



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Informàtica de Sistemes. Pla 2001

Títol: Implantació de la telefonia IP en un entorn empresarial

Document: Memòria

Alumne: Jordi Bou Figueras

Director/Tutor: Lluís Fàbrega i Soler

Departament: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Àrea: EIA

Convocatòria (mes/any): 06/2008

Índex

1. INTRODUCCIÓ	4 -
1.1. MOTIVACIÓ	4 -
1.2. OBJECTIUS	5 -
1.3. DESENVOLUPAMENT I PLANIFICACIÓ TEMPORAL.....	6 -
1.4. ORGANITZACIÓ DEL DOCUMENT	7 -
2. CONCEPTES DE VOIP	9 -
2.1. INTRODUCCIÓ A LA TELEFONIA I A LA VOIP	9 -
2.2. ARQUITECTURA	13 -
2.3. CODIFICADORS.....	14 -
2.3.1. G711 a/u	17 -
2.3.2. G723.1	18 -
2.3.3. G729	18 -
2.3.4. Comparació.....	18 -
2.4. PROTOCOLS.....	19 -
2.4.1. SIP	25 -
2.4.2. IAX2	28 -
2.4.3. H323.....	30 -
2.4.4. SCCP – Skinny.....	31 -
2.4.5. RTP.....	32 -
2.5. COMPATIBILITAT AMB LES TECLES ANALÒGIQUES	33 -
2.5.1. Inband	35 -
2.5.2. RFC2833.....	35 -
2.5.3. Info	37 -
2.6. QUALITAT DE SERVEI (QoS)	37 -
2.6.1. Retard	38 -
2.6.2. Variació del retard	39 -
3. ESCENARIS DE TELEFONIA EN UNA EMPRESA	40 -
3.1. LA TELEFONIA TRADICIONAL.....	40 -
3.1.1. La PBX.....	41 -
3.1.2. La xarxa de telefonia	41 -

3.2. LA XARXA DE DADES	- 48 -
3.2.1. xDSL	- 48 -
3.2.2. <i>Altres components</i>	- 50 -
3.3. ESCENARIS	- 51 -
3.3.1. <i>Telefonia tradicional + Sortida per VoIP</i>	- 51 -
3.3.2. <i>Telefonia IP + Sortida tradicional</i>	- 52 -
3.3.3. <i>Telefonia IP + Sortida per VoIP</i>	- 53 -
3.4. ELEMENTS VOIP	- 54 -
3.4.1. <i>La centralita IP</i>	- 54 -
3.4.2. <i>Terminals IP</i>	- 55 -
3.4.3. <i>Terminals analògics</i>	- 56 -
3.4.4. <i>Softphones</i>	- 58 -
4. ASTERISK	- 60 -
4.1. INTRODUCCIÓ.....	- 60 -
4.2. INSTAL·LACIÓ	- 61 -
4.3. FITXERS DE CONFIGURACIÓ	- 63 -
4.3.1. <i>Fitxers d'usuaris</i>	- 64 -
4.3.2. <i>Fitxers de connexió amb les línies externes</i>	- 68 -
4.3.3. <i>Fitxer de control de trucades (dialplan)</i>	- 71 -
4.3.4. <i>Altres fitxers</i>	- 76 -
4.4. CONSOLA.....	- 78 -
4.4.1. <i>La consola</i>	- 78 -
4.4.2. <i>Comandes d'usuari</i>	- 79 -
4.4.3. <i>Comandes de línies externes</i>	- 80 -
4.4.4. <i>Comandes de control de trucades</i>	- 81 -
4.4.5. <i>Altres comandes</i>	- 82 -
5. ESTUDI D'UN CAS: L'EMPRESA MITJANA ENRI 2000.....	- 83 -
5.1. ANÀLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA	- 84 -
5.1.1. <i>Instal·lacions</i>	- 84 -
5.1.2. <i>Extensions</i>	- 86 -
5.1.3. <i>Configuració de la centralita</i>	- 88 -
5.1.4. <i>Pressupost per a la instal·lació del sistema de VoIP</i>	- 88 -
5.2. SERVIDOR DE TELEFONIA	- 89 -

5.2.1. <i>Ensamblatge de hardware</i>	- 90 -
5.2.2. <i>Instal·lació de Sistema Operatiu</i>	- 91 -
5.2.3. <i>Instal·lació del software Asterisk</i>	- 93 -
5.3. APARELLS TELEFÒNICS	- 97 -
5.3.1. <i>Linksys SPA941</i>	- 97 -
5.3.2. <i>Linksys PAP2T</i>	- 99 -
5.3.3. <i>Linksys SPA</i>	- 101 -
5.3.4. <i>Cisco 7940</i>	- 103 -
5.4. CONFIGURACIÓ DE LA CENTRALETA	- 104 -
5.4.1. <i>Extensions</i>	- 104 -
5.4.2. <i>Línies externes</i>	- 106 -
5.4.3. <i>Pla de trucades</i>	- 107 -
5.4.4. <i>Altres configuracions</i>	- 118 -
5.5. MUNTATGE I PROVES DE FUNCIONAMENT	- 120 -
6. CONCLUSIONS I TREBALLS FUTURS	- 127 -
6.1. CONCLUSIONS.....	- 127 -
6.2. TREBALLS FUTURS.....	- 128 -
7. BIBLIOGRAFIA	- 130 -

1. Introducció

1.1. Motivació

El sistema de telefonia ha anat avançant diàriament, però, les característiques actuals de la xarxa de comunicació telefònica son molt limitades. Actualment ens trobem en un punt on resulta molt difícil oferir nous serveis.

