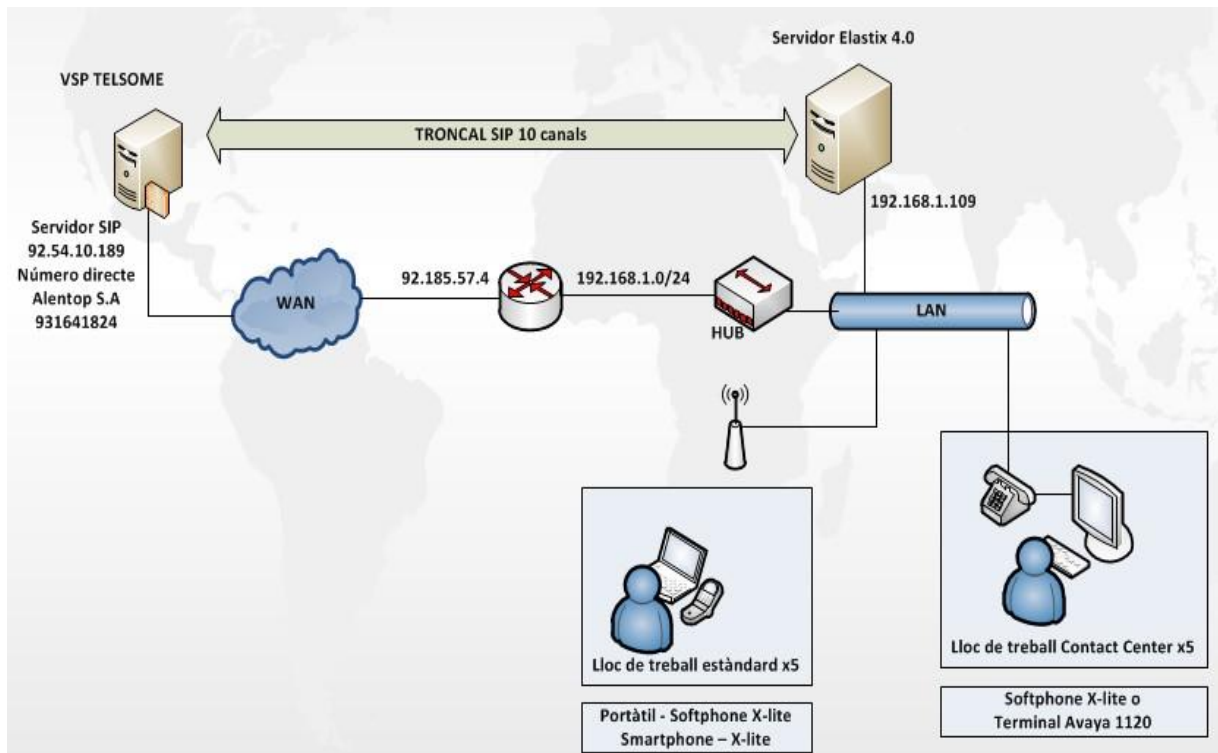


Figura 7: Arquitectura de la solució

- **Hardware:**

- **Servidor :**

Processador Quad-Core	Intel® Core(TM) i5-3560K CPU @ 3,40 GHz
RAM	8 GB: -1x DIMM 1 4GB DDR SDRAM PC3-12800 -1x DIMM 3 4GB DDR SDRAM PC3-12800
Disc dur	932 Gb
Port USB	3.0 x2
Xarxa	Realtek PCIe GBE Family Controller
S.O.	Windows 7 Professional N SP1 64 bits

- **Xarxa:** Cal disposa d'electrònica de xarxa tal com:

- 1 Hub : D-Link model DES-1008 amb 8 ports Fast Ethernet no gestionable.
 - H/W Ver.:16
 - S/N: **PL2517A005775**

- Router i fibra òptica : Proveïdor COLT.
- Cablejat RJ-45 (Recomanable cat.5)
- Punt d'accés wifi (proveeix Alentop S.A.)

○ **Terminals:**

- Mòbil:
 - Samsung Galaxy Core Prime LTE
 - BQ E5 HD Aquaris
- Telefonia fixe: Avaya 1120.
 - Model basic compatible amb SIP i H.323
- Portàtil :
 - HP 650 (Core I3) x5
 - HP ProBook 4510s x5

○ **Software:**

- Virtualització : Virtualbox
- Elastix : Elastix-4.0.74-Stable-x86_64-bin-10Feb2016
- Softphone :
 - X-lite 4.9.3 per Windows
 - Zoiper 3.9 per Windows i 1.35 per Android
- TFTP: 3CDaemon v2 rev10 per Windows

○ **Particularitats :**

La sortida i l'entrada de la plataforma per rebre trucades de l'exterior es farà mitjançant la configuració d'un troncal *SIP* contra el *VSP* Telsome.

Així, es contracta el paquet SIP Trunk 10 per a realitzar fins a 10 trucades simultànies i el número públic 931641824 amb les següent tarifes :

Fixos	Mòbils	Línies 902
1.8 cts/min	7,2 cts/min	12.1 cts/min

Es comptarà també que una de les posicions només farà servir un punt de xarxa, ja que el propi terminal fix Avaya 1120 farà de pont cap a l'ordinador per estalviar així infraestructura. Amb això pretenem mostrar que efectivament es pot reutilitzar terminals propietaris recordant que un dels requeriments/peticions de Alentop S.A. és poder utilitzar el seu estoc de terminals Avaya.

Altrament, també es disposa de 5 posicions estàndard (no *Call Center*) portàtils, amb mòbil que disposarà de softphone Zoiper i ordinador portàtil amb X-lite. Les 5 posicions de *Call Center* també es muntaran sobre portàtils i amb programari softphone. Una d'elles amb terminal fixa Avaya.

4.2.1 Diagrama operatiu i facilitats PBX

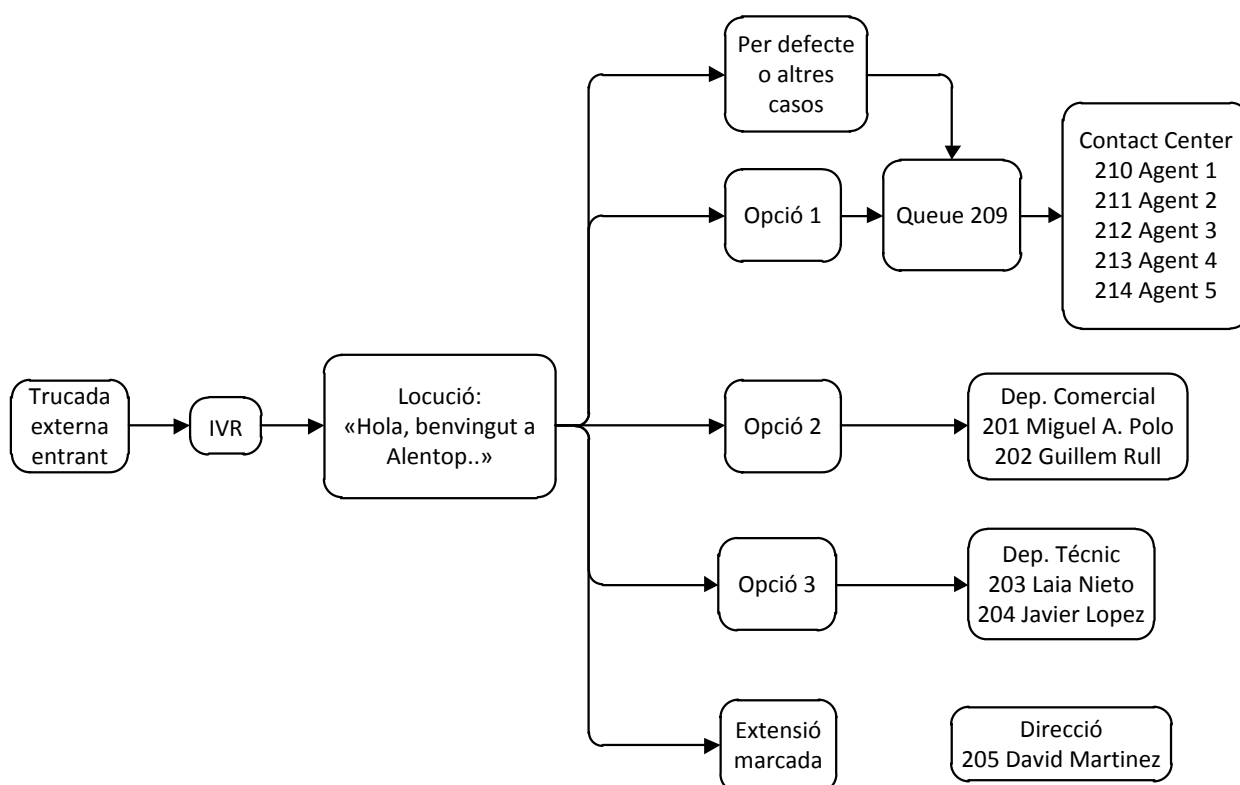


Figura 8: Diagrama operatiu (Flux definit per IVR)

La figura 8 mostra l'esquema funcional proposat que distribueix la comunicació de veu amb les diferents unitats de l'oficina. De esquerra a dreta les trucades segueixen el flux fins arribar al destí desitjat. Totes les parts d'aquest esquema seran detallades a capítols posteriors on s'explica el desplegament.

Altrament, el següent quadre mostra les facilitats definides:

Marcació	IVR	Queue (Cua)	Conferències	Ring groups
- Extensions amb rang 2XX - Numeració pública proveïda per Telsome: 931641824	Amb locució predefinida	1 cua (209) per agents	Una per reunions internes i altre per proveïdors	- Grup 1: 203,204 - Grup 2: 201,202 - Grup 3: 210-214

Específicament, els codis característics per activar funcions es mantindran els valors per defecte :

- Feature Codes:

- Call Forward:

- All activate: *72
- All Deactivate: *73
- Busy Activate: *90
- Busy Deactivate: *91
- No Answer/Unavailable Activate: *52
- No Answer/Unavailable Deactivate: *53
- Call Waiting:
 - Activate: *70
 - Deactivate: *71
- General call Pickup: *8
- Do-Not-Disturb (DND):
 - Activate: *78
 - Deactivate: *79
- Voicemail:
 - Dial voicemail: *98
 - My voicemail: *97

Altres facilitats com la música en espera i bústia de veu també s'han mantingut amb valors per defecte. A capítols posteriors es mostrarà una descripció més detallada dels punts més importants i als annexos la configuració corresponent.

5. Implementació

5.1 Fase 1: Instal·lació del software

Virtualització

Per implementar la solució Elastix s'ha instal·lat la distribució Elastix 4.0 sobre el programari lliure de virtualització VirtualBox **VirtualBox-5.0.16-105871-Win**. Això ens permetrà posar a prova la flexibilitat de la plataforma per adaptar-se a diferents entorns i requeriments.

La maquina virtual creada està dotada d'una memòria RAM de 4GB, 50GB de disc dur , paravirtualització KVM i paginació anidada entre d'altres. L'annex 2 recull el detall de la instal·lació i configuració de les característiques de la màquina.

Elastix

Ara , del lloc web: <http://www.elastix.com/downloads/#top> descarreguem l'ultima versió estable, en aquest cas **Elastix-4.0.74-Stable-x86_64-bin-10Feb2016**.

Un cop descarregada la ISO indiquem, a la maquina virtual, la ruta de l'arxiu per iniciar-se directament i procedir amb la instal·lació. Així, simplement iniciem la màquina virtual i procedim a la instal·lació i configuració. El detall del procediment està recollit a l'annex 3.

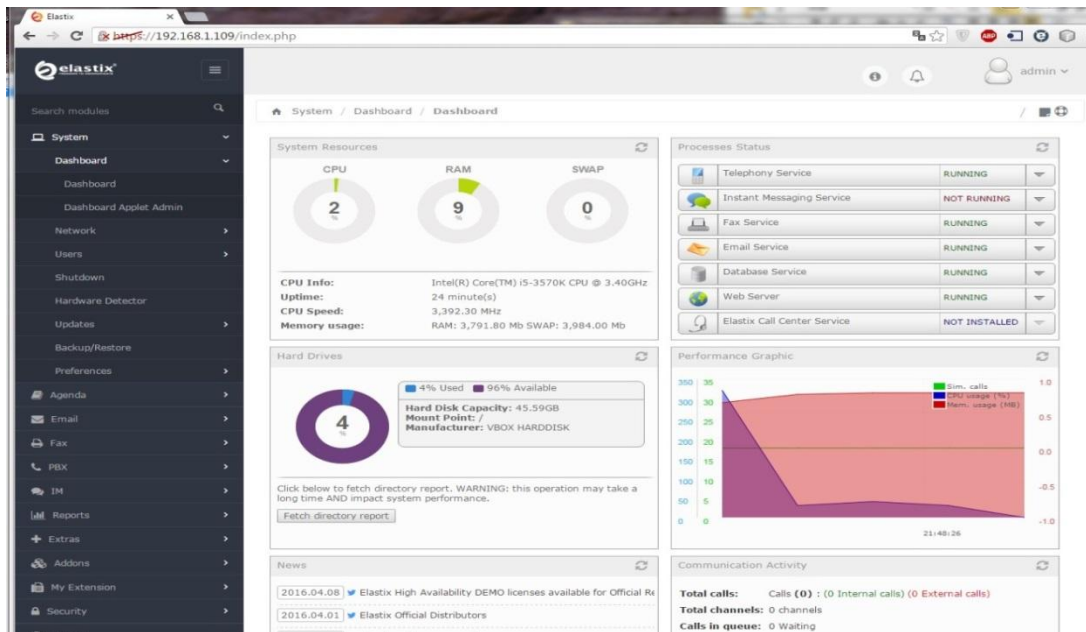


Figura 9: Dashboard Elastix 4.0 Alentop S.A.

Com observem a la figura 9, des d'aquí ja podem administrar i parametritzar la centralita, el servei de correu o la missatgeria instantània entre d'altres. Cal destacar també els mòduls on es pot visualitzar el rendiment del servidor molt important des del punt de vista de l'exploració i anàlisi del producte.

5.2 Fase 2: Configuració bàsica Asterisk

A continuació es descriuen els elements de configuració bàsica i facilitats desplegats per Alentop S.A. Així mateix, el detall de la configuració dels mateixos estan recollits a l'annex 4.

5.2.1 Extensions

La instal·lació parametriza els mínims bàsics per la comunicació, per tant ja podem passar a configurar les extensions *SIP*, una de les tasques més comunes. Els paràmetres més importants són :

- **Extensió d'usuari:** Identificador numèric únic que es pot marcar des de qualsevol altre telèfon intern i que rep/emet les trucades. Depenent de la quantitat d'usuaris s'utilitza un rang més o menys gran. Per a uns pocs treballadors es podria escollir un rang 2X de dues xifres o tres 2XX per tal de preveure un creixement.
- **Display Name:** Anomenat com CallerID, és l'identificador de trucada amb el que es presenta quan truca, normalment el nom de l'usuari que fa servir l'extensió o la funció que desenvolupa, tipus "Operadora", "Assistència tècnica", "Laia Nieto", etc.
- **Secret:** Contrasenya que es fa servir per validar l'extensió a un dispositiu telefònic que es vol connectar al servidor Elastix. Normalment

l'administrador prèviament configura els aparells i l'usuari desconeix aquest paràmetre. Tot i així, quan s'utilitzen softphones l'usuari requerirà el seu ús per validar-lo contra el servidor.

Segons s'ha definit al disseny per Alentop S.A es configuren les extensions SIP segons l'esquema següent :



Figura 10: Bloc d'extensions Alentop S.A.

5.2.2 Ring grup

Altra de les facilitats més comunes és la formació de grups, normalment per àrees operatives, que permet a qualsevol membre del grup contestar les trucades que arriben a alguna extensió del mateix. Així, si un company no està disponible, el que està al costat pot capturar la trucada des de la seva extensió.

Per aquest client s'ha configurat un grup per cada unitat operativa. Això és, Departament comercial i Departament Tècnic. Per al *Call Center* ja es disposa d'una cua, element explicat al punt 5.2.4

5.2.3 Follow me

Aquesta opció és una derivada del conegut com a cua o grup de salt però per una mateixa persona. Hi ha certes situacions que un usuari no està a una extensió fixa sinó que es mou per l'oficina, sala de reunions o altres àrees i no vol perdre trucades. Per aquest motiu la facilitat Follow me permet configurar el comportament de les trucades que arriben a aquesta extensió.

Alentop S.A. ens comenta que el responsable d'aquesta oficina ha de disposar de mobilitat i per això es configura l'extensió al mòbil, però clar, ens demana també estar disponible a les extensions de l'àrea comercial quan ell no respongui a la seva extensió i que l'últim salt sigui al *Call Center*.

La facilitat *Follow me* permet configurar des d'una locució fins a una estratègia de marcació com *Ringall*, *Firstavailable*, etc. En aquest cas es configura per a que si no contesta la trucada es desvii a la primera disponible del Departament Comercial (201,202).

5.2.4 Configuració de cues

Les cues estan formades per grups d'usuaris i defineixen el comportament de les trucades entrants a un número capçalera o número de cua que pot ser del rang d'extensions. Realment, no és més que l'encapsulació d'un grup d'extensions amb una estratègia concreta per rebre trucades a través del mateix número.

Els usuaris de les cues poden ser estàtics, número d'extensió fix, o bé usuaris dinàmics anomenats agents, que poden afegir-se a la cua des de qualsevol extensió amb un codi d'usuari (*Login*).

Els paràmetres o polítiques que suporta *Asterisk* i que defineixen el comportament de les cues són els següents:

- **Ringall** : Tots els agents(extensions) són alertats de la trucada entrant fins que un contesta.
- **Leastrecent**: L'agent que ha estat menys trucat recentment rep la trucada entrant.
- **Fewestcalls**: La trucada és rebuda per l'agent amb el menor número de trucades completades.
- **Random**: La trucada és assignada aleatòriament als agents.
- **Rrmemory**: Round Robin amb memòria, aleatòriament recordant qui a estat l'últim a rebre la trucada per no tornar-li a passar.
- **Rrorderetd**: El mateix que l'anterior excepte que aquest conserva un ordre de cua predefinit.
- **Linear**: Lliura la trucada amb un ordre establert prèviament.
- **Wrandom**: Assigna la trucada aleatòriament fent servir un factor de penalització en funció d'uns paràmetres definits prèviament.

La següent figura mostra l'esquema definit per Alentop S.A. Per tant, haurem de configurar la cua "209".

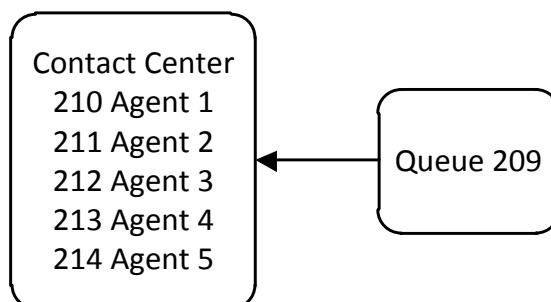


Figura 11: Queue configurat a Elastix

5.2.5 IVR i sistema de gravació

El sistema de resposta de veu interactiu o IVR proporciona el servei conegut com a operadora, és a dir, reproduïx un arxiu de veu prèviament configurat,

per exemple de benvinguda, i atén la trucada derivant-la a una cua, una extensió , ets.