L'evolució de la tecnologia, ha fet que pugem transmetre veu a través dels ordinadors, així com també vídeo. El fet que la xarxa de dades pot anar ampliant les seves capacitats d'una manera molt ràpida, i a la vegada precisa, ens permet creure que el futur de la telefonia pot canviar cap al món digital.

En les empreses, el model que s'ha seguit fins ara consistia en connectar una centraleta a tots els terminals interns, i a les línies de sortida externes, i que aquesta fos l'encarregada de controlar tot el flux de trucades. Actualment, però, amb la aparició de la VoIP, s'està començant a fer la transició de tot el sistema de telefonia cap a terminals i centraletes IP, controlades per ordinadors i dotant de noves característiques tot el sistema de telefonia.

Opcions com crear noves extensions sense cap limitació, canviar l'ordre del salts de trucada, modificar els missatges de benvinguda, o be crear grups de trucada basats en les seccions de la empresa, fins ara es feien molt complicades i directament s'havia de parlar amb un tècnic, que s'havia de desplaçar fins la centraleta, i modificar la seva programació amb un software específic per tal de gravar aquestes noves configuracions.

Actualment però, amb els sistemes de VoIP, totes aquestes coses es poden fer remotament a través d'interfícies web, o bé, de fitxers de text, donant molta més agilitat als sistemes, a més de noves opcions com ara l'històric de totes les trucades, connexió de terminals a través de la xarxa WiFi, o economitzar el preu de les trucades.

És per això, que sembla bastant adient aprofundir en aquest tema, ja que sembla que serà el futur de la telefonia.

En aquests moments, però, no trobem masses empreses que es dediquin a desenvolupar projectes per a la aplicació de la VoIP en entorns empresarials. Una d'elles pot ser GRN Serveis Telemàtics, que porta ja més d'un any treballant i desenvolupant projectes de telefonia IP.

1.2. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar un model general d'un sistema de telefonia IP per a una petita o mitjana empresa, encara que per a arribar en aquest punt, primer ens caldran coneixements de diferents parts de la Veu IP, com també un estudi de la instal·lació que hi ha a l'entorn laboral, ja que haurem d'adequar els nostres recursos amb els que ens trobem, per tal de reduir costos i demostrar que la veu sobre IP es pot adaptar en la majoria d'entorns.

Per a arribar al nostre objectiu, haurem d'adquirir coneixements previs de VoIP, com el procediment per a codificar la veu de forma digital i de com paquetitzar aquestes trames de veu per tal de poder ser enviades a l'aparell de destí. A més, hem de tenir en compte que un cop la veu arriba a d'interlocutor, també s'ha de despaquetitzar i descodificar.

També hem de tenir coneixements del software de centraleta VoIP Asterisk, ja que ens basarem en aquest programari per a manejar tot el nostre sistema de telefonia, ja sigui amb la definició de les extensions, de la música en espera, de la programació de menús, establiment de salts de trucada i grups, etc. Aquest software el farem córrer sobre GNU/Linux, i per tant, també haurem de tenir coneixement d'aquest.

Un cop obtinguts tots aquest coneixements, ja podrem dissenyar un model general d'un sistema de telefonia IP, el qual podrem aplicarem a una empresa. El procés constarà de la instal·lació del servidor, la configuració de la centralita Asterisk i el procés de preparació dels telèfons.

Finalment i un cop s'hagi preparat el sistema de telefonia, aquest es posarà en marxa i en aquest moment podrem comprovar el seu correcte funcionament, així com també detectar errors i problemes.

1.3. Desenvolupament i planificació temporal

Per a el desenvolupament del nostre model general de sistema de telefonia IP per a la empresa, haurem d'avançar poc a poc amb tots els coneixements que necessitem per tal d'arribar a l'objectiu del nostre projecte. Es per això que anirem pas a pas estudiant cada una de les parts a les que implica per tal de que al final, ho puguem aplicar tot en el model.

D'una manera ordenada, el que haurem d'anar fent és el següent:

- Introducció a la VoIP, ja que el primer que ens caldrà serà conèixer que és i que involucra.
- El procés de codificació i descodificació de la veu, ja que una de les parts importants de la VoIP és l'ús dels codificadors..
- La transmissió dels fragments de veu a través de la paquetització, on veurem diferents protocols d'inici de sessió i de transmissió de dades.
- Compatibilitat amb les tecles tradicionals. En alguns casos pot ser que les necessitem, i és bo saber quins mètodes tenim per a simular-les.
- La situació de la telefonia tradicional, per tal d'identificar quins son tots els elements que hi intervenen.

- La xarxa digital, que és on connectarem el nostre sistema de VoIP. En aquest espai veurem també quins elements la formen.
- Esquemes d'ús de la VoIP. Trobarem tres situacions en les que podrem aplicar sistemes de VoIP lleugerament diferents. En aquest cas els repassarem.
- Els Elements de la VoIP, com poden ser els terminals.
- El servidor Asterisk, on veurem com es fa la seva configuració, els fitxers que involucra, els mètodes per a la definició d'extensions i menús telefònics com controls de trucada i com podem utilitzar-lo.
- Aplicació d'un sistema de VoIP en una empresa. Veurem el procés d'instal·lació i configuració del servidor i la centraleta, i el muntatge que es fa en l'empresa. Aquest procés es farà utilitzant els coneixements previs que s'han anat adquirint amb el desenvolupament d'aquest projecte.

Cal afegir que el procés d'adquirir coneixements de VoIP serà diferent del planificat, ja que al fer el projecte a través d'una empresa, ens podem trobar amb que haguem de configurar certes parts sense tenir-ne coneixement de prèvies, però tot i així, el que s'intentarà serà seguir el procés esmentat.

1.4. Organització del document

En aquest document hi trobarem una petita introducció a la VoIP i totes les seves parts, de manera que en tindrem una idea més o menys clara. També aprofundirem en els software Asterisk, que és un programa capaç de simular el funcionament d'una centraleta analògica convencional, però a través de VoIP. Finalment, el que farem serà un muntatge d'un sistema de VoIP en un entorn

empresarial, i en aquest cas, descriurem quins han estat els passos seguits per tal de complir l'objectiu del muntatge.

Per a veure-ho d'una manera més clara, podem mirar el següent esquema:

- Introducció als conceptes bàsics de VoIP, com poden ser els processos de codificació i paquetització de la veu, la detecció de les tecles analògiques o bé la qualitat de servei que ha de tenir el nostre sistema.

- Conceptes sobre les infraestructures que ens trobarem i que haurèm de muntar, com poden ser les línies de connexió amb la xarxa exterior, i els elements que ens podem trobar, com centraletes analògiques i IP, i terminals IP.

- També veurem quin és el funcionament de la centraleta Asterisk, amb tot el que intervé en el seu funcionament i com ho hem de fer per tal de generar una bona configuració.

- Finalment apreciarem el muntatge d'un sistema de VoIP en una empresa. En aquest cas, descriurem quin ha estat el procés d'anàlisi, muntatge, instal·lació configuració i posada en funcionament del nostre sistema.

2. Conceptes de VoIP

2.1. Introducció a la telefonia i a la VoIP

Vora l'any 1876, l'inventor nord-americà Alexander Graham Bell va patentar un equip anomenat telèfon capaç de transmetre veu a través d'un cable. Des d'aquesta invenció, ja ha passat molt de temps, però aquest genial invent és un dels més utilitzats en les nostres llars i empreses.

Al ser una forma de comunicació fàcil d'utilitzar, s'ha convertit en un dels mitjans de comunicació més importants, i és per això que s'han anat desenvolupant nous models i funcions per aquests aparells per tal d'aconseguir satisfer les nostres necessitats, a partir d'incloure nous aparells electrònics per a funcions com la identificació de trucada, contestadors, memorització de números, transferència de trucades, entre d'altres.

Actualment, s'estan desenvolupant nous sistemes per tal d'oferir molts més serveis a part dels anteriors. Aquesta nova tecnologia és la anomenada VoIP i la seva principal finalitat és la transmissió de veu per canals de dades.

La telefonia empresarial tradicional

A les nostres llars, tots podem comprovar que del nostre aparell de telefonia hi surt un cable que va endollat a la paret. Aquest cable, segueix fins a la entrada de casa nostra, fins a trobar un splitter o bé un ptr, encarregats de connectar-nos amb la xarxa de telefonia mundial (PSTN) a través de tota una sèrie de salts.

En el món empresarial, les coses no són així. Tots els telèfons d'una empresa, estan connectats a una PBX interna, és a dir, una centraleta capaç de gestionar diverses funcions, a més de transmetre la veu, tals com ara la transferència de

trucades, establiment de salts o el control de la gent que esta utilitzant els aparells telefònics a l'instant.

Les PBX, antigament, no només es feien servir en empreses, sinó que també interconnectaven tota la xarxa telefònica. Al principi, estaven controlades per operadors humans, i s'anomenaven PMBX (Private Manual Branch eXchange), però mica en mica, amb el desenvolupament dels xips electrònics, s'han anat substituint per PBX completament elèctriques, i capaces de reproduir missatges, a més de totes les funcions anteriors.