Abans de configurar aquest sistema cal gravar un missatge d'acord amb l'arquitectura definida al punt 4.2. Per aquest propòsit la plataforma incorpora un sistema per gravar missatges de benvinguda des d'una extensió o carregant un arxiu. El missatge o locució gravada és el següent:

“*Hola, Benvingut a Alentop, per parlar amb el servei d'atenció a l'usuari premi 1, amb el departament comercial premi 2, departament tècnic premi 3, si coneix l'extensió marqui-la*”

En aquest cas s'ha gravat el missatge amb l'enregistrador de veu de Windows 7 amb els paràmetres especificats per Asterisk, és a dir, en format PCM 16 Bits a 8000Hz. A l'apartat *System Recordings (PBX configuration)* de la interfície web d'*Elastix* es carrega l'arxiu i s'identifica dins el sistema.

Amb el IVR es configura un vector de comportament el qual permet filtrar les trucades segons la necessitat del client. El tradicional “premi 1 per atenció al client, o marqui l'extensió si la coneix”. El sistema admet els dígit del 0 al 9 i els símbols * i #.

A continuació es mostra el diagrama de flux definit de com es tractaran les trucades entrants (vector de comportament per IVR):

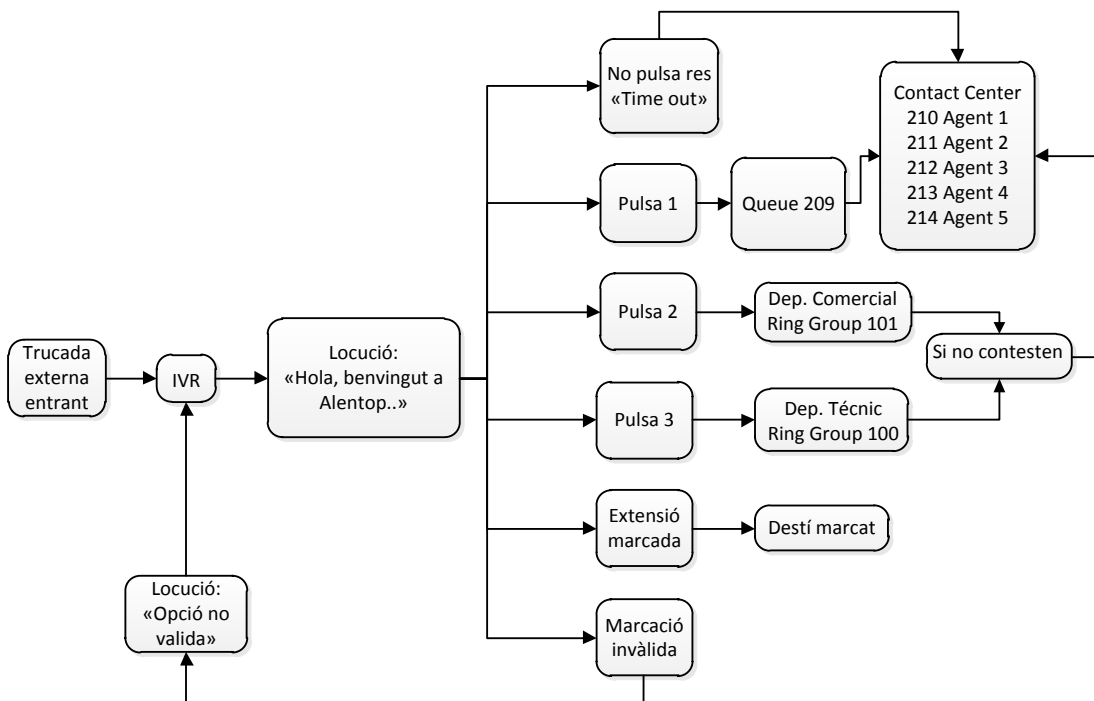


Figura 12: Diagrama de flux de les trucades

5.2.6 Conferències

Moltes vegades es necessari mantenir converses amb més d'una persona a la vegada ja sigui de la mateixa oficina o del l'exterior. Per mantenir aquestes reunions de veu també conegudes com Call Conference, Elastix proveeix el servei de conferències on podem definir sales virtuals que mantenen en contacte diversos flux de comunicació de veu a la vegada.

Existeixen dos tipus de conferències, les fixes i les temporals. En definitiva, les sales virtuals no són altra cosa que una extensió virtual que és trucada per varies a la vegada.

Per a una conferència permanent, es crea una sala amb un codi i la dotem de característiques com contrasenya, número de participants i si hi ha, administrador. Així, per exemple a una reunió amb un proveïdor, es truca al número principal de l'empresa i marcant el número de conferència el sistema (amb el IVR) dirigeix la trucada cap aquesta sala virtual on es demanarà la contrasenya. La resta de participants farà el mateix procés, si es tracta d'un participant intern pot trucar directament al número intern de la conferència.

Per al cas d'una conferència temporal, l'única diferència estarà en què en acabar deixarà d'estar operativa. La següent figura mostra l'esquema d'accés a una conferència entre diversos participants tant de l'exterior com interns.

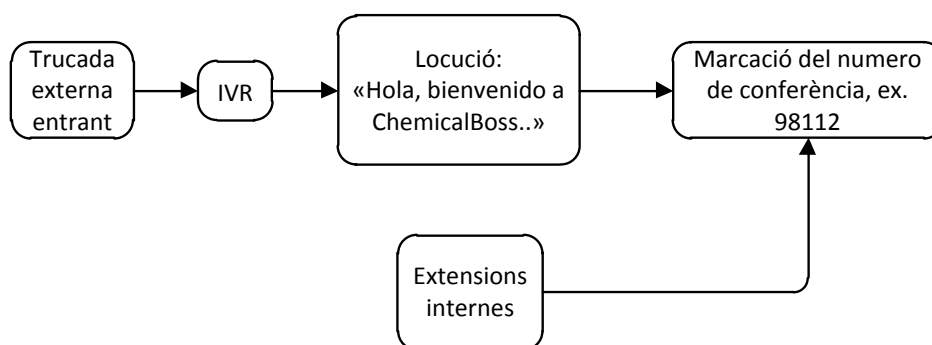


Figura 13: Operació accés a conferències

5.2.7 Música en espera i aparcament de trucades

Coneguda també com a *Music on hold (MOH)*, aquesta funcionalitat permet configurar l'arxiu d'àudio per aquelles situacions en què una extensió s'ha de mantenir a l'espera. Així, l'oient en escoltar l'àudio (normalment música) no té la sensació que la trucada s'ha penjat, a més de fer la trucada més amena. La configuració és simple i no requereix indicacions prèvies, simplement es carrega l'arxiu d'àudio a la ubicació corresponent.

Una altra funcionalitat molt similar és coneguda com a *Parking lot* i permet "aparcament" una trucada amb música en espera per exemple. La diferència amb MOH és que aquesta consumeix una línia telefònica i no permet rebre altres trucades mentre que el *Parking lot* et permet alliberar la teva extensió

de recursos mentre la rebuda està “aparcada”. Un cop acabada l’espera aquesta trucada es pot recuperar per ser atesa.

Pel desenvolupament d’aquest projecte s’han deixat els valors i arxius d’àudio per defecte.

5.2.8 Dispositius de telefonia

Ja estem en disposició de configurar les extensions als telèfons definits a l’arquitectura, softphone X-lite per a portàtils, Zoiper per mòbils i un terminal fix Avaya model 1120.

Softphone X-lite (Portàtils)

Per la configuració del programari softphone amb una extensió de la nostra centrala els paràmetres més importants són **Account name**, **User ID** i **Domain** (IP Elastix). La següent figura mostra la configuració del compte *SIP* a l’aplicació X-Lite (Esquerra) i l’extensió 201 registrada/disponible (dreta).

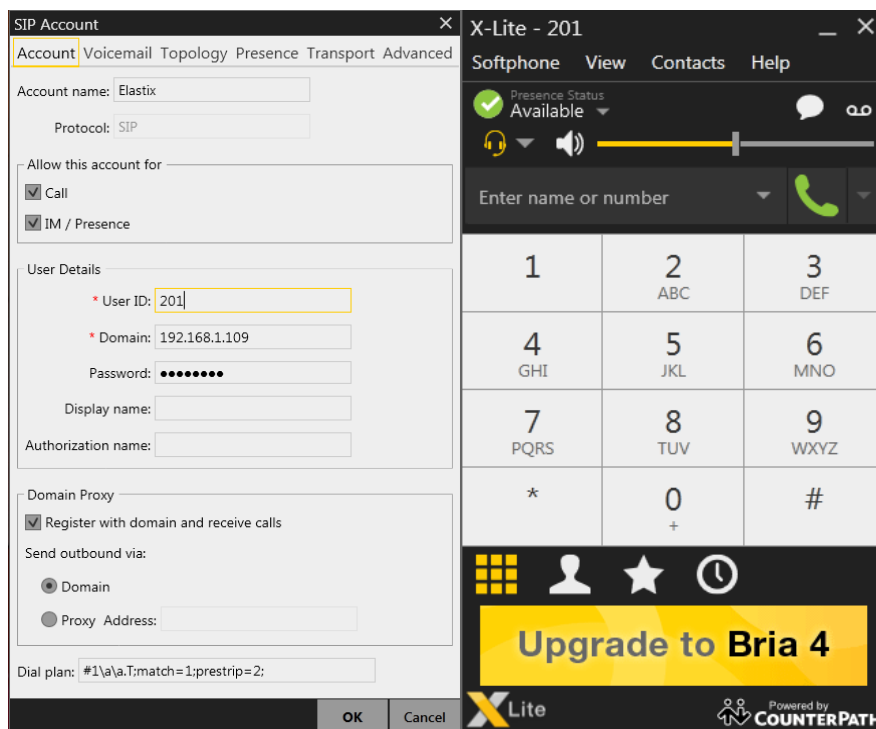


Figura 14: Softphone X-lite extensió 201

Softphone Zoiper (mòbils)

Per al terminal mòbil es descarrega l’aplicació Zoiper i es configuren els mateixos paràmetres que per al cas anterior. Així, la següent figura mostra per una banda la configuració del compte *SIP* i per l’altre l’extensió ja disponible:

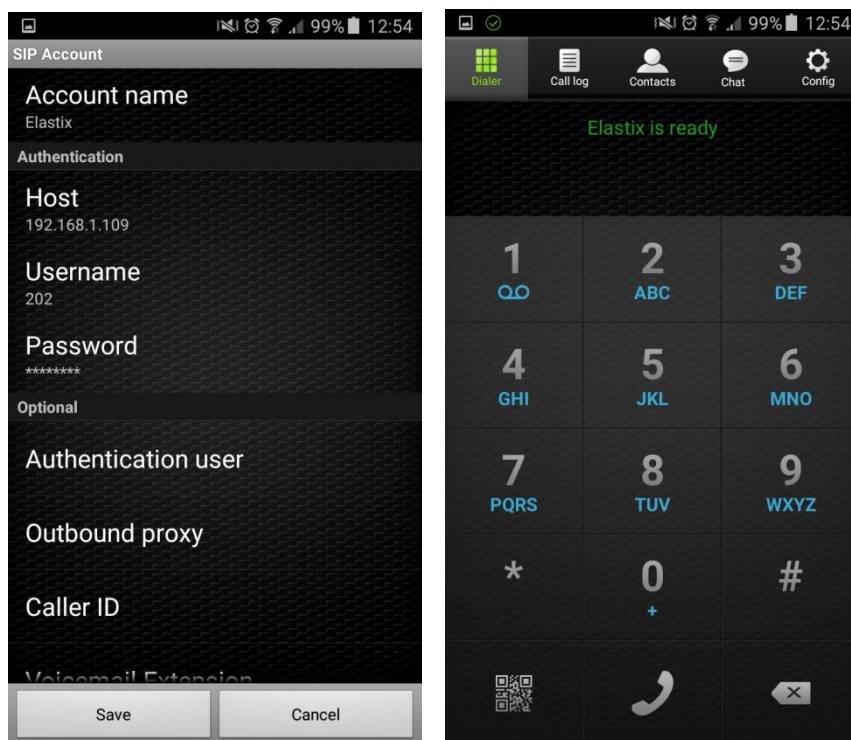


Figura 15: Softphone Zoiper extensió 202

Avaya 1120

En primer lloc tenim un terminal model Avaya 1120e amb el firmware 0624C8J per senyalització mitjançant el protocol H.323. Per tant, per què la comunicació amb la centralita SIP d'Elastix sigui possible cal que el telèfon disposi d'un firmware basat en aquest protocol per realitzar-lo correctament.

La versió SIP per al model 1120e **SIP1120e04.04.10.00.bin** la podem trobar al lloc web de suport d'Avaya <https://support.avaya.com/downloads/>

La versió SIP 4.4 és una de les darreres versions per aquest model i suficient pel nostre escenari. Per realitzar el canvi de firmware cal realitzar les següents passes:

1. Instal·lació del servidor TFTP.
2. Arxius de configuració.
3. Configurar valors de fàbrica (*Factory Reset*).
4. Configuració telèfon per provisió via TFTP
5. En reiniciar el sistema carregarà el nou firmware
6. Configuració paràmetres SIP

L'annex 5 recull el detall de l'actualització de firmware i la configuració per establir sessió amb Elastix i captures del seu funcionament.

Un cop ja està connectat podem realitzar trucades amb el nostre terminal Avaya a una centralita *Open Source* amb protocol SIP. Com s'ha comentat anteriorment aquests és un dels punts claus, ja que permet a qualsevol client reutilitzar part de la infraestructura amb el consegüent estalvi de despeses

que suposa la compra de terminals nous que tenen un preu de mínim 130 euros aproximadament. La següent figura mostra el terminal registrat al servidor Elastix amb l'extensió 205.



Figura 16: Avaya 1120 instal·lat amb Elastix

5.2.9 Validació

Per verificar el funcionament de la centralita IP registrem dues extensions i es realitza una trucada interna. A la mateixa consola de control “Dashboard” de la plataforma podem observar que efectivament ja estan registrades:



Figura 17: Extensions SIP registrades (Dashboard)

Ara accedim per consola a la centralita mitjançant el programari **Putty** via protocol **SSH** contra la direcció IP 192.168.1.109 i amb la comanda “**asterisk -rvvvv**” accedim al mode CLI per visualitzar totes les accions que genera la centralita. La trucada es realitza des de l'extensió 210 Agent 1 a la 202 Guillem Rull :

```

-- Executing [s@macro-dial-one:43] Dial("SIP/210-00000004", "SIP/202,,trI") in new stack
== Using SIP RTP TOS bits 184
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/202
-- Connected line update to SIP/210-00000004 prevented.
-- SIP/202-00000005 is ringing
-- Connected line update to SIP/210-00000004 prevented.
-- SIP/202-00000005 answered SIP/210-00000004
> 0x7fe874007290 -- Probation passed - setting RTP source address to 192.168.1.105:50574
> 0x7fe874034730 -- Probation passed - setting RTP source address to 192.168.1.103:21722

```

Figura 18: Registre de la trucada interna

Aquesta figura mostra el registre que deixa la trucada a la centraleta.

5.3 Fase 3: Configuració avançada PBX

5.3.1 Trunk SIP

Ara ja tenim configurades les extensions internes i hem comprovat que la centraleta funciona correctament per a una oficina d'uns 10 treballadors que es poden comunicar entre ells. Cada usuari té a l'abast un dispositiu telefònic, ja sigui una aplicació al portàtil (Softphone x-lite) , un mòbil (També amb softphone) o bé un terminal fixe Avaya.

El següent pas es tracta de dotar la plataforma d'un enllaç cap a l'exterior per poder fer i rebre trucades cap a i des de qualsevol número. En aquesta ocasió s'opta per un troncal *SIP* cap al proveïdor Telsome.

Particularment, per configurar el troncal *SIP* ens calen les dades del proveïdor (usuari, contrasenya, servidor, numeració i còdecs suportats), configurar el troncal *SIP*, una ruta de sortida (*Outbound route*) i una ruta d'entrada (*Inbound Route*). Aquest dos últims defineixen el comportament de les extensions quan es marca per trucar a l'exterior i quan una trucada es rebuda. Al directori *PBX/PBX configuration/Add SIP Trunk* construïm el codi per crear el troncal i es comenten les línies més importants:

- Pels canals de sortida :“Outgoing Settings”

```

host=sip.telsome.es      ;Servidor destí, extrem del proveïdor.
username=7228*201       ;Nom d'usuari de validació al servidor
secret=k95nPT03p        ;Contrasenya
sendrpid=yes            ;Envia la capçalera Remote-Party-ID
qualify=yes             ;Monitoratge de l'estat del peer
fromdomain=192.168.1.109;IP local de la centraleta
type=peer               ;Tipus de element a registrar
maxexpiry=600           ;Temps màxim de sessió
defaultexpiry=180       ;Valor per defecte d'expiració sessió
allow=ulaw&alaw&g729    ;còdecs suportats
insecure=very           ;Nivell de seguretat.
fromuser=7228*201       ;usuari origen

```

- Pels canals d'entrada: "Incoming Settings"

```
secret=k95nPT03p ;Contrasenya
type=user ;Tipus de element a registrar
context=from-trunk ;Context (valor per defecte)
qualify=yes ;Monitoratge de l'estat del peer
fromuser=7228*201 ;usuari origen
canreinvite=no ;Tràfic RTP a través d'Elastix
insecure=very ;Sense seguretat
```

Per validar si el troncal està registrat a la nostra centraleta validem mitjançant l'eina Asterisk-CLI introduint la comanda "**sip show peers**" que mostra els *peers* configurats i actius:

Name/username	Host	Dyn	Forcerport	Comedia	ACL	Port	Status	Description
200	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
201	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
202	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
203	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
204/204	192.168.1.105	D	No	No	A	57508	OK (11 ms)	
205/205	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
Telsome/7228*201	92.54.10.189		Auto (No)	No		5060	OK (9 ms)	

7 sip peers [Monitored: 2 online, 5 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]

Figura 19: Asterisk-CLI<registre SIP Trunk>

Tot i així la validació final conforme la nostra centraleta esta connectada amb el servidor de Telsome es comprova amb la comanda "**sip show registry**". Observem el missatge "**105 Registered**" que ens confirma l'establiment de l'enllaç amb el proveïdor.

```
localhost*CLI> sip show registry
Host                               dnsmgr Username      Refresh State      Reg.Time
sip.telsome.es:5060                N                    7228*201          105 Registered    Fri, 13 May 2016 15:34:58
1 SIP registrations.
localhost*CLI>
```

Figura 20: Troncal IP configurat (CLI)

5.3.2 Outbound route

En les rutes de sortida es poden configurar tot tipus de paràmetres per definir per exemple si una extensió pot trucar a números de la mateixa província, a mòbils, a 900 o internacionals.

En aquest cas, s'opta per la configuració sense restriccions. Per això, a l'apartat "Outbound routes" afegim una ruta que anomenarem "Sortida Telsome" i configurarem el "Dial Patterns that will use this route" :

Dial pattern és el patró de marcatge format per un conjunt únic de dígitos que en ser marcats per l'extensió seleccionarà el troncal escollit per enviar la trucada. En aquest cas, el troncal SIP creat anteriorment.

Les regles per definir el comportament són :

X coincideix amb qualsevol dígit 0-9
Z coincideix amb qualsevol dígit 1-9
N coincideix amb qualsevol dígit 2-9

També és possible definir prefixes o identificadors per restringir o habilitar trucades a l'exterior. Per simplificar l'entorn configurem el paràmetre "X." al patró de marcatge (*Dial Pattern*) per treure totes les trucades pel troncal.