Algunes de les companyies que es dediquen a la fabricació de PBX poden ser alcatel, ericsson, fujitsu, nec, panasonic, samsung, siemens o toshiba entre d'altres, encara que totes elles funcionen d'una manera semblant.

En el fons, la PBX es capaç de detectar si intentem comunicar-nos amb una extensió de la pròpia empresa, o bé el que volem és comunicar-nos amb l'exterior. Pel primer cas, el que es farà, és desviar el canal de veu cap on tinguem configurada la extensió amb la qual desitgem parlar, però pel cas d'una trucada a l'exterior, la PBX haurà d'escollir quin és el canal de veu que volem utilitzar per a la trucada. En el cas de disposar de línies ISDN, PSTN o bé primàries, fa que en algun dels casos haguem d'escollir un dels canals lliures per tal de no solapar-los amb trucades ja efectives. A més, si la sortida ha de ser cap a un telèfon mòbil, també podem desviar el canal cap a una extensió a la que hi haurà connectat un aparell de telefonia mòbil, el que ens permetrà estalviar en la trucada a més d'oferir-nos el servei de backup en el cas de que tinguem un tall en la línia convencional.

La VoIP

La Veu sobre IP (*VoIP*) és un projecte iniciat ja fa una dècada i amb el propòsit de, amb una sèrie de recursos, fer circular la veu per a canals de dades, és a dir, per Internet. El que es fa és digitalitzar la veu, amb una sèrie de codificadors, i després s'envia en forma de uns i zeros a través de la xarxa, fins al telèfon de destí que serà l'encarregat de tornar-la a transformar en veu.

Tot aquest sistema de transmissió de veu, però, necessita tota una sèrie d'aparells específics que seran els que s'encarregaran de fer la codificació i transmissió de veu, com també del control de les trucades i de satisfer totes les necessitats que oferien fins ara les centraletes tradicionals, com també les de l'usuari.

Aquests telèfons, no poden ser els analògics tradicionals, ja que no poden digitalitzar la veu ni transmetre-la en forma de paquets. Els que s'encarreguen d'aquesta funció son els anomenats telèfons IP. Alguns dels principals fabricants d'aquesta classe de telèfons son *Cisco*, *Linksys* o *Snom*, amb gammes bastant àmplies on poder escollir el que nosaltres necessitem.

Pel que fa al control de les trucades, se n'encarrega un programari anomenat *Asterisk* el qual es pot executar en un servidor amb *GNU/Linux*. Aquest s'ha de configurar de tal manera que pugui executar totes les funcions tradicionals de la telefonia com la transferència de trucades, la música en espera, menús o be contestador automàtic.

Cal remarcar també que cal un ample de banda dedicat a la telefonia, ja que si hi hagués una saturació en la connexió, els paquets de veu viatjarien d'una manera més lenta, i per tant, notaríem retards en la nostra conversa, però, amb línies simètriques dedicades, garantint un mínim caudal per a la veu sobre IP, ja no tindríem cap mena de problema.

Per què fer el canvi

Analitzant la telefonia IP i analògica separatament, podem trobar veure que pel que fa a la telefonia de circuits, des de la seva invenció no hi ha hagut masses progressos. Es va començar amb la transmissió de veu, i només s'hi han afegit algunes funcions com la identificació de trucada, les gravacions, transferències, o bé contestadors.

Per altra banda, podem veure clarament que en el món electrònic s'han fet grans desenvolupaments, ja sigui amb increments de velocitat de busos, o processadors, com també capacitats de memòria. El fet de que dia a dia es progressi, fa que no podem posar límits a aquest creixement, cosa que ens ho fa molt favorable.

A més, amb la utilització d'aquests components, podem millorar tot el que ja tenim fins ara, com afegir tecnologies com la vídeo conferència, lectura de notícies i feeds a través del telèfon, obtinguts directament a través d'Internet, o bé un estalvi econòmic amb una bona programació del software.

A més de tot això, podem trobar diferents maneres de connectar els aparells de telefonia tradicional amb aparells digitals, cosa que ens permetrà interactuar amb les dues tecnologies, i per tant no haver de fer una inversió tan gran a la hora d'establir la tecnologia VoIP a la empresa.

Aquest canvi no es pot fer de qualsevol manera, sinó que s'ha d'avaluar que és el que més ens interessa en el moment de fer la inversió, i a partir d'aquí, buscar una solució adequada a les nostres necessitats. Ens podem trobar que en un moment en concret, la nostra empresa dupliqui el personal, i el sistema de telefonia ens quedi petit. Això farà que puguem ampliar el nombre de terminals amb telèfons analògics o bé digitals, i que hàgim d'ampliar el nombre de línies d'entrada/sortida analògica de la nostra empresa, o bé fem la ampliació a través de línies digitals.

Aquest sistema provoca que hi hagi múltiples possibilitats, i que decidir quina és la millor opció en tot moment es pugui complicar, però en el nostre cas, per tal de reduir els casos ens basarem en diferents escenaris, els que ens permetran analitzar en detall quines son les propietats tan de la part interna de la empresa com de la part d'entrada/sortida de trucades.