En cas de tenir més d'un troncal es pot diferenciar quin tipus de trucades es poden fer per un troncal i quines per altres. O simplement, si tenim un enllaç d'emergència, que les trucades surtin per aquí quan el primer sigui caigut. Per fer això hem d'afegir els troncal al "*Trunk sequence for matched rules*" on els enllaços s'ordenen des del 0 fins al N, depenen de la quantitat que tinguem.

Un cop configurat, comprovem, que podem treure les trucades per el troncal SIP marcant des d'una extensió a un número extern, en aquest cas serà un mòbil:

```
-- Executing [s@macro-dialout-trunk:22] Dial("SIP/204-00000022", "SIP/Telsome/660286223,300,") in new stack
== Using SIP RTP TOS bits 184
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/Telsome/660286223
-- SIP/Telsome-00000023 is making progress passing it to SIP/204-00000022
-- SIP/Telsome-00000023 is ringing
> 0x7f5758021e30 -- Probation passed - setting RTP source address to 92.54.10.189:16674
> 0x7f574c23a0a0 -- Probation passed - setting RTP source address to 192.168.1.105:56440
-- SIP/Telsome-00000023 answered SIP/204-00000022
> 0x7f5758021e30 -- Probation passed - setting RTP source address to 92.54.10.189:16674
-- Executing [h@macro-dialout-trunk:1] Macro("SIP/204-00000022", "hangupcall,") in new stack
-- Executing [s@macro-hangupcall:1] GotoIf("SIP/204-00000022", "1?endmixmoncheck") in new stack
Goto (macro-hangupcall:2)
```

Figura 21: Trucada sortint-Troncal SIP

A la figura podem observar l'extensió que truca (204), el número de mòbil trucat (660286223) i el troncal de sortida anomenat "Telsome".

5.3.3 Inbound route

Ara només resta configurar una ruta d'entrada per gestionar les trucades que arriben des del proveïdor Telsome, és a dir, per el troncal *SIP*.

Per això afegirem una ruta anomenada *In_Troncal_Telsome* indicant "*DID Number*": 931641824 i "*Set Destination*": "*extensió o grup de salt*". Per validar que la configuració és correcte configurem el *Set Destination*: extensió 204. Així les trucades entrants arribaran ara a aquesta extensió:

```
== Using SIP RTP TOS bits 184
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [931641824@from-trunk-sip-Telsome:1] Set("SIP/Telsome-00000024", "GROUP()=OUT_2") in new stack
-- Executing [931641824@from-trunk-sip-Telsome:2] Goto("SIP/Telsome-00000024", "from-trunk,931641824,1") in ne
```

Figura 22: Trucada entrant-Troncal SIP 1/2

Observem que efectivament la trucada entra des del troncal (canal d'entrada *from-trunk*).

```
-- Executing [931641824@from-trunk:4] ExecIf("SIP/Telsome-00000024", "0 ?Set(CALLERID(name)=600561945)") in ne
w stack
-- Executing [931641824@from-trunk:5] Set("SIP/Telsome-00000024", "CHANNEL(musicclass)=default") in new stack
-- Executing [931641824@from-trunk:6] Set("SIP/Telsome-00000024", "__MOHCLASS=default") in new stack
-- Executing [931641824@from-trunk:7] Set("SIP/Telsome-00000024", "__CALLINGPRES_SV=allowed_not_screened") in
new stack
-- Executing [931641824@from-trunk:8] Set("SIP/Telsome-00000024", "CALLERPRES(=allowed_not_screened)") in new
stack
-- Executing [931641824@from-trunk:9] Goto("SIP/Telsome-00000024", "from-did-direct,204,1") in new stack
-- Goto (from-did-direct,204,1)
```

Figura 23: Trucada entrant-Troncal SIP 2/2

Entre d'altres veiem el mòbil que truca 600561945 i l'extensió que rep la trucada 204.

Finalment, en coherència amb el flux definit a l'arquitectura (punt 4.2) es configura que les trucades entrants vagin a parar al IVR "Recepció" i des d'aquí s'encaminen cap al destí desitjat per l'usuari.

5.4 Fase 4: Mòduls Elastix

5.4.1 Correu electrònic

Elastix 4.0 disposa d'un servidor de correu integrat, en aquest cas Postfix. Amb Elastix es pot administrar diferents dominis en cas necessari. A causa dels requeriments de client simplement cal un domini ja existent que pertany al client (@alento.com).

Postfix és un agent de transport de correu (MTA) basat en programari lliure amb una interfície ràpida i fàcil d'administrar. És possible configurar el RELAY per permetre enviar correus a dominis externs amb *SMTP* a través de Elastix.

Per Alento S.A. s'ha creat un compte per a cada usuari i una bústia genèrica per al *Call Center*. L'annex 6 proveeix detalls sobre la configuració que s'ha fet. Per defecte, el servidor està prèviament configurat per funcionar, no cal aplicar paràmetres específics de funcionament ni activar serveis addicionals.

Els usuaris accedeixen via web al servidor Elastix per accedir al seu correu i la resta de facilitats habilitades segons el nivell de permisos. En tot cas, la interfície de gestió de correu és la mateixa per tothom. La següent figura mostra la safata d'entrada des d'on es treballa amb el correu electrònic.



Figura 24: Safata d'entrada correu electrònic

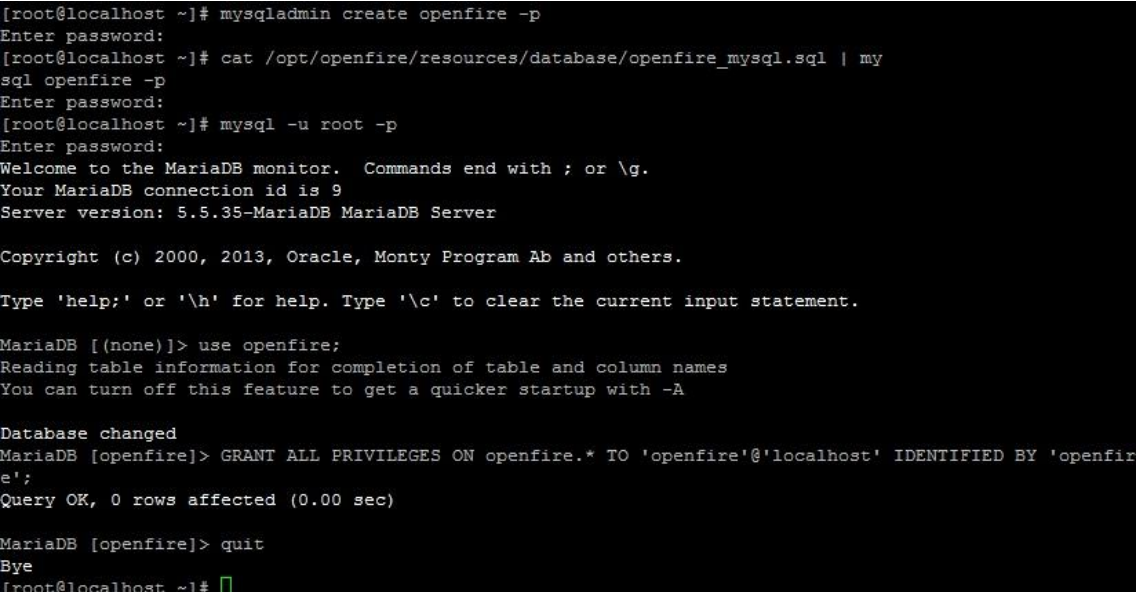
5.4.2 Missatgeria instantània

Elastix integra una pre instal·lació del servidor de missatgeria instantània *Openfire* sota *GPL* i fet en llenguatge de programació *Java*. A més, entre d'altres implementa característiques com *SSL/TLS*, interacció amb *MSN*, *Google Talk*, *Yahoo*, estadístiques del servidor i autenticació via certificat.

Per poder desplegar el mòdul ens connectem via *Putty* al servidor *Elastix* i creem la base de dades amb els privilegis necessaris:

```
mysqladmin create openfire -p
cat /opt/openfire/resources/database/openfire_mysql.sql | mysql
openfire -p
mysql -u root -p
use openfire;
GRANT ALL PRIVILEGES ON openfire.* TO 'openfire'@'localhost'
IDENTIFIED BY 'openfire';
```

La següent figura mostra l'execució de les comandes i les respostes del servidor:



```
[root@localhost ~]# mysqladmin create openfire -p
Enter password:
[root@localhost ~]# cat /opt/openfire/resources/database/openfire_mysql.sql | my
sql openfire -p
Enter password:
[root@localhost ~]# mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 9
Server version: 5.5.35-MariaDB MariaDB Server

Copyright (c) 2000, 2013, Oracle, Monty Program Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> use openfire;
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
MariaDB [openfire]> GRANT ALL PRIVILEGES ON openfire.* TO 'openfire'@'localhost' IDENTIFIED BY 'openfir
e';
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

MariaDB [openfire]> quit
Bye
[root@localhost ~]#
```

Figura 25: Instal·lació missatgeria instantània

A continuació al bloc IM de la interfície web apareix una notificació per activar el servei. A partir d'aquí es configura el servidor. L'annex 7 detalla el procediment realitzat per aprovisionar-lo.

Ara des de la interfície d' *Elastix* ja és possible configurar les opcions i els usuaris (També a l'annex 7). Cal dir que per a què els usuaris interactuïn cal descarregar el programari *Spark* que farà d'interfície per intercanviar els missatges. (inclòs a l'annex 7).

Per Alentop S.A. es configura un compte per a cada usuari. La següent figura mostra una conversa entre dos usuaris on a més es comparteixen documents:

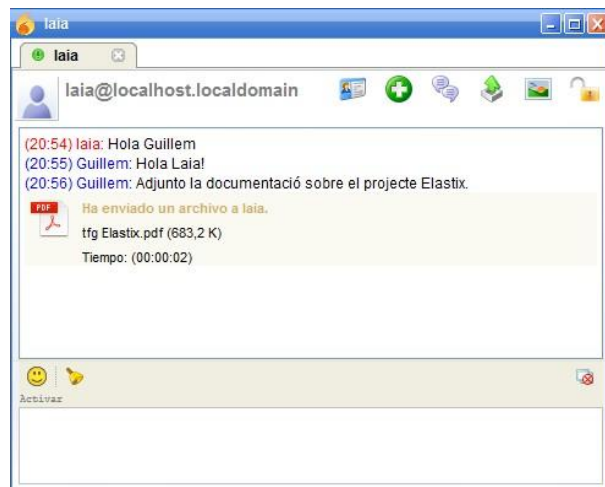


Figura 26: Conversa i intercanvi d'arxius IM

Altrament, tot i que queda fora de l'abast d'aquest projecte la missatgeria instantània ofereix facilitats de col·laboració molt potents, ja que no solament intercanvia documents sinó que és possible configurar presència, integrar Spark amb l'extensió per poder trucar, veure l'estat del destinatari, inclús trucar amb un sol click (Click2Call).

5.4.3 Call Center

El mòdul de Call Center té com a objectiu l'administració i establiment de trucades entre agents i els clients que truquen al servei d'atenció. És habitual anomenar campanyes de trucades entrants i sortints a les quals els agents han de realitzar o rebre trucades amb unes característiques concretes. Per exemple, per comercialitzar un producte o rebre trucades d'averies tècniques. El mòdul es pot configurar amb un marcadore predictiu que s'encarrega de trucar de manera automàtica a un conjunt de números d'una campanya de vendes, per exemple.

Cal destacar les característiques clau del mòdul com són l'administració de trucades amb una interfície web (<http://ipElastix>) i el protocol *ECCP* (*Elastix Contact Center Protocol*) que permet l'operació del mòdul de manera més eficient i afegir aplicacions de tercers.

Altrament, tot i que queda fora de l'abast d'aquest projecte cal comentar que el mòdul inclou grans avantatges de cara a la gestió de trucades, com és la gestió de la trucada/campanya, que no solament inclou fer o rebre sinó que és possible disposar d'informació de la persona (client) que truca mitjançant el seu número, accedir al seu expedient, scripts per què l'agent llegeixi un text concret, avaluació del servei donat mitjançant reports, personalització de la trucada, etc.

L'empresa Alentop S.A. ens demana un grup de 5 agents amb funcionalitat de *Call Center* per poder, entre altres coses, avaluar la capacitat de les trucades amb aquest mòdul incorporat i veure quines garanties produeix, ja que el servei que s'oferirà requereix d'aquestes especificacions.

Així, l'annex 8 detalla la instal·lació del mòdul i configuració del grup d'agents. La següent figura mostra l'esquema funcional de com es distribueix el grup:

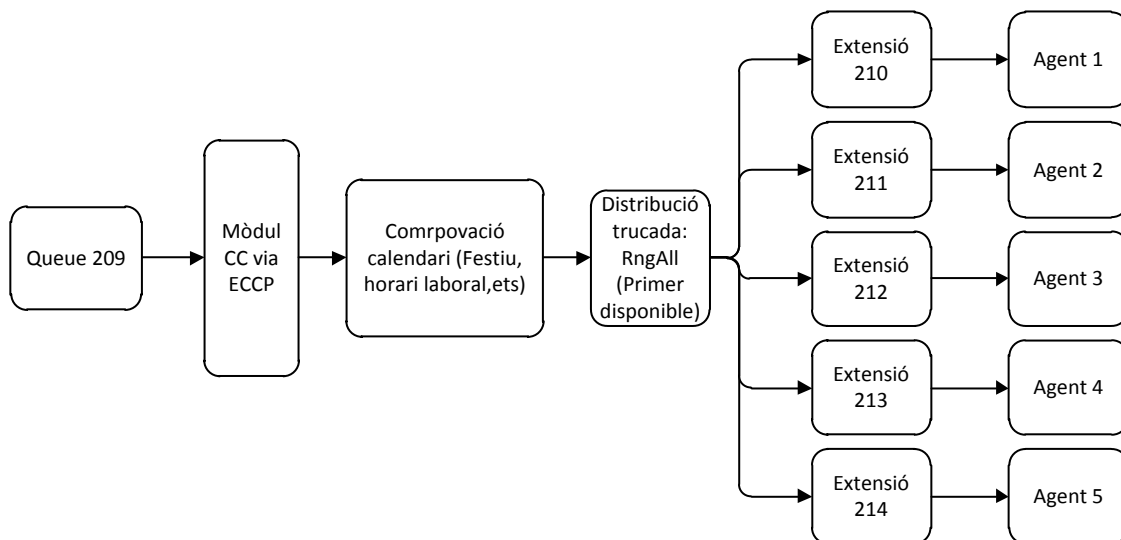


Figura 27: Diagrama de flux Call Center

6. Avaluació del producte

6.1 Qualitat

Indicadors de mesura

Qualsevol sistema de veu sobre IP és sensible a determinats elements intrínsecs a aquest tipus de comunicació degut a que es produeix en temps real. Per tant, cal tenir en compte que si hi ha saturació a la xarxa els paquets es poden perdre o patir retard i la conversa podria ser intel·ligible.

Concretament hi ha tres efectes als quals la veu sobre IP és força sensible:

- **Delay:** Bàsicament és el retard que es produeix entre l'emissió d'un paquet i l'arribada del mateix. Contra més alt sigui aquest retard pitjor és la comunicació. Algunes polítiques sobre el tràfic de la xarxa o a les aplicacions descarten el paquets si el valor del retard supera un cert llindar.

A la veu IP els retards més petits de 150 ms no són detectats per l'oïda humana, entre 150 i 400 ms poden ser acceptables però més de 400 poden ser frustrants i la comunicació es intel·ligible.

- **Jitter:** Es denomina amb aquest terme la variació del retard (delay) que es produeix entre l'enviament i l'arribada d'un paquet a la xarxa. Contra més diferència de retards als paquets més alt serà aquest valor. Així, el *jitter* deriva de saturació a la xarxa i el seu valor ideal està per sota dels 100 ms. Per mitigar-lo s'apliquen tècniques de seqüenciació numèrica i marques de temps com per exemple fa el *RTP*.
- **Packet loss:** La pèrdua de paquets és substancialment important, ja que si gran quantitat dels paquets no hi arriben la comunicació de veu es impossible. Depenent del còdecs que es facin servir, es tolera una pèrdua de paquets de fins el 10%.

A priori per una xarxa local reduïda no s'esperen grans valors de pèrdues de paquets, *jitter* ni *delay* però l'ús de xarxes sense fils genera dubtes sobre com pot respondre l'arquitectura i el sistema de veu. D'aquí la importància d'avaluar aquets paràmetres.

D'altra banda, quan parlem de qualitat cal mencionar que la ITU-T sota la recomanació P.800 va desenvolupar tècniques d'avaluació objectiva i subjectiva de la qualitat a les transmissions telefòniques. Una d'elles és la coneguda com **Mean Opinion Score (MOS)** i no és més que un test, que s'ha fet servir durant dècades, per obtenir la qualitat d'una xarxa de veu tradicional a partir de l'opinió d'un usuari sota unes condicions concretes. El resultat s'expressa com un sol nombre dins el rang del 1 al 5 on 1 és qualitat molt baixa i 5 la mesura més alta de qualitat d'audio percebuda.

Per al cas de la veu sobre *IP* es fa servir un mètode més objectiu recollit a la recomanació ITU-T P.862 PESQ. Es tracta d'un càlcul basat en el rendiment de la xarxa *IP* a través de la qual es transmet la veu. En aquest sentit hi ha una formula per obtenir un pronòstic del valor de MOS en base a la pèrdua de paquets i la carrega útil per mida de paquets de veu (*size*) en milisegons. Concretament :

$$MOS = 4 - \ln(\text{perdua de paquets } \%) - 0.7 \cdot \ln(\text{size ms})$$

Per tal de millorar l'objectivitat de les proves ITU-T sota la recomanació G.107 descriu el model E. Aquest model es proveeix de diferents valors, com per exemple relació senyal soroll, per calcular una mesura global de qualitat anomenada R. Tot i així, per al cas de la veu sobre *IP*, també es basa en un model matemàtic que té en compte valors de xarxa com el *delay*, el *jitter* i la pèrdua de paquets. La pròpia ITU-T disposa d'una eina/calculadora enfocada per estudiants per obtenir el valor R-Factor i MOS a partir dels valors requerits. Aquesta eina es pot veure al lloc web:

<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com12/emodelv1/>

En aquest cas, per **R-Factor** el rang de valors va des de 0 a 100 on 0 és molt baixa qualitat i 100 alta qualitat. En resum, la següent taula mostra l'escala tant de MOS com R-Factor i la descripció de les puntuacions.

Nivell de satisfacció d'usuari	MOS	R-Factor
Màxim fent servir G.711	4.4	93
Molt satisfet	4.3-5.0	90-100
Satisfet	4.0-4.3	80-90
Alguns usuaris satisfets	3.6-4.0	70-80
Molt usuaris insatisfets	3.1-3.6	60-70
Quasi tots els usuaris insatisfets	2.6-3.1	50-60
No recomanat	1.0-2.6	Menys de 50

Eines i desplegament

Com hem vist, la qualitat de la veu a les xarxes IP depèn en gran mesura dels efectes produïts pel *jitter* el *delay* i la pèrdua de paquets. Per les proves es faran servir dos analitzadors de xarxa com són *Commview (TamoSoft)* a la seva versió d'avaluació i *Wireshark* sota llicència *GPL* que ens permetran valorar de diferents maneres aquest tres paràmetres. L'objectiu és obtenir una referència de fins a quin punt estan afectant a la qualitat i el rendiment de l'arquitectura desplegada.

L'entorn desplegat disposa de 5 extensions de *Call Center* que s'usen expressament per l'emissió i recepció intensa de trucades i 5 extensions més d'usuari estàndard. Així, el gruix de l'activitat ha de recaure sobretot als terminals de *Call Center*, extensions de la 210 a la 214. D'aquesta manera els resultats s'aproparan més a la realitat d'un dia a dia.

El test consisteix en els següents passos :

- L'aplicació *CommView* s'instal·la i s'activa al lloc de treball de l'extensió 212 (*Call Center*) i al lloc de treball de l'extensió 205 per capturar dues converses (externa e interna)
- Es reproduiran converses reals amb 6 trucades simultànies, 4 de les quals externes (via 931641824) al *Call Center* i 2 internes. Això és 8 extensions de 10 en ús, 80%.
 - o Les trucades s'aniran executant una a una consecutivament fins arribar al 80% dels dispositius en ús.
 - o Com a particularitat, una de les trucades internes es produirà via *Wifi*, d'aquí l'interès de capturar la trucada interna, quan el sistema esta en producció.

La següent figura mostra l'escenari desplegat per realitzar les proves on podem observar que s'ha fet servir telefonia mòbil i fixa per les trucades externes i s'han pres mesures als punts on s'esperen dades més representatives.

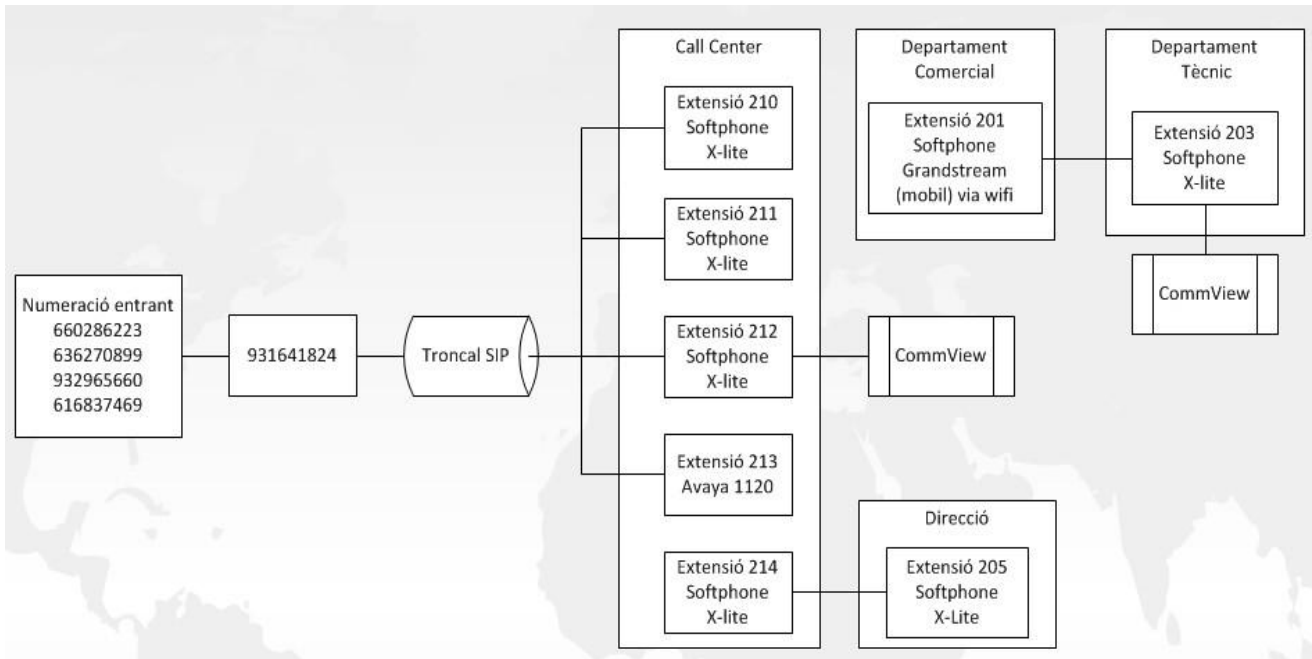


Figura 28: Escenari per el test de qualitat

Resultats

La següent figura mostra els missatges SIP intercanviats a la conversa interna entre l'extensió 201 i 203. S'observa que a la negociació ambdós extrems fan servir el còdec G.711 (a-law) amb valor teòric MOS de 4.4 com a màxim.

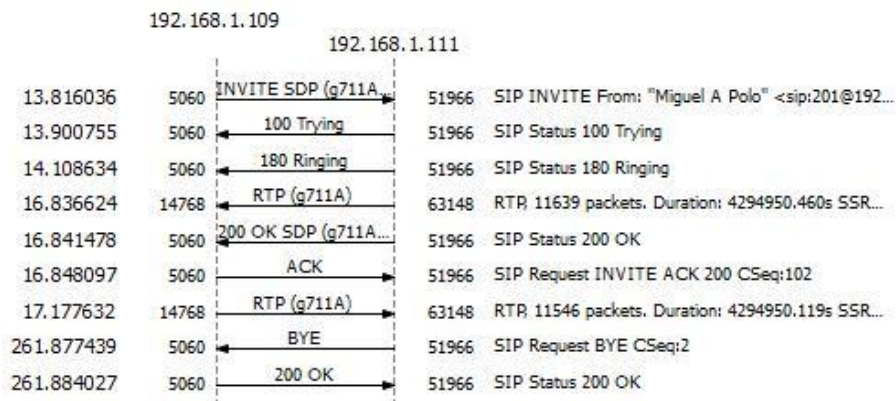


Figura 29: Flux SIP trucada interna

D'altra banda, la següent figura mostra una trucada externa on respecte l'anterior ara es fan servir els còdecos G.711 (a-law) i G.711 (u-law). És a dir, que la centralita ha de realitzar el que es coneix com *transcoding* per enviar a cada participant l'àudio amb el còdec que correspon.

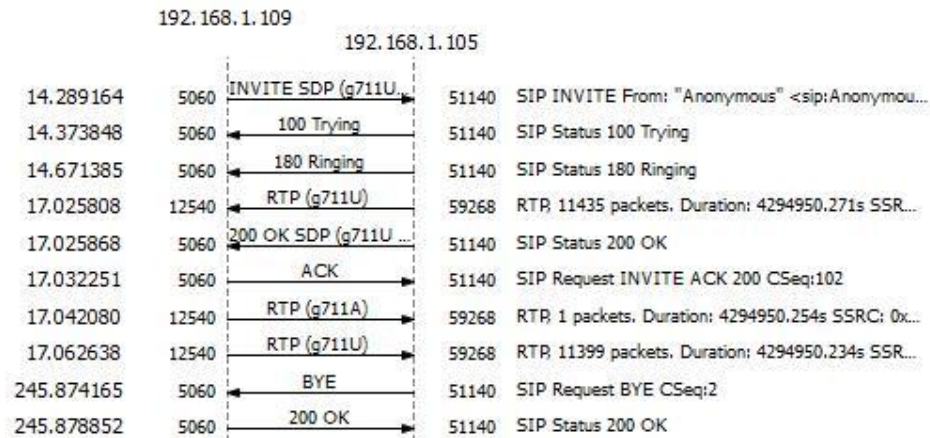


Figura 30: Flux SIP trucada externa

Amb aquestes dues representacions realitzades amb la funcionalitat *Call flow- Flow sequence* verifiquem que tota la negociació i flux de paquets s'ha realitzat de manera correcta.

El següent quadre mostra les dades més rellevants del tràfic de veu i els valors de referència tan en un sentit com en l'altre de la conversa. Cal indicar que els resultats fan referència a la transmissió dels paquets RTP que inclouen els arxius d'àudio, per tant queden exclosos els paquets SIP descrits anteriorment. Així mateix, l'annex 9 inclou gràfiques i més detalls sobre les captures.

Flux	Max Jitter (ms)	Pèrdua de paquets (%)	Retard (ms)	MOS/R-Factor
201 - 203	11,54/100	0(0.00%)/10%	99.88/150-400	4,0/78,3
203 - 201	29,53/100	1(0.01%)/10%	251/150-400	4,0/78,4
Ext.-212	14,17/100	1(0.01%)/10%	132,59/150	3,9/77,4
212-Ext.	11,26/100	0(0.00%)/10%	65,62/150-400	3,9/77,6

- Per al cas de la trucada interna tots els valors que afecten al transport (xarxa) estan bastant per sota del llindar. Únicament es detecta que el retorn (203-201) té valors lleugerament més alts però que no superen en cap cas el llindar. En coherència amb aquests resultats els valors de MOS i R-Factor determinen una qualitat que segons escala és satisfactòria. Concretament entre el rang "Alguns usuaris satisfets" i el rang "Satisfets".
- Altrament, per la comunicació amb l'exterior els valors són molt similars amb una lleugera variació a la puntuació de MOS/R-Factor que mostren una qualitat satisfactòria.

Les captures realitzades no solament inclouen informació del tràfic sino que contenen la conversa i es possible reproduir l'arxiu d'àudio tal qual es va realitzar el dia de l'execució de les proves. En escoltar-lo s'observa una qualitat òptima sense cap efecte rellevant.

6.2 Prova de rendiment: Escalabilitat

Un cop vist el disseny, desplegament i avaluació de qualitat ens queda la darrera etapa, les proves de rendiment. La finalitat d'aquestes proves és determinar quantes trucades simultànies i quina càrrega de processament pot suportar la solució dissenyada amb el hardware i el software escollits. Aquesta informació és important, ja que el sistema està compost d'un únic node que absorbeix tota la càrrega. També és important conèixer si el producte implementat és escalable per una possible ampliació del servei d'atenció a l'usuari per part d'Alentop S.A. Per aquesta finalitat es farà servir el programari lliure SIPp.

Eines i desplegament

SIPp és un programari del tipus client/servidor que s'utilitza com a eina per testejar sistemes mitjançant la generació de tràfic *SIP*. Inclou una sèrie d'escenaris bàsics d'usuari agent (*UAC* i *UAS*) i estableix i allibera múltiples trucades amb les mètodes *INVITE* i *BYE* del protocol *SIP*. A més, es poden llegir arxius *XML* personalitzats d'escenaris que descriuen des d'entorns simples fins a complexos flux de trucades. Compta amb visualització de valors d'estadística sobre l'execució de proves i comptadors, entre d'altres. En definitiva és capaç de simular milers de trucades per a un determinat escenari prèviament definit en arxius amb format *XML*. És possible a més, generar arxius d'àudio personalitzats com tràfic *RTP* durant una trucada imitant així lo màxim possible un entorn en producció real.

Altrament, és necessari mesurar el consum de recursos a la vegada que *SIPp* esta generant tràfic contra el node per conèixer la relació consum/trucades, per exemple. Per aquesta tasca s'ha escollit *Sysstat*, més conegut com *Sar* instal·lat sobre *Centos 7* (On s'executa *Elastix*). No solament proporciona dades sobre els recursos del sistema sino que és possible generar i gestionar els fitxers de dades. A més, si fos necessari *Sar* també ofereix la possibilitat de recollir-les i guardar-les en format *.csv*.

Com a complement es farà servir el programari *KSar* que és una petita aplicació programada en llenguatge *Java* per crear gràfics a partir de les dades recollides per *Sar* i ens permet adaptar les dades per presentar-les d'acord als nostres interessos.

Així, l'escenari de proves està compost per el node principal (*Elastix 4.0*) amb el rol de servidor *SIPp* i un altre equip que farà de client *SIPp* i generarà el tràfic cap al servidor per intentar saturar els recursos.

La següent figura mostra l'arquitectura desplegada incloent el programari i l'escenari escollit per executar *SIPp*. Es detalla tant el tràfic *SIP* (*UAC* cap a Servidor remot) com les capes de programari. Cal tenir en compte que tot el desplegament esta basat en sistemes operatius sobre maquines virtuals. Aquest fet té influència als resultats, però les dades seran prou representatives.

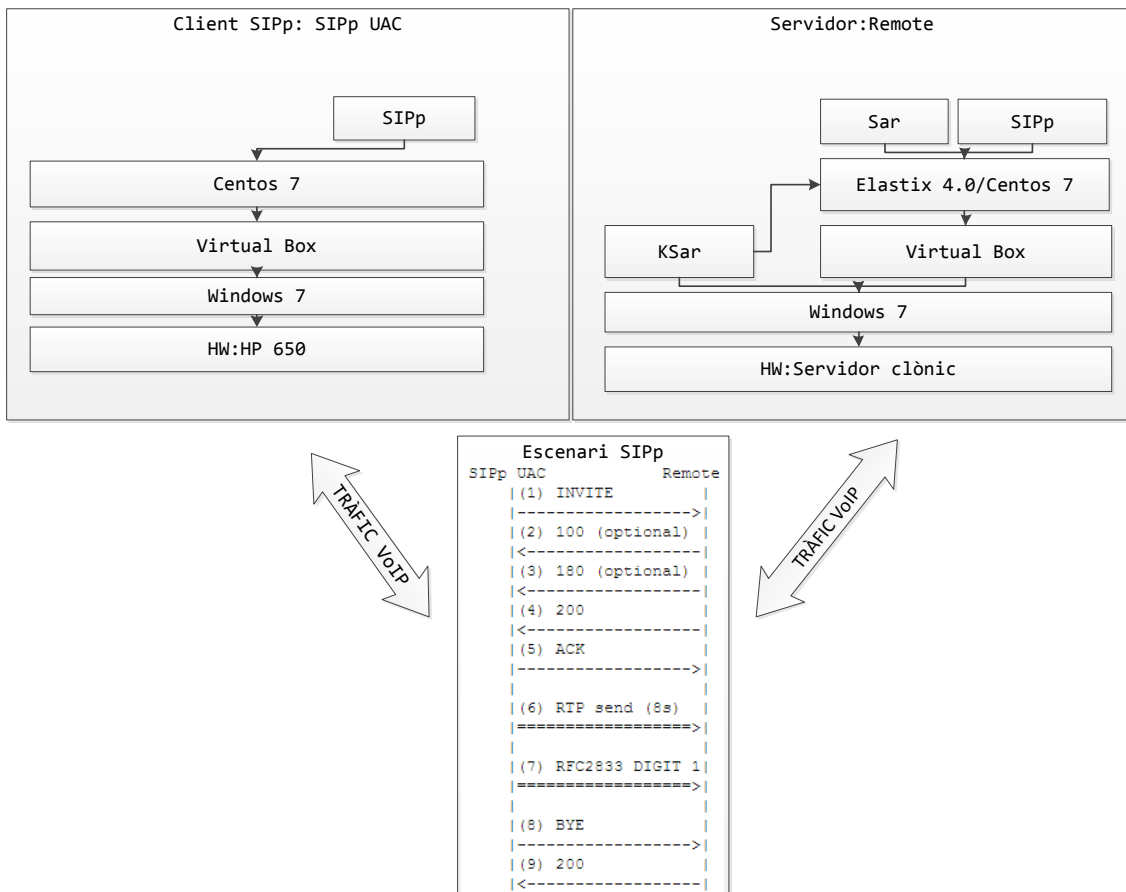


Figura 31: Arquitectura escenari SIPp

Els escenaris prèviament definits per SIPp inclouen també l'ús d'arxius d'àudio (inclús amb còdecs a escollir, G.711,GSM, ets). Cal fixar-se que a l'escenari que es farà servir (uac_pcap.xml) es generarà tràfic RTP amb arxius d'àudio per aproximar la prova a una situació real.

Configuracions prèvies

Per SIPp cal instal·lar prèviament els paquets següents: *make*, *gcc*, compilador *c++*, *openssl-devel*, *libcap-devel*, *ncurses-devel*. (Per comoditat també s'ha instal·lat *wget*). Donat que tant el client com el servidor s'executen sobre CentOS 7 la comanda per realitzar instal·lacions és :

```
yum install X
```

Un cop tenim les dependències hi ha 4 maneres de compilar i instal·lar SIPp:

- **Amb autenticació SIP i suport PCAPplay:** La prova d'estrès requereix autenticació SIP i es generarà tràfic RTP real.
- **Sense autenticació SIP ni suport PCAPplay:** La prova no requereix autenticació SIP i tampoc enviarà tràfic RTP real.
- **Amb autenticació SIP i sense PCAPplay:** La prova requereix d'autenticació SIP però no es generarà tràfic RTP real.

- **Sense autenticació SIP i amb suport PCAPplay.** La prova no requereix d'autenticació SIP però s'enviarà un flux real de tràfic RTP. Aquest és l'escenari escollit i la configuració és la següent:

```
wget https://llocWeb/sipp-3.3.990.tar.gz
gunzip sipp-3.3.990.tar.gz
tar -xvf sipp-3.3-990.tar
cd sipp-3.3-990
./configure --with-pcap
make
```

Ara cal configurar el servidor *Elastix*, concretament fitxers de la distribució *Asterisk 11*. Per evitar errors es necessari modificar el límit màxim de número d'arxius oberts al sistema operatiu. Mitjançant la següent comanda indicarem que el límit serà el màxim permès (65535):

```
ulimit -n unlimited
```

En segon lloc, per gestionar les trucades que rebrà del client SIPp creem l'usuari al servidor amb els paràmetres necessaris als arxius *sip.conf* i *extensions.conf*.

Arxiu *sip.conf*

```
[sipp]
type=friend
context=sipp
host=dynamic
port=6000
user=sipp
allowguest=yes
canreinvite=no
trustrpid=yes
sendrpid=yes
disallow=all
allow=alaw
allow=gsm
allow=ulaw
```

Arxiu *extensions.conf*

```
[from-sip-external]
exten => _.,1,NoOp(Received incoming SIP connection from
unknown peer to ${EXTEN})
exten => _.,n,Set(DID=${IF("${EXTEN:1:2}"=""?)s:${EXTEN}})
exten => _.,n,Goto(s,1)
exten                                     =>
s,1,GotoIf("${ALLOW_SIP_ANON}"="yes")?checklang:noanonymous
```

```

)
exten => s,n(checklang),GotoIf($["${SIPLANG}"!=""]?setlanguage:from-
trunk,${DID},1)
exten => s,n(setlanguage),Set(CHANNEL(language)=${SIPLANG})
exten => s,n,Goto(from-trunk,${DID},1)
exten => s,n(noanonymous),Set(TIMEOUT(absolute)=15)
exten => s,n,Log(WARNING,"Rejecting unknown SIP connection
from ${CHANNEL(recvip)}")
exten => s,n,Answer
exten => s,n,Wait(2)
exten => s,n,Playback(ss-noservice)
exten => s,n,Playtones(congestion)
exten => s,n,Congestion(5)
exten => h,1,Hangup
exten => i,1,Hangup
exten => t,1,Hangup

```

Aquest codi ens permetrà, entre d'altres, gestionar la trucada que es rebrà del client *SIPp*. La trucada es contestada, pausa de 2 segons, executa l'àudio per al cas de no servei i congestió i penja la trucada.

Procediment

Per monitoritzar els recursos s'activarà *Sar* al servidor amb la comanda :

```
sar -o /var/log/sa/elasticxipp 1 3600
```

On:

- El flag `-o` generarà el fitxer "elasticxipp" amb les dades recollides a la ruta `/var/log/sa`.
- 1: indica el número de mostres per segon que es capturen
- 3600: Indica la quantitat de vegades que es prendran captures. És a dir, una mostra per segon durant una hora.