2.2. Arquitectura

El model que segueix la tecnologia de VoIP és el de client-servidor. Com en tots els casos del model, els clients son els encarregats d'identificar-se o comunicar-se amb el servidor, per tal de poder establir un canal de dades a través del que s'intercanviarà comunicació.

En el nostre cas, els clients son les extensions, les quals a través d'un usuari i una contrasenya es connecten a un servidor VoIP que és l'encarregat d'acceptar les connexions de cada usuari, decidir quin és el processament que ha de seguir cada trucada i gestionar totes les extensions amb les que es pot establir una connexió.

Les funcions del servidor VoIP son varies, però les podriem resumir de la següent manera:

- Mantenir la informació dels seus usuaris, per tal de tenir-ne una base de dades i poder comunicar-los entre ells. Per a això, el que fa és emmagatzemar la direcció IP i el número de port de cada usuari registrat.
- Fa la funció de gateway amb l'encaminament de les trucades, ja sigui cap a la xarxa de telefonia tradicional, cap a un altre servidor de VoIP o bé cap a les pròpies extensions locals.
- També te diferents funcions com poden ser la gestió dels salts, la transferència de trucades, el contestador automàtic i el menú telefònic, entre d'altres.

Els dos ultims punts, son el que es coneix com a el pla de trucada, o dialplan.

Tot i això, la part més important i que fa característica la VoIP és el procés que es segueix a la hora d'establir una comunicació telefònica. Primerament ens trobarem que la nostra veu, es traspasarà al món electrònic a través d'una

senyal analògica. Aquesta, caldrà digitalitzar-la per tal de poder-la traslladar al món digital.

Un cop digitalitzada, el que farem, serà codificar-la, per tal de poder transmetre-la a través de la xarxa i que l'aparell receptor del missatge sigui capaç d'entendre'l. A més, en alguns casos, podrem aprofitar aquest procés de codificació per a efectuar una compressió de la senyal, ja que d'aquesta manera, podrem enviar més informació en menys espai.

Un cop codificada la senyal, el següent pas serà paquetitzar-la per tal de poder-la afegir en la part de dades d'alguns dels protocols de transmissió de dades en temps real. Aquests, paquets seran els encarregats de viatjar a través de la xarxa fins al destí final, i un cop allà, es despaquetitzaran, per tal de recopilar la informació important per a poder descodificar el missatge de veu. Aquest es tornarà a transformar de la forma digital cap a la forma analògica, per tal de poder ser reproduït per un altaveu i escoltat per a l'usuari final.

També hem de tenir en compte, que per a establir les trucades, el que ens caldrà serà comunicar-nos amb el nostre servidor, indicant cap a on ens volem dirigir. Aquesta comunicació es farà a través de missatges de diferents protocols de control, dels que n'existeixen de diferents tipus, i podrem escollir quin és el que millor pot funcionar en cada cas.

Per tal d'entendre tots aquests processos de codificació, paquetització i establiment de comunicació, el que farem serà estudiar-los amb més detall.

2.3. Codificadors

La codificació de la veu analògica és una de les parts principals i problemàtiques de la veu sobre IP. El fet de que la veu s'hagi de transportar en temps real fa que els paquets s'hagin de transmetre d'una manera molt ràpida, ja que en el cas contrari, sentiríem la conversa tallada i amb molts retards.

El procés de codificació consisteix en a partir d'una senyal analògica, com pot ser la veu, obtenir-ne una de digital, tal com es pot veure en la Figura 2.1., de tal manera que la puguem transmetre a través de les nostres xarxes, i un cop arribi al destí, es pugui reconvertir altre cop de forma analògica per que en aquest cas, la puguem escoltar.

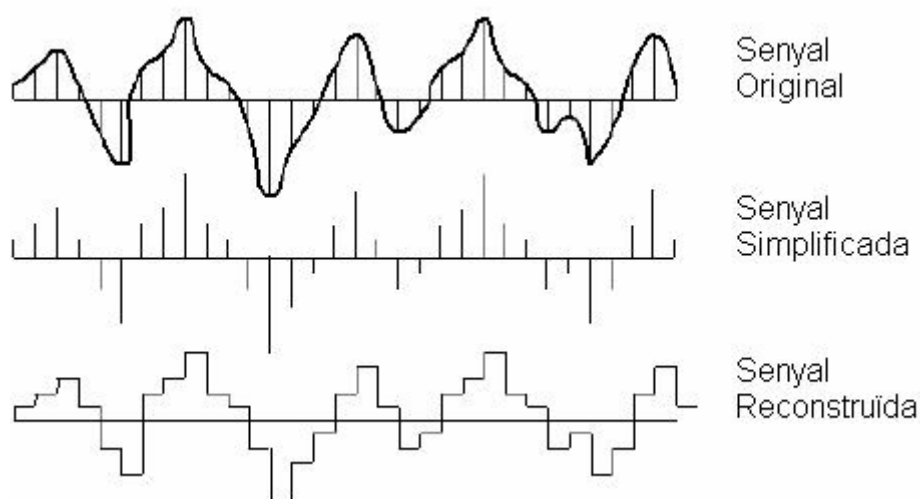


Figura 2.1. – Transformació de senyals

En el procés de la codificació, hi trobem quatre parts bàsiques, el mostreig, per tal d'obtenir un punt de la corba analògica en períodes de temps concrets, la retenció, on esperem que hi hagi un nombre de mostres per tal de començar a tractar-les, la quantificació on donem uns marges als valors, per tal d'evitar el soroll, i la codificació, en la que es dona un valor digital a la mostra analògica.