Cal dir que amb aquesta comanda no solament registrem les dades sino que les podem visualitzar en temps real mentre es realitza la prova. Així podem controlar quin nivell d'estrès estem aplicant i quan arriba al límit.

A continuació s'activa el client *SIPp* instal·lat al portàtil *HP* amb *CentOS 7* amb la comanda :

```
./sipp -sn uac_pcap.xml -d 10000 192.168.1.109 -mp 6000 -r
10 -i 192.168.1.124 -trace_stat
```

On les opcions paràmetres ajustables definides són :

- `-sn uac_pcap.xml` : escenari per defecte de *SIPp* amb generació de tràfic amb àudio en codificació G711u. A l'annex 10 s'incorpora el detall de l'arxiu.
- `-d` : Duració de la trucada 10 segons en ms

- IP servidor
- -mp: Port d'escolta local per intercanvi de diàleg *SIP*.
- -r: Rati de trucades, 10 per segon.
- -i : Estableix la IP origen a les capçaleres dels missatges *SIP*.
- -trace_stat: guarda les dades a un arxiu .csv

Per últim, la prova comença amb un *Call Rate* (trucades per segon) de 10 i s'anirà incrementant un punt cada 10 segons aproximadament fins que el monitor *Sar* indiqui que el consum de *CPU* sigui del 100% i el sistema no pugui absorbir més trucades simultànies, és a dir, es saturi.

Altrament, per extreure les dades del *KSar* cal connectar-se via *SSH* i accedir al registre amb la comanda:

```
sar -u -r -f /var/log/sa/elasticxipp
```

On :

- El flag `-u` indica que volem extreure les dades sobre CPU
- El flag `-r` les dades de memòria RAM
- El flag `-f` indica que volem accedir a un arxiu concret
- A continuació s'indica la ruta de l'arxiu creat a les proves.

Resultats

La següent figura mostra els recursos de CPU disponibles durant la realització de la prova: (Gràfic *KSar*)

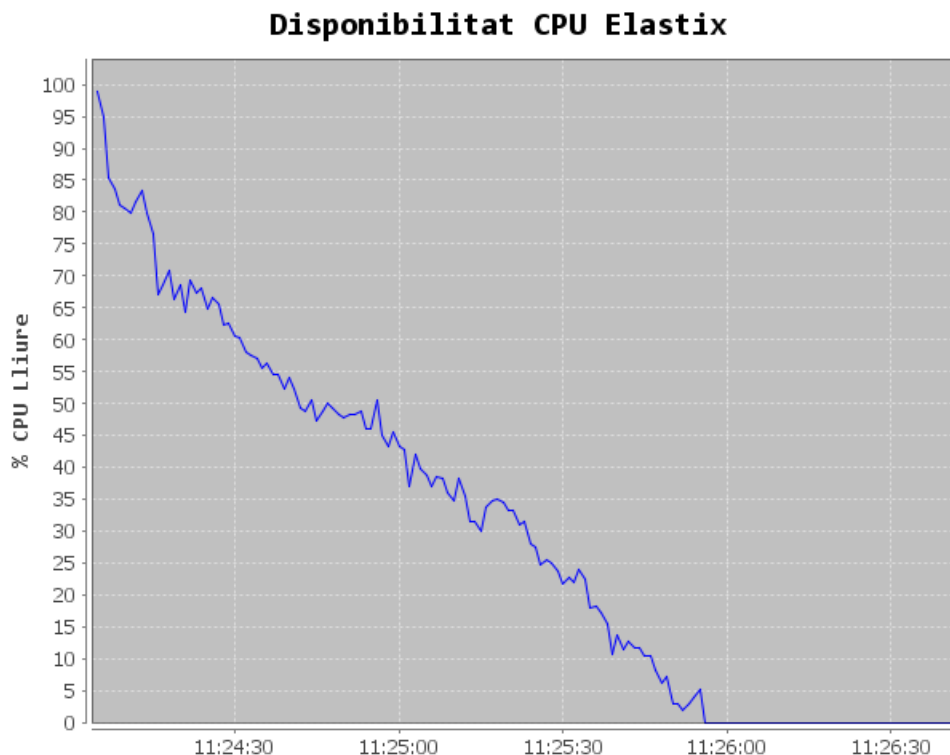


Figura 32: Gràfic *KSar* CPU lliure

Al minut i mig de la prova on el *Call Rate* està a unes 24 trucades per segon i unes 217 trucades simultànies el servidor arriba al consum del 100% de *CPU*.

Altrament, cal dir que la memòria RAM no va superar el 23% d'ús, per tant es pot dir que no va suposar un coll d'ampolla. L'annex 10 incorpora més detall sobre les gràfiques de consum del sistema de les dades recollides per *Sar*.

A continuació, la següent figura mostra una captura de pantalla amb la sortida de *SIPp* en arribar al punt de saturació on es veuen 217 trucades simultànies aconseguides, 2516 trucades totals, els paquets *RTP* intercanviats i el *Call Rate* de 24 cps (trucades per segon) entre d'altres. Observem que els comptadors d'errors "Unexpect-Msg" estan a zero i per tant les trucades s'estan completant correctament tot i que la *CPU* està al 100%.

```

----- Scenario Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Call-rate(length)  Port  Total-time  Total-calls  Remote-host
24.0(10000 ms)/1.000s  5060  132.22 s  2516  192.168.1.109:5060(UDP)

24 new calls during 1.001 s period  1 ms scheduler resolution
216 calls (limit 720)  Peak was 217 calls, after 64 s
0 Running, 1011 Paused, 100 Woken up
0 dead call msg (discarded)  0 out-of-call msg (discarded)
3 open sockets
597012 Total RTP pkcts sent  1431.469 last period RTP rate (kB/s)

      Messages  Retrans  Timeout  Unexpected-Msg
INVITE ----->  2516  0  0
  100 <-----  2516  0  0
  180 <-----  0  0  0
  200 <----- E-RTD1 2516  0  0

ACK ----->  2516  0
  [ NOP ]
Pause [ 8000ms]  2516  0
  [ NOP ]
Pause [ 1000ms]  2324  0
BYE ----->  2300  0  0
  200 <-----  2300  0  0

----- [+-|*|/]: Adjust rate ---- [q]: Soft exit ---- [p]: Pause traffic -----

```

Figura 33: Estadístiques SIPp del test

L'annex 10 incorpora més detalls sobre estadístiques de la prova.

Ara sabem que el sistema desplegat es satura en arribar a les 217 trucades simultànies, però que passa si augmentem el *Call Rate*?. A una de les proves realitzades un cop saturat el sistema s'ha continuat augmentant el *Call Rate* i encara que s'aconsegueix augmentar les trucades simultànies prop d'unues 324 el servidor comença a descartar les peticions, s'experimenten errors i les trucades es tallen.

7. Conclusions

En iniciar el projecte l'objectiu clau era obtenir un producte *Open Source* de *CU* per a PIMEs totalment operatiu mitjançant el desplegament d'*Elastix* i obtenir unes proves de rendiment prou bones com per constatar la seva viabilitat. Un cop finalitzat s'exposen les conclusions.

A l'actualitat, la tecnologia en general esta patint una forta evolució. El programari lliure esta tenint una forta presència en el món corporatiu degut a les garanties que ofereix i els ratis rendiment/preu que disposa. Les comunicacions unificades són una revolució més a l'àmbit de les tecnologies de les telecomunicacions. *Elastix* s'ha posicionat com l'alternativa *Open Source* als productes que ofereix el mercat i aquest treball és una prova més.

Aquest projecte deixa palès que una companyia privada o publica pot apostar per aquest tipus d'alternatives. És innegable que el punt fort d'aquest sistema és la reducció de costos oferint així una qualitat/preu molt important i competitiva. Les dades representatives de l'estudi de viabilitat apunten a un estalvi de més del 80%.

La qualitat de les comunicacions presentades evidencien que ja no cal un gran pressupost per disposar d'un bon servei. Els producte desplegat mostra eficiència per als serveis de correu electrònic, missatgeria instantània i *Call Center*. De les proves de rendiment s'extreuen que el sistema ofereix una qualitat satisfactòria al sistema de veu, sense afectacions per l'estructura de xarxa implementada.

D'altra banda, s'ha validat que és possible absorbir un volum d'unes 217 trucades simultànies sense afectació al servei. Cal tenir en compte que per a 10 usuaris que disposa l'oficina és poc probable que es produeixin 217 trucades concurrents. Tot i així aquestes dades evidencien que és un producte sòlid, robust i escalable per a un entorn d'alts requeriments.

És important notar que un mateix servidor garanteix diferents serveis que fins ara estaven fragmentats, com són el correu, la veu i la missatgeria instantània.

Els punts clau que es recullen a aquest projecte són :

- Reducció de costos per adquisició. (pressupost inicial)
- Reducció de costos recurrents
- Alta escalabilitat.
- Flexibilitat per adaptar-se a qualsevol casuística a un preu competiu.
- Mercat d'eines complementaries competitives.
- Adaptació a noves tendències. (webRTC)
- Gran potencial per a PIMEs.
- Eficàcia a les comunicacions.

Aquest últim punt es important, ja que la virtualització d'*Elastix* no ha tingut impacte al servei i obre un ventall important de possibilitats com per exemple, implementacions al núvol com cada vegada ja es veu més al mercat.

En definitiva, l'escenari desplegat per al client és competitiu, usable, flexible i proporciona bones raons per valorar una plataforma a gran escala basat en productes d'aquest tipus.

8. Glossari

- **VoIP:** Voice over IP. Tecnologia o conjunt de recursos per transmetre la veu a través del protocol IP.
- **Call Center:** Centre de trucades.
- **PBX:** Private Branch Exchange es una central telefònica connectada a la xarxa pública de telefonia per gestionar trucades internes i externes de manera autònoma i normalment amb facilitats afegides.
- **Softphone:** programari amb capacitat per simular un dispositiu telefònic connectat a una centraleta IP.
- **Asterisk:** Programari lliure sota llicència GPL que proporciona les capacitats d'una central telefònica PBX.
- **Open Source:** Codi obert fa referència la programari i distribuït i desenvolupat sense restriccions. Es pot fer servir, modificar i redistribuir gratuïtament.
- **GPLv2:** General Public License. També anomenada GNU es la llicència que garanteix als usuaris finals la llibertat de fer servir, estudiar i compartir el programari.
- **HTML5:** Versió número 5 de l'estàndard del llenguatge bàsic per l'elaboració de pàgines Web.
- **jQuery:** Repositori de codi sota llicència GNUv2 que permet simplificar el processament amb documents HTML entre d'altres.
- **CDR:** Registre de trucades automàticament generats normalment fets servir per realitzar estadístiques i informes sobre les mateixes.
- **Gateway:** Porta d'enllaç que uneix un element intern amb l'exterior.
- **GSM:** Sistema global per a comunicacions mòbils es l'estàndard de la segona generació per a la comunicació mòbil.
- **SIP Firewall:** Dispositiu talla foc fet servir per restringir l'accés al tràfic SIP de la xarxa seguint unes polítiques prèviament definides.
- **SIP:** Protocol d'inici de sessions.
- **H.323:** Protocol per establir sessions audiovisuals sobre xarxes IP.
- **RTP:** Protocol de transport en temps real.
- **RTSP:** Protocol de transmissió en temps real.
- **XDSI:** Xarxa Digital de Serveis Integrats. Es la tecnologia de la xarxa de telefonia digital basada en commutació de circuits.
- **RFC:** Request for Comments és un memoràndum sobre noves recerques i metodologies relacionades amb tecnologies d'Internet.
- **NAT:** Traducció d'adreces de xarxa és el procés per encapsular diferents adreces.
- **IETF:** Internet Engineering Task Force és una organització per entre d'altres desenvolupar estàndards.

- **URI:** Es un identificador unívoc d'un equip o recurs a la xarxa.
- **ITU-T:** International Telecommunications Union es l'organisme especialitzat de les nacions unides que s'encarrega de regular les telecomunicacions. Des de l'espectre radioelèctric fins estàndards d'Internet.
- **ATM:** Tecnologia de telecomunicació per la transferència simultània de dades i veu a través de la mateixa línia.
- **X.25:** Estàndard ITU-T per a xarxes de commutació de paquets
- **PSTN:** Xarxa pública telefònica commutada. La xarxa de telefonia tradicional.
- **RTB:** Xarxa de telefonia bàsica.
- **WAN:** Xarxa d'àrea ampla.
- **LAN:** Xarxa d'àrea local.
- **NGN:** Xarxes de pròxima generació. Evolució de l'actual PSTN basada en el protocol IP.
- **Multicast:** Enviament de la informació a múltiples destins simultàniament.
- **Payload:** Les dades essencials del contingut d'un paquet o unitat de transmissió. També anomenada carrega útil.
- **API:** Interfície de programació d'aplicacions.
- **HUB:** Dispositiu que permet centralitzar cablejat d'una xarxa per la seva distribució.
- **TFTP:** Protocol de transferència d'arxius trivial.
- **ISO:** Format d'arxiu que emmagatzema una còpia exacta d'un sistema d'arxius d'un disc òptic (CD/DVD).
- **Login:** Identificació d'usuari
- **PCM:** Format de codificació d'àudio.
- **Firmware:** Programari a baix nivell amb capacitat de controlar els circuits (hardware) del dispositiu.
- **Dashboard:** Taula d'eines.
- **CLI:** Command line interface. Interfície per interactuar basat en comandes.
- **SSH:** Protocol d'accés a màquines remotes a través d'una xarxa.
- **SMTP:** Simple Mail Transfer protocol es un protocol per intercanviar missatges de correu electrònic entre dos dispositius.
- **SSL/TLS:** Són els protocols per al transport segur a través de la xarxa.

9. Bibliografia

Gartner (2015):: Magic Quadrant for Unified Communications [article en línia]. [Consultat: Març-Maig 2016]. <https://www.gartner.com/>

Gartner (2015):: Critical Capabilities for Corporate Telephony [article en línia]. [Consultat: Març-Maig 2016]. <https://www.gartner.com/>

Gartner (2015):: Magic Quadrant for for Corporate Telephony [article en línia]. [Consultat: Març-Maig 2016]. <https://www.gartner.com/>

Forrester (2014):: Ther total econòmic impact of Cisco Unified computin System.[article en línia].[Consultat: Març-Maig 2016]. <http://www.cisco.com/>

<http://www.exactive.co.uk/sites/default/files/userfiles/files/Forrester-Report-Economic-Impact-Microsoft-Lync-Server.pdf>: [article en línia]:[Consultat: Març-Juny 2016].

SIP: SESSION INITIATON PROTOCOL (2016). Network Working Group [article en línia].[Consultat: Març-Maig 2016]. <https://tools.ietf.org/html/rfc3261>

RTP: REAL TIME PROTOCOL (2016). Network Working Group [article en línia]. [Consultat: Març-Maig 2016]. <https://tools.ietf.org/html/rfc3550>

MOS: Mean Opinion Score (2016). Network Working Group [article en línia]. [Consultat: Març-Maig 2016]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.800-199608-I/es>

JITTER (2016). Network Working Group [article en línia]. [Consultat: Març-Maig 2016]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.823-198811-S/en>

<https://www.w3.org/TR/webrtc/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<https://webrtc.org/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<http://www.palosanto.com/elastix-4-disponible/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<http://www.elastixbook.com/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<http://sipp.sourceforge.net/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<https://sourceforge.net/projects/ksar/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<https://www.centos.org/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

<http://blog.comunicacionesunificadas.es/>::[Consultat: Març-Juny 2016].

10. Annexos

10.1 Annex 1. Pressupostos Elastix i Avaya

Elastix

Hardware

Descripció	Preu unitat	Uds	Total
Servidor Elastix miniUCS o similar	589 €	1	589 €

Alta e instal·lació

Referència	Descripció	Preu u.	Uts	Total
Llicències e instal·lació de software				
Cd. E4.0	Instal·lació Elastix	250 €		250 €
Cd.CC	Instal·lació Call Center	150 €		150 €
Cd.Soft	LlicènciaSoftphone Zoiper/X-lite (opcional)	35 €		350 €
Total Llicències e instal·lació de software				750 €
Serveis de configuració i formació				
Cd.Conf	Configuració Elastix (1-2 jornades)			500 €
	Centraleta Asterix (extensions, línies, rutes, ets)			
	Configuració Correu, MI, WebRTC, Softphones			
	Configuració terminals Avaya 1120			
	Configuració Call Center			
Cd.for	Formació Administració Elastix (1 jornada)	200 €		200 €
Cd.forcc	Formació Call Center i reporting (1/2 jornades)	200 €		200 €
Total Serveis de configuració i formació				900 €
Proveïdor de Servei per Veu (VSP)				
	Telsome SIP trunk 10			7 €
	1 número directe			
Total Serveis de configuració i formació				7 €
Total				1657 €

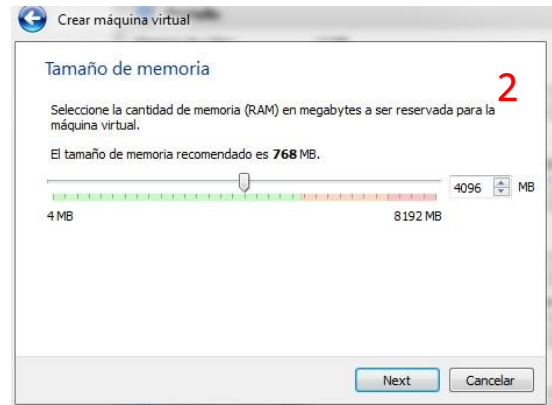
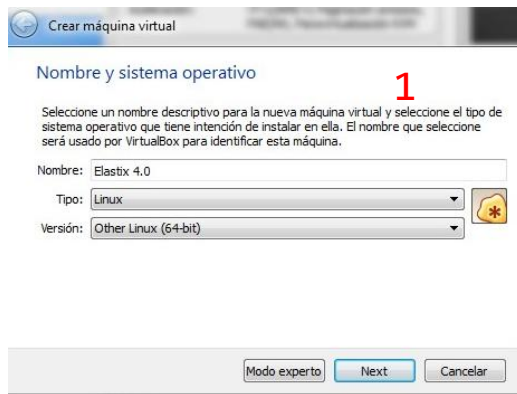
Quotes mensuals

Referència	Descripció	Preu	Uts	Total
Recursos Telefonía (Telsome)				
Cd.tf	Tarifa	1,8 cts/min.	5.000	90 €
Manteniment				
Cd.man	Manteniment 8x5		1	90 €
Total				180 €

Avaya

DESCRIPCIÓ	UNITARI/€	Unitats	TOTAL/€
AVAYA COMMUNICATIONS SOLUTION	- €	1	- €
IP OFFICE SERVER EDITION MODEL	- €	1	-€
IP OFFICE R9+ AVAYA IP ENDPOINT 1 PLDS LIC:CU	35,91 €	10	359,1 €
IP OFFICE R9+ SIP TRUNK 1 PLDS LIC:CU	35,91 €	10	359,1 €
R210 II XL SRVR IPO SE EXP	1.925,72 €	1	1.925,72 €
IP OFFICE R9+ IP OFFICE CONTACT CENTER BASE SERVER EDITION LIC:DS	1.051,45 €	1	1.051,45 €
IP OFFICE R9+ IP OFFICE CONTACT CENTER SUPERVISOR LIC:DS	561,86 €	1	561,86 €
IP OFFICE R9.1 SERVER EDITION PLDS LIC:DS	1.489,75 €	1	1.489,75 €
IP OFFICE R9+ IP OFFICE CONTACT CENTER VOICE AGENT LIC:DS	312,40 €	8	2.499,20 €
POWER CORD EUROPE	11,36 €	1	11,36 €
IP PHONE 96XX REPLACEMENT LINE CORD	6,46 €	8	51,67 €
POWER ADAPTER FOR 1600 IP PHONES 5V EU	5,22 €	8	41,79 €
1608-I IP DESKPHONE GLOBAL ICON ONLY	116,34 €	8	930,73 €
IP OFFICE/IP OFFICE SELECT R9.1 LINUX INSTALLATION DVD	9,79 €	1	9,79 €
Implantació Solució IPOCC	2.044,72 €	1	2.044,72 €
Borsa de 10 hores en Remot (Suport a Agents i Supervisor)	52,53 €	10	525,30 €
Millora de garantia 1er any	1.180,60 €	1	1.180,60 €
IMPORT TOTAL SENSE IMPOSTOS			13709,65 €