Un cop fet la digitalització, i per tal d'haver de transmetre menys bits i alliberar la xarxa, es passarà a un procés de compressió. Aquesta es farà a través de diferents algorismes de codificació/compressió de temps logarítmic, en els que s'intentarà eliminar fragments de la senyal digital de veu, en el que la informació que contenen no és important, com ara els silencis entre paraules, o l'estona en la que estem escoltant la conversa.

La discussió més gran, que hi ha actualment sobre el tema dels codificadors, és escollir que és més important, a part de l'ample de banda consumit per els paquets de veu, és el fet de la mida d'aquests. Alguns creuen que uns paquets

més curts permeten tractar la senyal més ràpidament, però per contra se n'han d'enviar més. Per l'altra banda, fer els paquets més llargs fan que els seu procés de generació sigui més extens, però s'haurà de paquetitzar menys.

Com sabem, el fet de tenir una trama de bits més llarga, fa que el temps que es triga en tractar-la sigui més llarg, i per tant, ja aparegui un petit retard en la transmissió dels paquets de veu. Per altra banda, fer les trames més curtes, ens permeten que siguin més ràpides de tractar, i que de passada, es puguin enviar molt més ràpid que les llargues. Per contra, però, tindrem més paquets circulant per la xarxa.

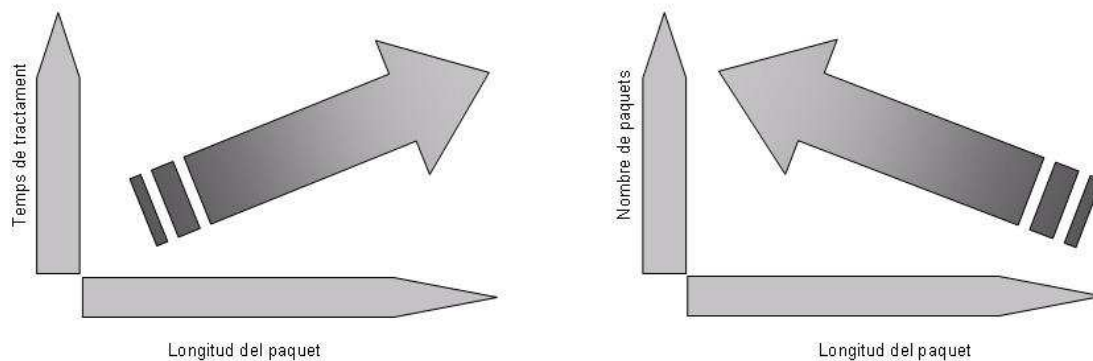


Figura 2.2. – Efectes de la longitud del paquet

Aquest fet ha permès que apareguin diferents algorismes codificadors els quals tracten de manera diferent els senyals analògics de veu. Generalment es solen fer trames de entre 8 i 10 ms, les que necessiten un ample de banda garantit per tal de poder arribar al seu destí d'una manera ràpida.

D'aquests codificadors, n'hi ha de varis, ja que qualsevol que ens pugui passar la veu de forma analògica a digital ens pot servir per a la veu sobre IP. Alguns exemples poden ser el iLBC(internet Low Bit Rate Codec) , l'AMR (Adaptive Multi-Rate), el GSM (Global System for Mobile), però en el nostre cas, ens basarem més en els 3 més utilitzats.

2.3.1. G711 a/u

L'estàndard G.711 utilitza codificadors A-law i U-law per a la compressió d'amplitud de la senyal. Aquests estan basats en la codificació PCM (Pulse Code Modulation). L'enviament de senyals d'àudio es fa utilitzant una freqüència de mostreig de 8 KHz, amb una taxa de 64 Kbps.

La seva paquetització es fa amb paquets de 160 bits, i tot el procés de tractament de la veu provoca uns retards en la senyal d'àudio de 0'125 ms.

Les diferències entre les dos versions del codificador son bàsicament la seva zona d'ús. Mentre que l'u-law s'utilitza a Amèrica del Nord i Japó, l'algorisme a-law a Europa i la resta del mon, a més de d'algunes diferències en el rendiment dels dos.

Tot i ser considerats dins el mateix paquet, els dos algorismes son diferents en certa part. Segons la comparació que podem veure en la gràfica següent, tot i ser corbes bastant iguals, veiem que a partir de -40 dBm0 comencen a ser diferents.