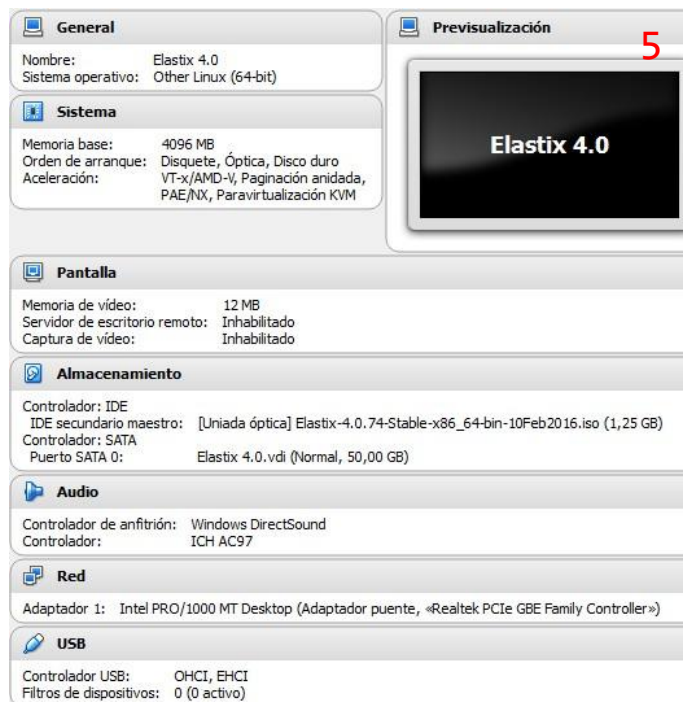
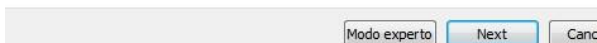
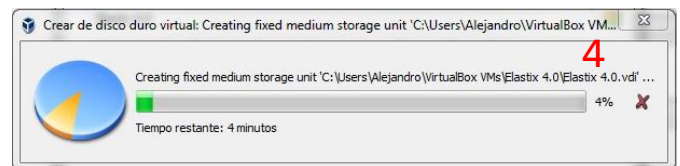
10.2 Annex 2. Instal·lació maquina virtual



Tipo de archivo de disco duro

Seleccione el tipo de archivo que quiere usar para el nuevo disco duro virtual. Si no necesita usar con otro software de virtualización puede dejar esta configuración sin cambiar.

- VDI (VirtualBox Disk Image)
- VMDK (Virtual Machine Disk)
- VHD (Virtual Hard Disk)
- HDD (Parallels Hard Disk)
- QED (QEMU enhanced disk)
- QCOW (QEMU Copy-On-Write)

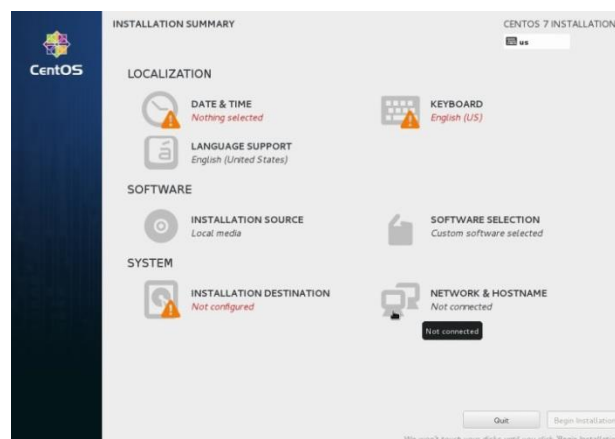


10.3 Annex 3. Instal·lació Elastix

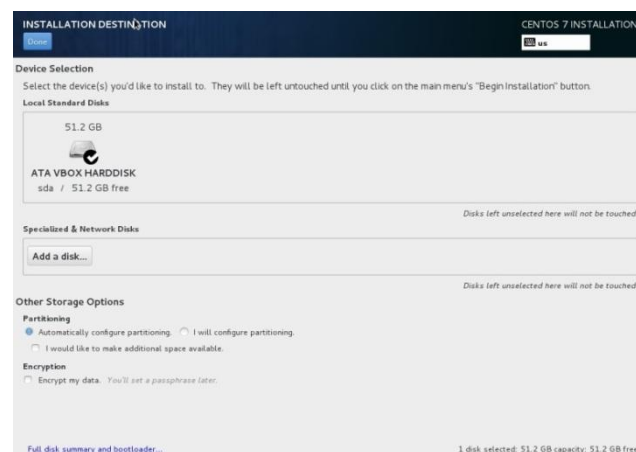
En iniciar la maquina Elastix 4.0 disposem de la següent imatge per procedir a la instal·lació:



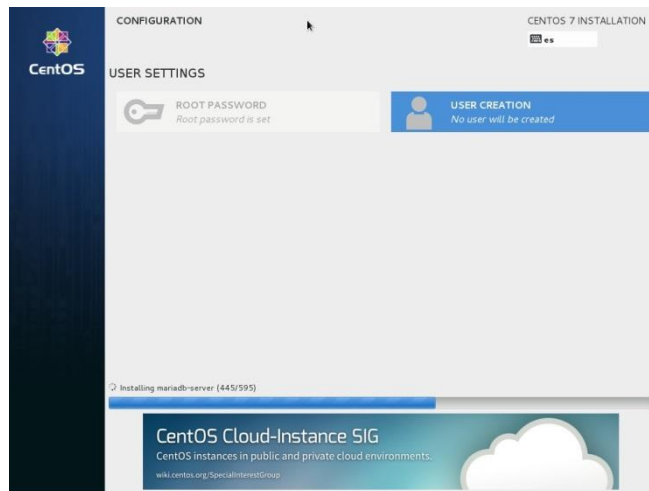
Seleccionem “*Install Elastix 4*” per procedir i ens apareix la següent imatge per configurar alguns paràmetres del sistema operatiu de la distribució (CentOS 7)



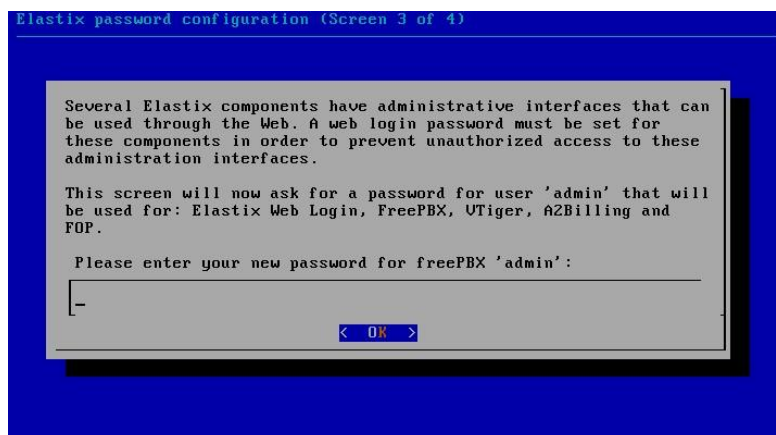
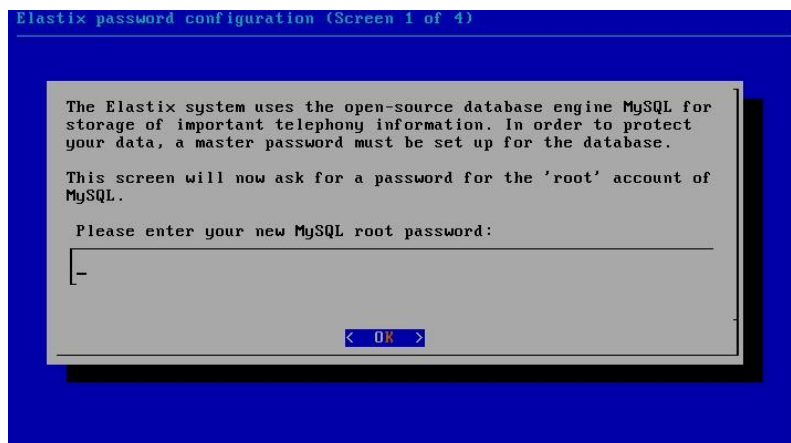
A priori, configurem la zona horària, i si es requereix es pot incloure un servidor NTP, el llenguatge del teclat i la ubicació de la instal·lació (imatge).



A continuació es crea, si és convenient, l'usuari i es configura la contrasenya de l'usuari **root** que ens donarà privilegis d'administració.



El procés d'instal·lació continuarà desatès fins la configuració de les contrasenyes per la base de dades *MySQL* i de les diferents interfícies com per exemple la interfície web:



A la següent pantalla que apareix introduïm la contrasenya d'usuari root i ens retornarà:

```
CentOS Linux 7 (Core)
Kernel 3.10.0-229.14.1.el7.x86_64 on an x86_64

localhost login: root
Password:
Last login: Sun Apr 17 16:59:36 on

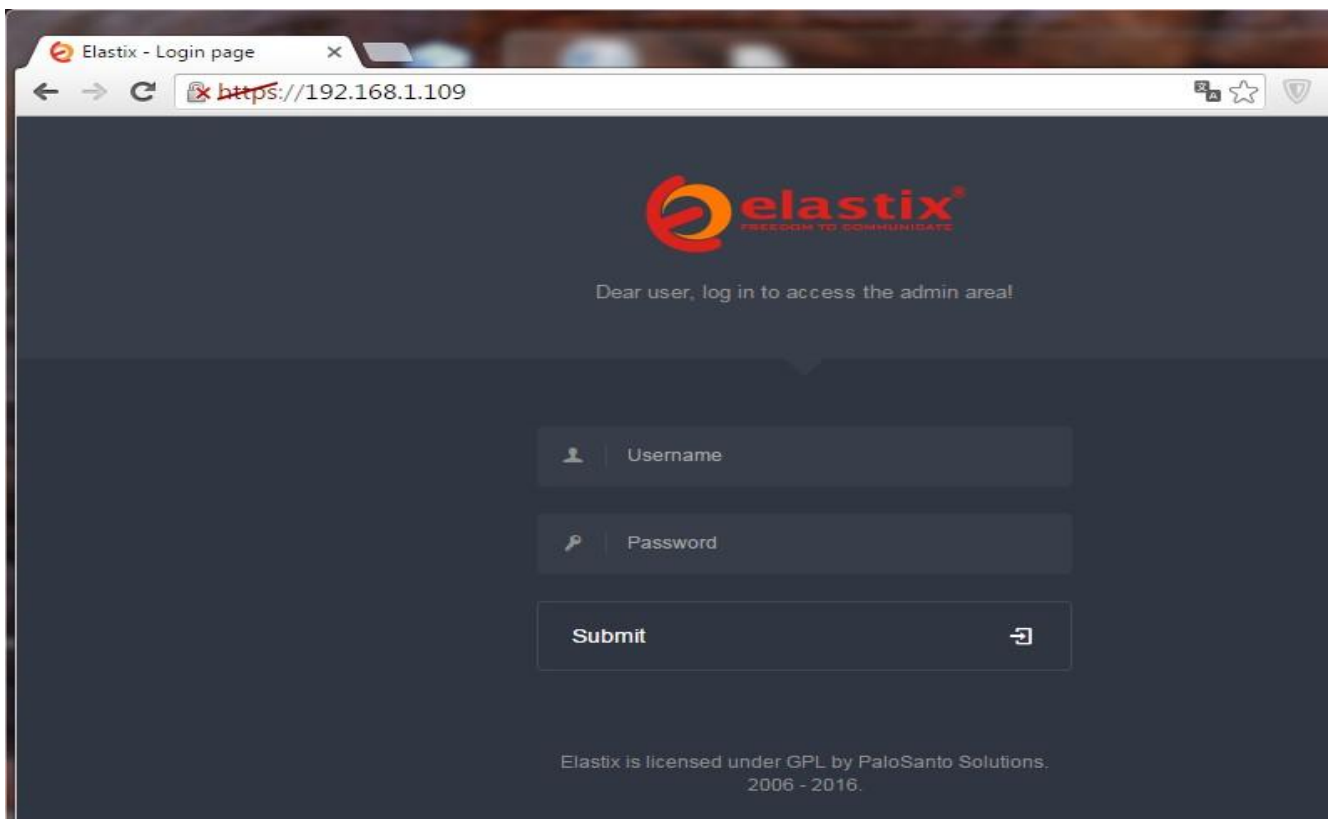
Welcome to Elastix
-----

Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.1.109

[root@localhost ~]# _
```

Com indica el missatge ja tenim accessible la plataforma des de la URL **http://192.168.1.109** a través d'un navegador web:



10.4 Annex 4. Configuracions Asterisk

- **Extensions SIP**

A través de la interfície web (<http://192.168.1.109>) al mòdul PBX/Configuració PBX/extensions podem crear una extensió SIP. Les següents imatges mostren part del formulari a omplir per crear-la i el llistat creat, respectivament.

Add SIP Extension

- Add Extension

User Extension	<input type="text" value="215"/>
Display Name	<input type="text" value="Atenció al client"/>
CID Num Alias	<input type="text"/>
SIP Alias	<input type="text"/>
- Extension Options	
Outbound CID	<input type="text"/>
Asterisk Dial Options	<input type="text" value="tr"/> <input type="checkbox"/> Override
Ring Time	<input type="text" value="Default"/>
Call Forward Ring Time	<input type="text" value="Default"/>
Outbound Concurrency Limit	<input type="text" value="No Limit"/>
Call Waiting	<input type="text" value="Disable"/>
Internal Auto Answer	<input type="text" value="Disable"/>

Miguel A Polo <201>
Guillem Rull <202>
Laia Nieto <203>
Javier Lopez <204>
David Martinez <205>
Agent 1 <210>
Agent 2 <211>
Agent 3 <212>
Agent 4 <213>
Agent 5 <214>

- **Cues**

Al mateix bloc “PBX configuration” de Elastix creem la cua omplint el formulari el qual la següent captura mostra una part amb els elements més importants comentats a la memòria. La resta es deixaran per defecte.

Queue: 209

Used as Destination by 1 Object:

Edit Queue

Queue Name:	<input type="text" value="Contact Center"/>
Queue Password:	<input type="text"/>
Generate Device Hints:	<input type="checkbox"/>
Call Confirm:	<input type="checkbox"/>
Call Confirm Announce:	<input type="text" value="Default"/>
CID Name Prefix:	<input type="text"/>
Wait Time Prefix:	<input type="text" value="No"/>
Alert Info:	<input type="text"/>
Static Agents:	<input type="text" value="210,0
211,0
212,0
213,0
214,0"/>
Extension Quick Pick	<input type="text" value="(pick extension)"/>
Dynamic Members:	<input type="text"/>
Extension Quick Pick	<input type="text" value="(pick extension)"/>
Restrict Dynamic Agents	<input type="text" value="Yes No"/>
Agent Restrictions	<input type="text" value="Call as Dialed"/>
General Queue Options	
Ring Strategy:	<input type="text" value="ringall"/>

- **IVR**

També a “*PBX Configuration*” es troba el formulari per configurar el IVR. La següent captura mostra els paràmetres definits per a la solució dissenyada i més endavant especificat al punt 5.2.3.

Edit IVR: Recepcio

Used as Destination by 1 Object: [?](#)
 Delete IVR: Recepcio

- IVR General Options

IVR Name [?](#)

IVR Description [?](#)

- IVR Options (DTMF)

Announcement [?](#)

Direct Dial [?](#)

Timeout [?](#)

Invalid Retries [?](#)

Invalid Retry Recording [?](#)

Append Announcement on Invalid [?](#)

Return on Invalid [?](#)

Invalid Recording [?](#)

Invalid Destination [?](#)

Timeout Retries [?](#)

Timeout Retry Recording [?](#)

Append Announcement on Timeout [?](#)

Return on Timeout [?](#)

Timeout Recording [?](#)

Timeout Destination [?](#)

Return to IVR after VM [?](#)

- IVR Entries

Ext	Destination		Return ?	Delete
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Extensions"/>	<input type="text" value="<203> Laia Nieto"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="Extensions"/>	<input type="text" value="<201> Miguel A Polo"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="Queues"/>	<input type="text" value="Contact Center <209>"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text" value="digits pressed"/>	<input type="text" value="== choose one =="/>		<input type="checkbox"/>	

- **Conferències**

Per configurar les conferències permanents al mateix bloc hi ha la pestanya “Conferences” on omplim els paràmetres més importants. La resta romandran per defecte:

- **Conference Number:** Número identificatiu per accedir a la conferència.
- **Conference Name:** Descripció de la conferència
- **User PIN:** Contrasenya d’usuari per accedir.
- **Admin PIN:** contrasenya de l’administrador, normalment el moderador.
- **Leader wait: Yes.** La conferència no s’inicia si l’administrador no ha accedit.

- **User count: Yes.** Cada cop que un usuari s'afegeix es reproduïx una locució dient el número de usuaris que han accedit.
- **User join/leave: Yes.** Cada cop que un usuari entra o abandona la reunió es reproduïx una locució indicant l'usuari i l'acció.

Add Conference

Add Conference

Conference Number:

Conference Name:

User PIN:

Admin PIN:

Conference Options

Join Message:

Leader Wait:

Talker Optimization:

Talker Detection:

Quiet Mode:

User Count:

User join/leave:

Music on Hold:

Music on Hold Class:

Allow Menu:

Record Conference:

Maximum Participants:

Mute on Join:

Per al cas de les conferències no permanents des del menú *PBX* bloc “*Conference*” qualsevol usuari amb accés pot crear una reunió i decidir la data i el temps de duració, com a exemple :

🏠 PBX / Conference

Conference Name: *

Moderator PIN:

User PIN:

Start Time: *

Conference Number: *

Conference Owner:

Moderator Options: Announce Record

User Options: Announce Listen Only Wait for Leader

Duration (HH:MM): :

Max Participants: *

- **Ring Group**

Al bloc “*PBX configuration*” pestanya Ring Group es configuren seguint el formulari que adjuntem a continuació on els paràmetres més rellevants són :

- **Ring-Group Number:** identificació numèrica del grup.
- **Group Description:** Descripció del grup.
- **Extension List:** Extensions que participen al grup. Per al Departament Tècnic 203,204 i per al Departament Comercial 201,202.

- **Destination if no answer:** En cas de que la trucada no sigui atesa es desviarà cap a la cua d'agents del Call Center.