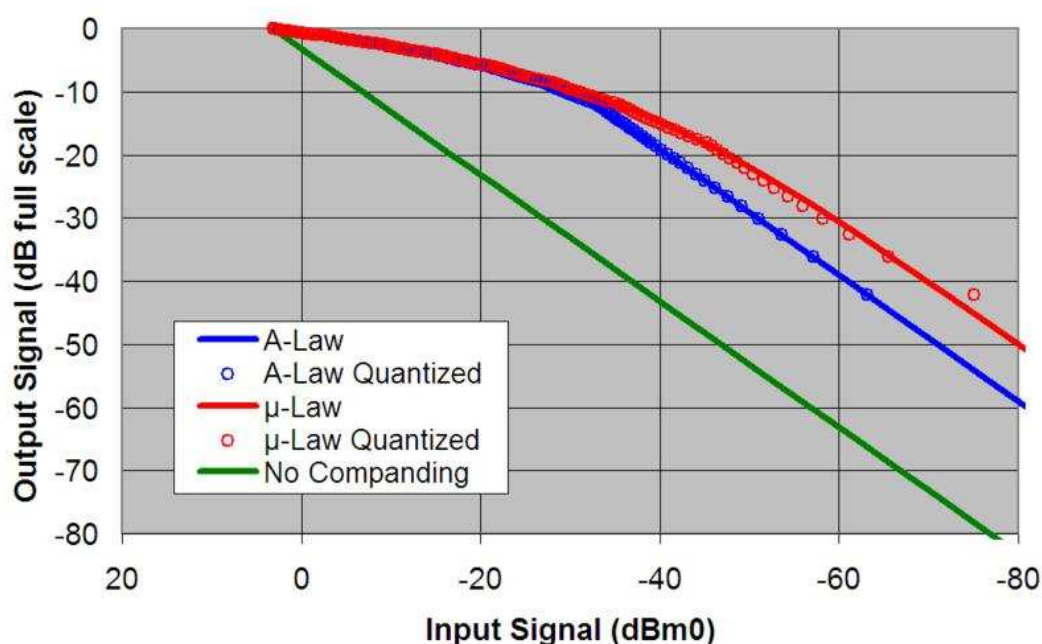


Figura 2.3. – Comparació entre els codificadors G.711

2.3.2. G723.1

Pel que fa al codificador G723.1, opera també a una freqüència de 8 KHz. A més pot utilitzar dos algorismes de codificació diferents, el primer, genera una càrrega de 6'3Kbit/s utilitzant frames de 24 bytes, amb l'algorisme MPC-MLQ (Multipulse LPC with Maximum Likelihood Quantization). Per altra banda, l'algorisme ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction), utilitza una banda de 5'3 Kbit/s, utilitzant 20 bytes per frame.

En tots els casos, però, es generen frames de 30 ms per a l'enviament, i aquest provoca un retard de 37'5 ms en els millors casos.

2.3.3. G729

Aquest estàndard, codifica les senyals d'àudio amb una qualitat semblant a la de la xarxa telefònica convencional. Aquestes son a 8 KHz, i amb una taxa de 8 Kbps. D'aquest n'han sortit dues versions, La primera utilitzant un algorisme CS-ACELP (Conjugate-Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction) i el segon, amb una codificació ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction), i una potència de càlcul més baixa, i per tant, un retard inferior.

El primer, anomenat G.729, esta patentat per la companyia Sipro, i per tant necessita una llicència per a ser utilitzat, així com també el G.729a (la segona versió).

2.3.4. Comparació

Entre els 3 codificadors, hi veiem petites detalls que els fan semblants, com la codificació a una freqüència de 8 Khz, però com hem pogut veure, els frames i l'ample de banda també son diferents.

Per a entendre'ls, podríem comentar que en una comparació entre ells, utilitzant el PSQM testing, on es proven aquests algorismes en condicions ideals, ens donen resultats de 4'08 per el G.723.1, 4'45 l'algorisme G.711, i 4'04 per a el G729. Per altra banda, en condicions extremes, els resultats son de 3'57 per al primer, 4'13 per al segon, i 3'51 per a l'últim.

Els valors d'aquest test van de una qualitat inacceptable, amb un valor de 1, fins a una qualitat d'alta qualitat amb valor 5. L'algorisme que els genera, esta definit per la ITU-T P.861.

Per altra banda, segons la complexitat de l'algorisme, i considerant una escala relativa, el G.711 tindria el valor de 1, el G.723.1 tindria un valor de 25, i el G729 agafaria el valor de 19.

Per totes aquestes avaluacions, veiem que l'algorisme G711 seria el més eficient i el que ens proporcionarà una millor qualitat de veu davant els altres, però la utilització de cadascun d'ells, es deixa a la nostra elecció, ja que la majoria de telèfons i centraletes els accepten.

2.4. Protocols

Després de codificar la veu, el que hem de fer és enviar-la a través de la nostra xarxa. És per això, que també ens caldran diferents protocols per a poder efectuar aquesta transmissió.