Add Ring Group

Add Ring Group

Ring-Group Number: 100
 Group Description: Departament Tècnic
 Ring Strategy: ringall
 Ring Time (max 300 sec): 20
 Extension List: 203, 204
 Extension Quick Pick: (pick extension)
 Announcement: None
 Play Music On Hold?: Ring
 CID Name Prefix:
 Alert Info:
 Ignore CF Settings:
 Skip Busy Agent:
 Enable Call Pickup:
 Confirm Calls:
 Remote Announce: Default
 Too-Late Announce: Default

Change External CID Configuration

Mode: Default
 Fixed CID Value:
 Call Recording

Record Calls: Always On Demand Never

Destination if no answer:
 Queues Contact Center <209>

Add Ring Group

Add Ring Group

Ring-Group Number: 101
 Group Description: Departament Comercial
 Ring Strategy: ringall
 Ring Time (max 300 sec): 20
 Extension List: 201, 202
 Extension Quick Pick: (pick extension)
 Announcement: None
 Play Music On Hold?: Ring
 CID Name Prefix:
 Alert Info:
 Ignore CF Settings:
 Skip Busy Agent:
 Enable Call Pickup:
 Confirm Calls:
 Remote Announce: Default
 Too-Late Announce: Default

Change External CID Configuration

Mode: Default
 Fixed CID Value:
 Call Recording

Record Calls: Always On Demand Never

Destination if no answer:
 Queues Contact Center <209>

- **Follow me**

Al formulari per configurar aquesta facilitat indiquem la Follow-Me List per derivar les trucades no contestades cap al Departament Comercial segons requeriments de l'Alentop S.A. A més, s'indica el desviament cap al Call Center en cas de no contestar. La resta de valors es deixen per defecte.

Follow Me: 205

Edit Extension 205
 Delete Entries

Edit Follow Me

Disable:
 Initial Ring Time: 0
 Ring Strategy: ringallv2
 Ring Time (max 60 sec): 20
 Follow-Me List: 101
 Extension Quick Pick: (pick extension)
 Announcement: None
 Play Music On Hold?: Ring
 CID Name Prefix:
 Alert Info:

Call Confirmation Configuration

Confirm Calls:
 Remote Announce: Default
 Too-Late Announce: Default

Change External CID Configuration

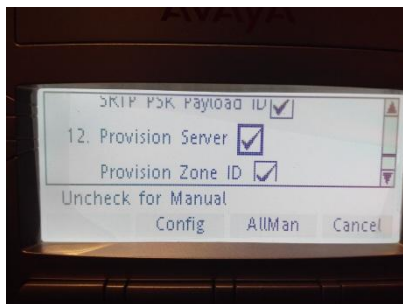
Mode: Default
 Fixed CID Value:
 Destination if no answer:
 Queues Contact Center <209>

10.5 Annex 5. Upgrade Avaya 1120

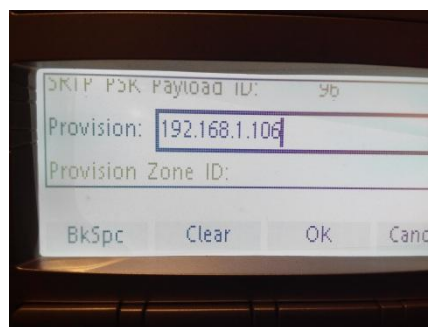
1. S'instal·la el programari 3C Daemon versió 2.0 revisió 10 i es crea el directori TFTP Root amb l'arxiu 1120e.cfg i el firmware SIP **SIP1120e04.04.10.00.bin**
2. El contingut de l'arxiu 1120e.cfg es detalla a continuació i conté les instruccions que ha de seguir el terminal per actualitzar-se:

```
[FW]
DOWNLOAD_MODE FORCED
VERSION SIP1120e04.04.10.00
FILENAME SIP1120e04.04.10.00.bin
PROTOCOL TFTP
SERVER_IP 192.168.1.106
SECURITY_MODE 0
```

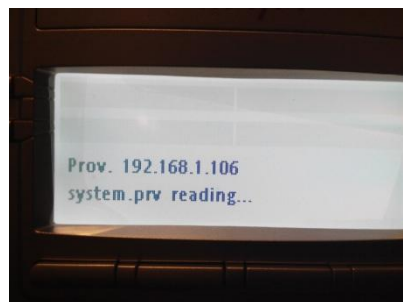
3. Abans de realitzar el canvi de firmware cal restaurar el dispositiu amb els valors de fàbrica. Per aquesta tasca s'introdueix el següent codi, ****73639MAC##**
4.
 - Per introduir la mac les lletres A,B i C es substitueixen per el número 2, i les lletres D,E, F per el número 3.
5. Un cop executat configurem el terminal la direcció del servidor TFTP per aprovisionar el nou firmware.



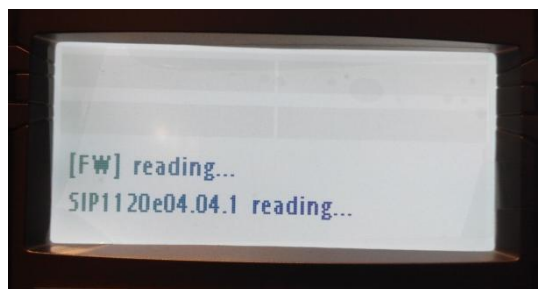
1. Accedim al punt "Provision Server"



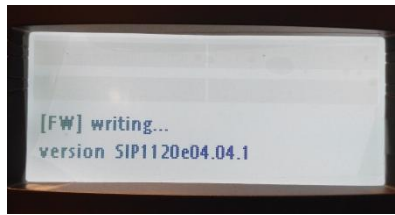
2. Configurem la IP del servidor



3. Accés al servidor TFTP



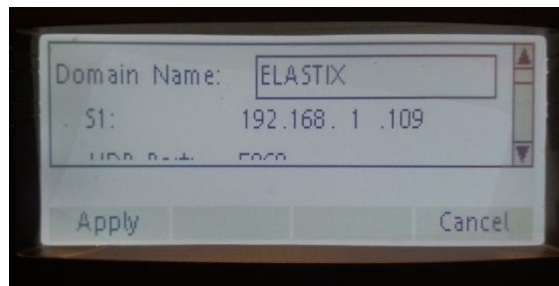
4. Descarrega del firmware SIP



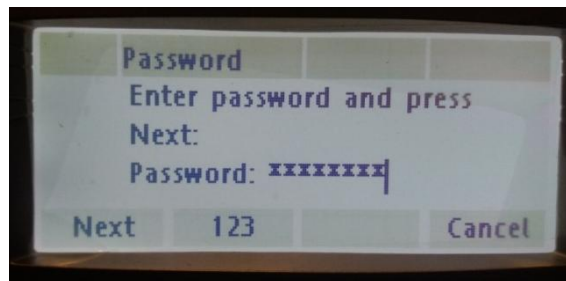
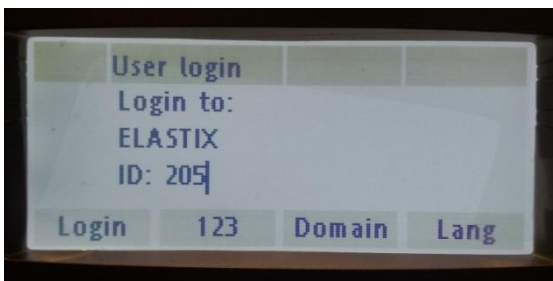
5. Instal·lació firmware

Ja esta disponible el nou firmware i en reiniciar-se només cal iniciar sessió amb el compte SIP associat. Així, un cop introduïts els paràmetres "login ID", "Password" i "Domain" el telèfon es registra al servidor Elastix desplegat.

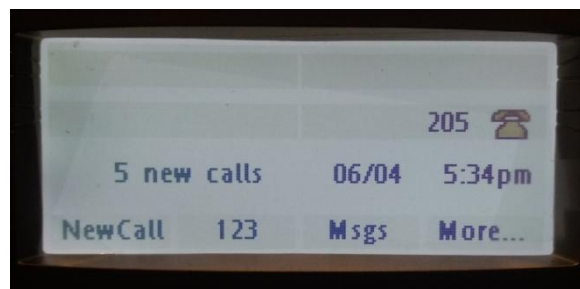
- Configuració de servidor:



- Compte SIP de l'extensió 205:



- Extensió 205 registrada:



10.6 Annex 6. Correu electrònic

1. Creació del domini:



Save Cancel

Domain name:

2. Comptes : nom de la bústia, quota d'espai al disc dur i contrasenya



Home Email / Accounts

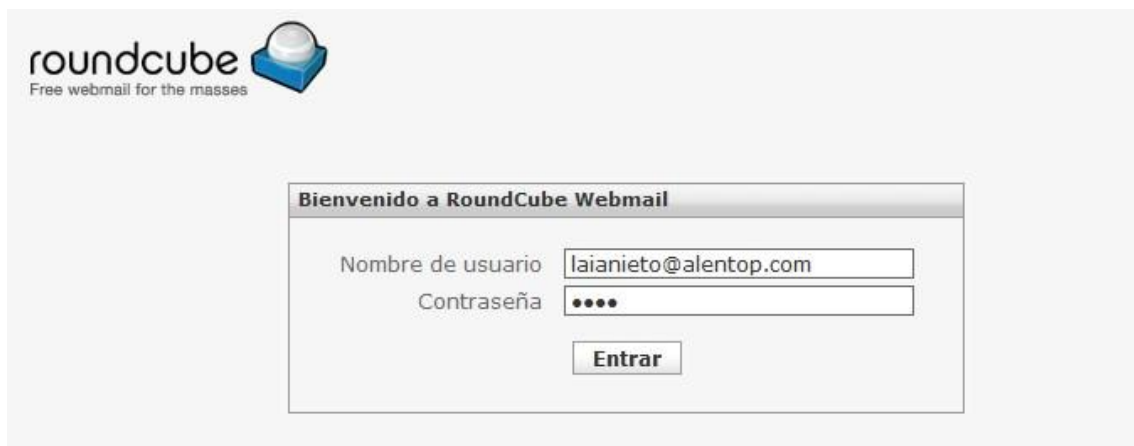
Save Cancel * Required

Account File Upload

Email Address: * @alentedtop.com Quota (KB): *

Password: * Retype password: *

3. Inici de sessió: Ruta Email/Webmail de la interfície web del servidor.



roundcube Free webmail for the masses

Bienvenido a RoundCube Webmail

Nombre de usuario

Contraseña

Entrar

4. Safata per la gestió del correu:



roundcube Free webmail for the masses

Correo Contactos Configuración Cerrar sesión

Filtrar: Todos

Bandejas	Asunto	Remitente	Fecha	Tamaño
Entrada	Bienvenida Laia	atencionusuarios@alento...	Hoy 17:15	769 B

10.7 Annex 7. Configuració Openfire

1. Seleccionem el domini i els ports.

Configuración del Servidor

A continuación se muestra la configuración del servidor. Nota: el valor sugerido para el dominio está basado en la configuración de la red en esta máquina.

Dominio:

Puerto de la Consola de Administración:

Puerto de la Consola de Administración Segura:

2. Seleccionem tipus base de dades, en aquest cas *MySQL*, i modifiquem les dades del domini i nom de la base de dades (“openfire”) que s’ha definit anteriorment per consola.

Drivers Predefinidos:

Clase del Driver JDBC:

URL de la Base de Datos:

Nombre de usuario:

Contraseña:

Minimum Connections:

Maximum Connections:

Tiempo de Vida de la Conexión: Days

Nota: la conexión a la base de datos puede tardar entre 30 y 60 segundos.

3. Seguidament es configura el compte del servidor:

Cuenta del Administrador

Ingrese la configuración para la cuenta del administrador del sistema (nombre de usuario "admin"). Es importante elegir una contraseña que no pueda ser adivinada fácilmente, por ejemplo que tenga al menos seis caracteres y una mezcla de letras y números. Puede saltar este paso si ya ha configurado su cuenta de administrador (no recomendado para usuarios inexpertos).

Email del Administrador:

Una dirección de email válida para la cuenta del administrador.

Nueva Contraseña:

Confirme la Contraseña:

4. Ja està configurat el servidor correctament amb les següents especificacions:

Propiedades del Servidor
 Tiempo de Actividad del Servidor: 13 minutos -- started 25-may-2016 20:11:57
 Versión: Openfire 3.7.1
 Ruta al servidor: /opt/openfire
 Nombre del Servidor: localhost.localdomain

Ambiente
 Versión de Java: 1.6.0_24 Sun Microsystems Inc. -- OpenJDK 64-Bit Server VM
 Servidor de Aplicaciones: jetty/7.0.2-SNAPSHOT
 Host Name: localhost.localdomain
 SO / Hardware: Linux / amd64
 Idioma / Huso Horario: es / Hora de Europa Central (1 GMT)
 Memoria de Java  25.14 MB of 916.44 MB (2.7%) used

5. A partir d'aquí iniciem sessió per configurar els usuaris i les prestacions requerides:




openfire **Consola de Administración**

admin
 usuario contraseña

Openfire, Versión: 3.7.1

Lista de Usuarios

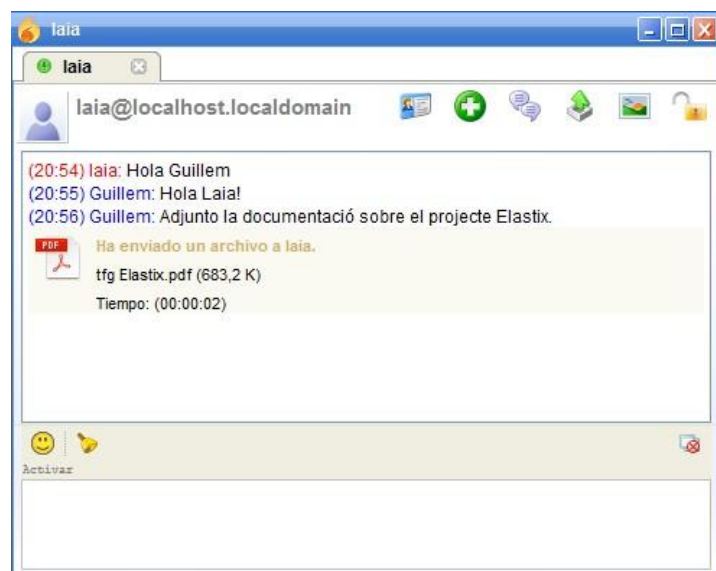
Total de Usuarios: 3 -- Ordenados por Nombre de Usuario -- Usuarios por página: 100

	Conectado	Usuario	Nombre	Creado	Última Salida	Editar	Borrar
1		admin ★	Administrator	25-may-2016			
2		guillem	Guillem	25-may-2016			
3		laia	Laia Nieto	25-may-2016	9 días, 20 horas, 1 minuto		

6. Un cop es té el servidor enllestit s'instal·la el client Spark a cada usuari i s'inicia sessió amb les dades creades al servidor:



7. A continuació es mostra una conversa entre dos usuaris compartint documents :



10.8 Annex 8. Call Center

- 1- Al bloc Addons es troba disponible els repositoris per instal·lar automàticament el mòdul Call Center – 2-2-0-16. Tot i així , ens connectem per consola via Putty i executem la comanda `yum install elastix-callcenter`. La següent figura mostra el procés d'instal·lació :

```
[root@localhost ~]# yum install elastix-callcenter
Loaded plugins: fastestmirror
Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: centos.mirrors.cw.ru.net
 * commercial-addons: repo.elastix.org
 * elastix-base: repo.elastix.org
 * elastix-extras: repo.elastix.org
 * elastix-updates: repo.elastix.org
 * epel: ftp.umma.es
 * extras: ftp.pasteur.fr
 * updates: ftp.pasteur.fr
Resolving Dependencies
--> Running transaction check
--> Package elastix-callcenter.noarch 0:2.2.0-16 will be installed
--> Finished Dependency Resolution

Dependencies Resolved

-----
Package                                     Arch
-----
Installing:
elastix-callcenter                         noarch
Transaction Summary
-----
Install 1 Package

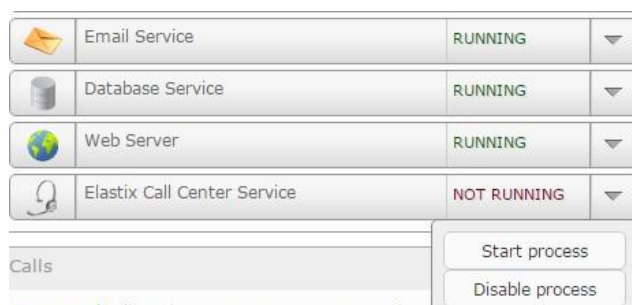
Total download size: 5.4 M
Installed size: 8.0 M
Is this ok [y/d/N]: [

Downloading packages:
elastix-callcenter-2.2.0-16.noarch.rpm
Running transaction check
Running transaction test
Transaction test succeeded
Running transaction
  Installing : elastix-callcenter-2.2.0-16.noarch
INFO: No existe agent.queue en base de datos call_center. No se hace nada.
INFO: Ya existe calls.dnc en base de datos call_center.
INFO: Ya existe call_entry.id_campaign en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.date_init en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.agent en base de datos call_center.
INFO: Ya existe call_entry.trunk en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.failure_cause en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.datetime_originate en base de datos call_center.
INFO: Ya existe agent.eccp_password en base de datos call_center.
INFO: Ya existe campaign.id_url en base de datos call_center.
INFO: Ya existe campaign_entry.id_url en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.trunk en base de datos call_center.
INFO: Ya existe agent.type en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.scheduled en base de datos call_center.
INFO: Ya existe audit.agent_break_datetime en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.datetime_init en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.datetime_entry_queue en base de datos call_center.
INFO: Ya existe call_entry.datetime_init en base de datos call_center.
INFO: Ya existe call_entry.datetime_entry_queue en base de datos call_center.
INFO: Ya existe dont_call.callerid en base de datos call_center.
INFO: Ya existe agent.agent_type en base de datos call_center.
INFO: Ya existe calls.campaign_date_schedule en base de datos call_center.
The menus have been removed
Verifying : elastix-callcenter-2.2.0-16.noarch

Installed:
elastix-callcenter.noarch 0:2.2.0-16

Complete!
```

- 2- Un cop instal·lat iniciem el servei des de la Dashboard:



- 3- Creació d'usuaris d'accés al servidor. Tots els agents tindran accés a la plataforma de Call Center a través de la interfície web del servidor per solament amb accés a la consola d'agent. Per aquest propòsit es crea un grup amb permisos de Call Center.

Creació del grup

System / Users / Groups

Save Cancel

Group: * CallCenter

Description: * Call center

Assignació de permisos

agent_console Agent Console

Creació d'usuaris assignant al grup "Call Center"

System / Users / Users

Save Cancel

Login: * agent1 Name (Ex. John Doe): Agent 1

Password: * Password: * Retype password: *

Group: * Contact Center Extension: 210

Ara els agent poden accedir via web al servidor per interactuar amb la seva consola d'agents.

- 4- Creació agents del mòdul Call Center. Al bloc "Agent Options" es creen els agents identificats amb un número. Aquestes credencials serviran per accedir a la cua corresponen des del dispositiu i enregistrar la seva activitat.

Call Center / Agent Options / Agents

New Agent

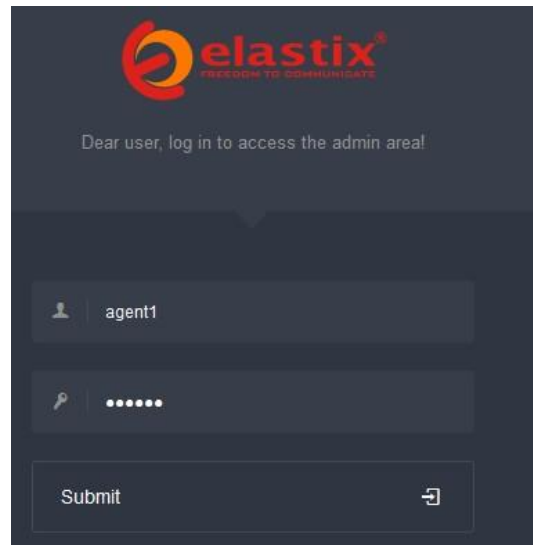
Save Cancel

Agent Number: * 101 Name: * Agent 1

Password: * Password: * Retype password: *

	Configure	Number	Name	Status	Options
<input type="radio"/>	✓	110	Agent 1	Off Line	[Edit]
<input type="radio"/>	✓	111	Agent 2	Off Line	[Edit]
<input type="radio"/>	✓	112	Agent 3	Off Line	[Edit]
<input type="radio"/>	✓	113	Agent 4	Off Line	[Edit]
<input type="radio"/>	✓	114	Agent 5	Off Line	[Edit]
	Configure	Number	Name	Status	Options

5- L'agent ja pot iniciar sessió a la consola d'agent:

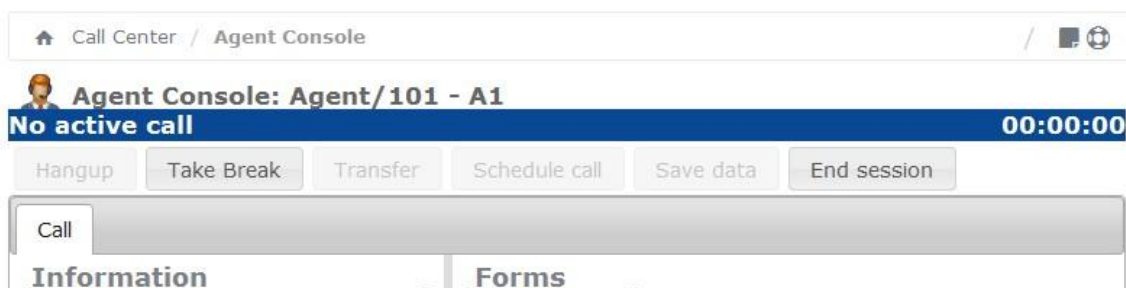


The image shows the Elastix login interface. At the top is the Elastix logo with the tagline 'FREEDOM TO COMMUNICATE'. Below the logo, it says 'Dear user, log in to access the admin area!'. There are two input fields: one for the username 'agent1' and one for the password, which is masked with dots. A 'Submit' button is located at the bottom right of the login area.



The image shows the 'Welcome to Agent Console' screen. It prompts the user to 'Please select your agent number and your extension'. There are two dropdown menus: 'Agent Number' set to 'Agent/101 - A1' and 'Extension' set to 'SIP/211'. There is a 'Callback Login' checkbox which is currently unchecked. A blue 'Enter' button is positioned below the dropdowns.

6- Finalment, en iniciar sessió es rep una trucada al terminal i en despenjar s'introdueix la contrasenya d'agent seguit de #. Ara l'agent ja està operatiu per rebre trucades i quan entri a la cua automàticament serà atesa per l'agent.

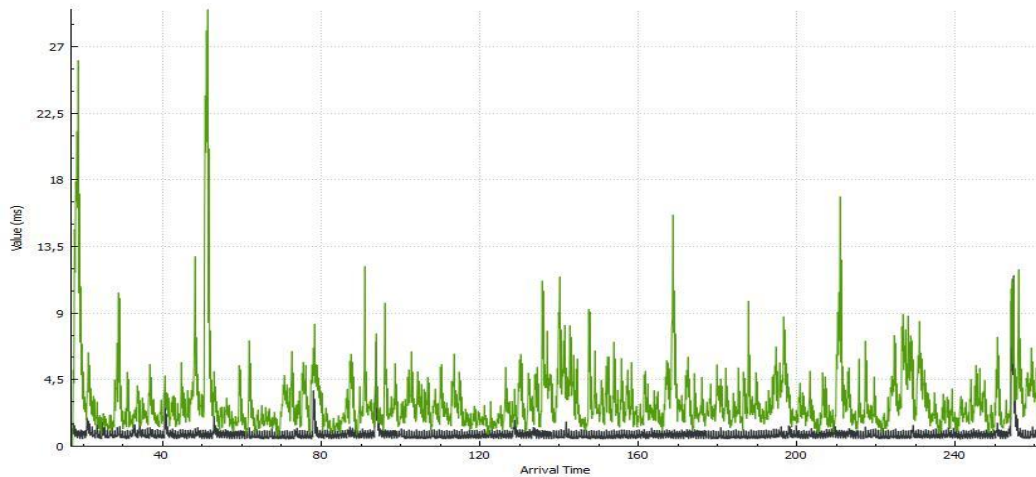


The image shows the Agent Console dashboard. At the top, there is a breadcrumb 'Call Center / Agent Console'. Below that, the user's profile is shown as 'Agent Console: Agent/101 - A1'. A blue status bar indicates 'No active call' and a timer shows '00:00:00'. Below the status bar are several buttons: 'Hangup', 'Take Break', 'Transfer', 'Schedule call', 'Save data', and 'End session'. At the bottom, there are two tabs: 'Information' and 'Forms'.

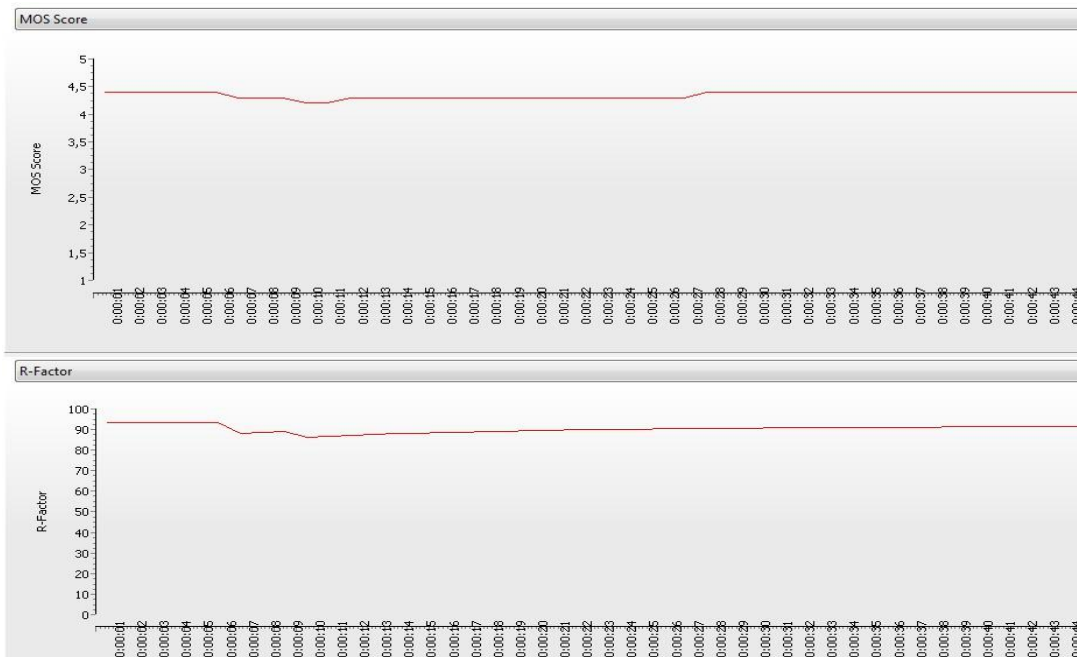
10.9 Annex 9. Captures Wireshark

Per tal d'il·lustrar l'avaluació de qualitat es mostren les gràfiques extretes amb l'anàlitzador de *Wireshark*:

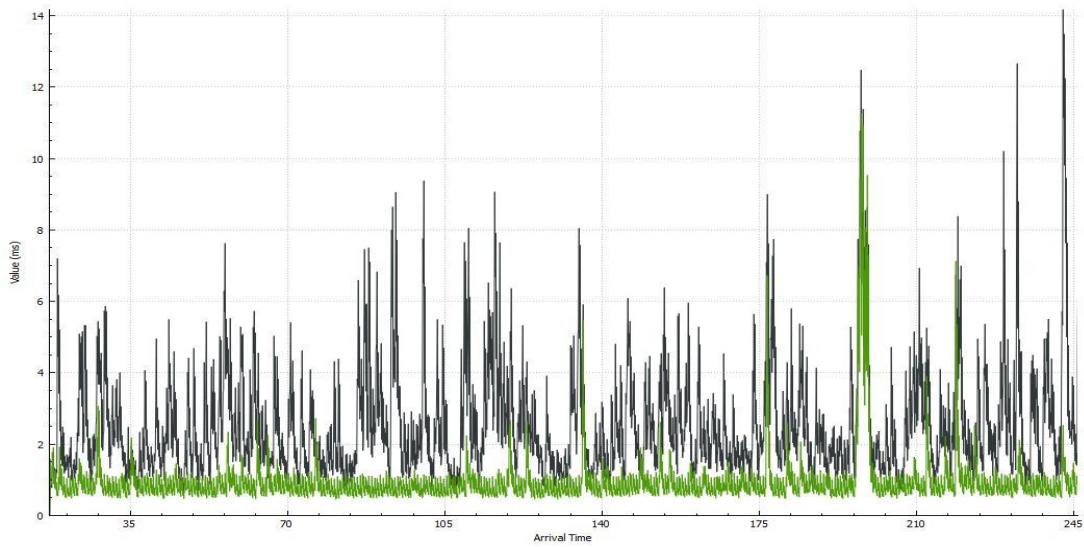
- Captura del *jitter* de la trucada interna 201-203:



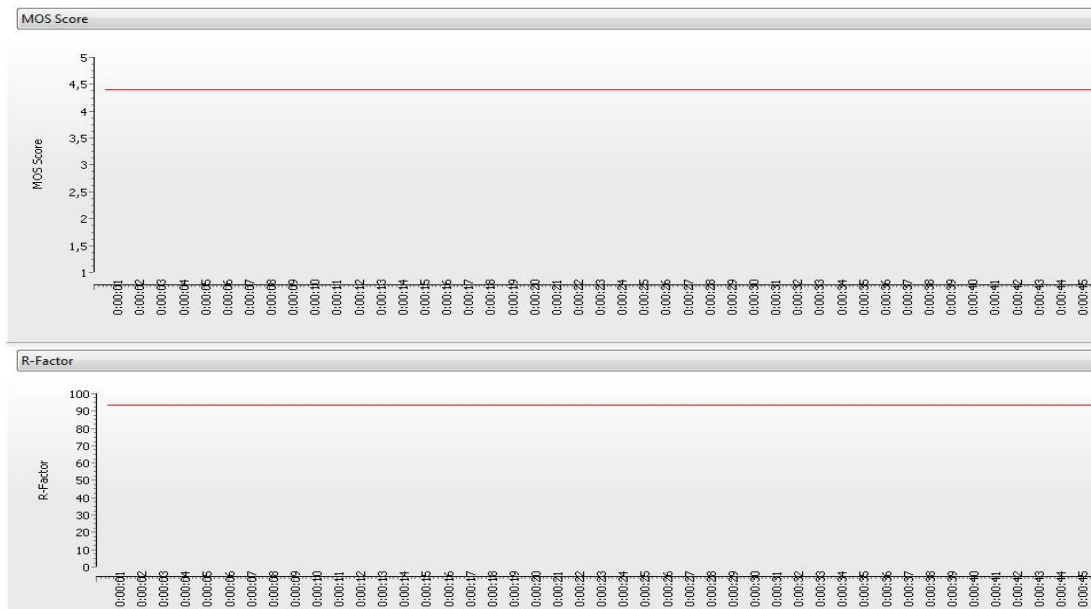
- Gràfic MOS i R-Factor trucada interna:



- Captura del *jitter* de la trucada externa:

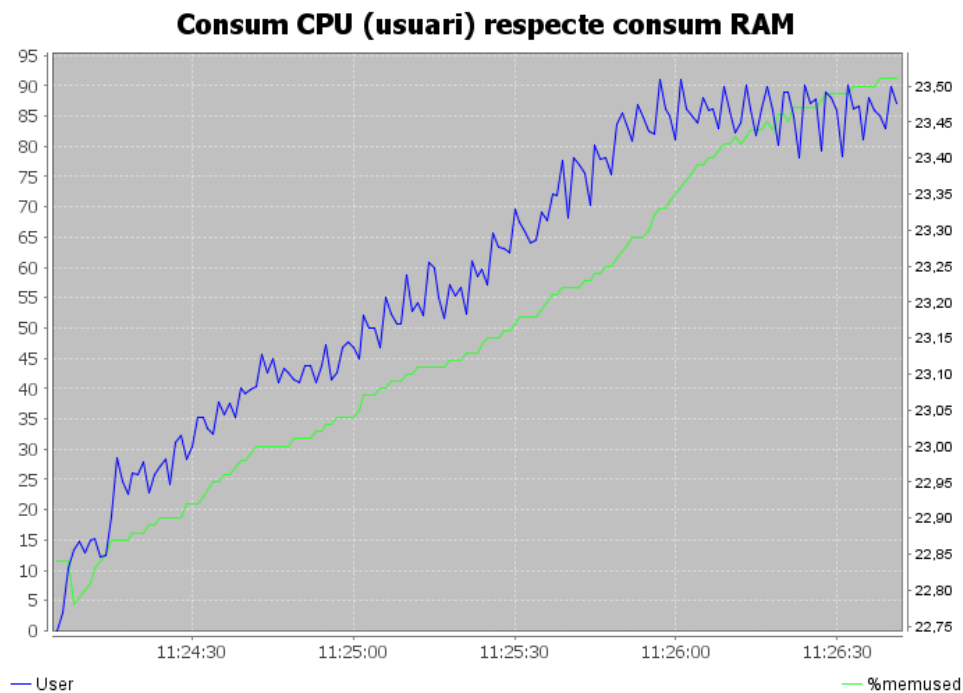


- Gràfic MOS i R-Factor trucada externa:



10.10 Annex 10. SIPp, Sar i KSar

- Consum memòria RAM KSar.



- Estadístiques SIPp :

```
----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen -----
Start Time      | 2016-06-09 11:24:05.990884 1465464245.990884
Last Reset Time | 2016-06-09 11:26:56.312589 1465464416.312589
Current Time    | 2016-06-09 11:26:57.298333 1465464417.298333
-----+-----+-----
Counter Name    | Periodic value      | Cumulative value
-----+-----+-----
Elapsed Time    | 00:00:00:985000    | 00:02:51:307000
Call Rate       | 25.381 cps         | 19.001 cps
-----+-----+-----
Incoming call created | 0                  | 0
OutGoing call created | 25                 | 3255
Total Call created  |                    | 3255
Current Call     | 224                |
-----+-----+-----
Successful call   | 24                 | 3031
Failed call      | 0                  | 0
-----+-----+-----
Response Time 1  | 00:00:00:005000    | 00:00:00:005000
Call Length     | 00:00:09:009000    | 00:00:09:009000
-----+-----+-----
Test Terminated -----
```

- Escenari uac_pcap.xml *SIPp*:

```

<!--
  This program is free software; you can redistribute it and/or
-->
<!--
  modify it under the terms of the GNU General Public License as
-->
<!--
  published by the Free Software Foundation; either version 2 of the
-->
<!-- License, or (at your option) any later version. -->
<!-- -->
<!--
  This program is distributed in the hope that it will be useful,
-->
<!--
  but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
-->
<!--
  MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
-->
<!-- GNU General Public License for more details. -->
<!-- -->
<!--
  You should have received a copy of the GNU General Public License
-->
<!-- along with this program; if not, write to the -->
<!-- Free Software Foundation, Inc., -->
<!--
  59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA
-->
<!-- -->
<!-- Sipp 'uac' scenario with pcap (rtp) play -->
<!-- -->
<scenario name="UAC with media">
<!--
  In client mode (sipp placing calls), the Call-ID MUST be
-->
<!--
  generated by sipp. To do so, use [call_id] keyword.
-->
<send retrans="500">
<![CDATA[
INVITE sip:[service]@[remote_ip]:[remote_port] SIP/2.0 Via: SIP/2.0/[transport]
[local_ip]:[local_port];branch=[branch] From: sipp
<sip:sipp@[local_ip]:[local_port]>;tag=[call_number] To: sut
<sip:[service]@[remote_ip]:[remote_port]> Call-ID: [call_id] CSeq: 1 INVITE Contact:
sip:sipp@[local_ip]:[local_port] Max-Forwards: 70 Subject: Performance Test Content-
Type: application/sdp Content-Length: [len] v=0 o=user1 53655765 2353687637 IN
IP[local_ip_type] [local_ip] s=- c=IN IP[local_ip_type] [local_ip] t=0 0 m=audio
[auto_media_port] RTP/AVP 8 a=rtpmap:8 PCMA/8000 a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-11,16
]]>
</send>
<recv response="100" optional="true"></recv>
<recv response="180" optional="true"></recv>
<!--
  By adding rrs="true" (Record Route Sets), the route sets
-->
<!--
  are saved and used for following messages sent. Useful to test
-->
<!-- against stateful SIP proxies/B2BUAs. -->

```



```

<recv response="200" rtd="true" crlf="true"></recv>
<!--
  Packet lost can be simulated in any send/recv message by
-->
<!--
  by adding the 'lost = "10"'. Value can be [1-100] percent.
-->
<send>
<![CDATA[
ACK sip:[service]@[remote_ip]:[remote_port] SIP/2.0 Via: SIP/2.0/[transport]
[local_ip]:[local_port];branch=[branch] From: sipp
<sip:sipp@[local_ip]:[local_port]>;tag=[call_number] To: sut
<sip:[service]@[remote_ip]:[remote_port]>[peer_tag_param] Call-ID: [call_id] CSeq: 1
ACK Contact: sip:sipp@[local_ip]:[local_port] Max-Forwards: 70 Subject: Performance
Test Content-Length: 0
]]>
</send>
<!-- Play a pre-recorded PCAP file (RTP stream) -->
<nop>
<action>
<exec play_pcap_audio="pcap/g711a.pcap"/>
</action>
</nop>
<!--
  Pause 8 seconds, which is approximately the duration of the
-->
<!-- PCAP file -->
<pause milliseconds="8000"/>
<!-- Play an out of band DTMF '1' -->
<nop>
<action>
<exec play_pcap_audio="pcap/dtmf_2833_1.pcap"/>
</action>
</nop>
<pause milliseconds="1000"/>
<!--
  The 'crlf' option inserts a blank line in the statistics report.
-->
<send retrans="500">
<![CDATA[
BYE sip:[service]@[remote_ip]:[remote_port] SIP/2.0 Via: SIP/2.0/[transport]
[local_ip]:[local_port];branch=[branch] From: sipp
<sip:sipp@[local_ip]:[local_port]>;tag=[call_number] To: sut
<sip:[service]@[remote_ip]:[remote_port]>[peer_tag_param] Call-ID: [call_id] CSeq: 2
BYE Contact: sip:sipp@[local_ip]:[local_port] Max-Forwards: 70 Subject: Performance
Test Content-Length: 0
]]>
</send>
<recv response="200" crlf="true"></recv>
<!--
  definition of the response time repartition table (unit is ms)
-->
<ResponseTimeRepartition value="10, 20, 30, 40, 50, 100, 150, 200"/>
<!--
  definition of the call length repartition table (unit is ms)
-->
<CallLengthRepartition value="10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10000"/>
</scenario>

```