Al ser veu sobre IP, ja sabem que l'enviament es farà sobre el protocol IP, però tenim diferents alternatives.

El protocol IP (Internet Protocol), que actualment es troba en la seva versió 4, és el protocol de la capa de xarxa s'utilitza per Internet. Es basa en un sistema no orientat a la connexió on no se'n garanteix la seva entrega. La seva funció,

però és la d'enrutament i el control d'errors. A més suporta la fragmentació, i el tenim definit en RFC791.

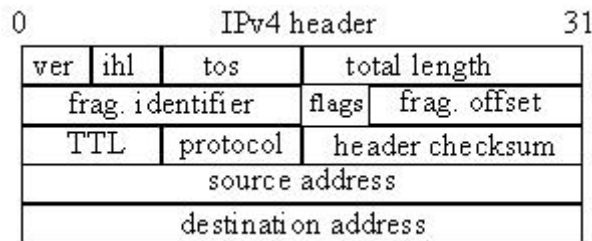


Figura 2.4. – Capçalera del protocol IPv4

Aquest té un direccionament de 32 bits on apareixen les anomenades Direccions IPv4 (192.168.254.173). Com veiem, separem aquestes direccions en blocs de vuit bits, de tal manera que en tenim de diferents tipus segons valorem aquests bits.

Les IP de classe A, són aquelles que el primer bloc de 8 bits ens defineix la xarxa on ens trobem, i la resta de blocs, s'utilitzen per a definir a quin host ens referim. Això implica la possibilitat de tenir 16.777.214 hosts dins la xarxa. Una direcció típica que s'utilitza per a aquest tipus de xarxes és la 10.0.0.0/8. Les direccions de classe B, deixen els 2 primers blocs per a la xarxa i els 2 últims per a el host. Tenen la possibilitat d'adreçar 65.354 hosts i un exemple pot ser el 192.168.0.0/16. Les adreces de classe C, deixen els 3 primers blocs per a la xarxa, i els següents per a els hosts. En deixen adreçar fins a 254 i una direcció típica pot ser la 192.168.1.0/24.

Veiem que hi tenim la notació XXX.XXX.XXX.XXX/Y. Aquesta Y és la màscara de subxarxa, i es la que ens defineix quins blocs s'utilitzen per a que. Els /8, es representarien com a 255.0.0.0, i veuríem que és el primer bloc el que s'utilitza per a distingir la xarxa.

A més, també podem adreçar a xarxes més petites que les de classe C, i són les anomenades subxarxes. Aquestes es creen a partir d'anar reduint el nombre de bits que simbolitzen xarxa i els que simbolitzen host. Per això, la

xarxa 192.168.1.1/30, simbolitzaria que els 30 primers bits representarien la xarxa, i els 2 que resten els hosts. Per això, tindríem 4 direccions IP. La primera és la de d'identificació de xarxa, i la última és la anomenada de *broadcast*, i s'utilitza per a adreçar-se a tota la xarxa. Aquestes dues estan reservades, i és per això que en aquest cas, només en podríem utilitzar dues.

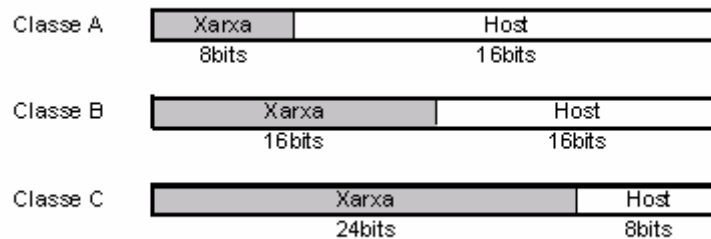


Figura 2.5. – Esquema de classes IP

Pel que fa a la fragmentació, veurem que en cas de tenir limitada la longitud dels paquets per l'MTU (Maximum Transfer Unit). Per tal de fer-la, haurem de tenir en compte diferents camps de la capçalera, començant per la longitud total, alguns flags i el fragment offset. Els flags, ens diran detalls sobre els paquets, com per exemple el DF, que amb un 0 ens permetrà fragmentar i amb un 1 no, o el MF, que amb un 1 indicarà que queden fragments darrere, i amb un 0 que és l'últim fragment. L'offset, per la seva banda, ens indicarà la posició on s'ha d'escriure el contingut del paquet IP. Per exemple, el primer paquet tindrà un offset de 0, ja que anirà davant, però el següent, en cas de que la MTU sigui de 1480 (mida típica), contindrà el valor de 185, ja que aquest valor multiplicat per 8 ens dona els bytes d'offset.

Actualment, però, s'està canviant la versió de protocol IP, ja que segons les previsions, el nombre d'adreces disponibles mundialment s'acabarà, i és per això, que cal ampliar-lo. El nou protocol s'anomena IPv6, i està format d'una manera molt semblant a l'IPv4, encara que canvia alguns camps en la seva capçalera.

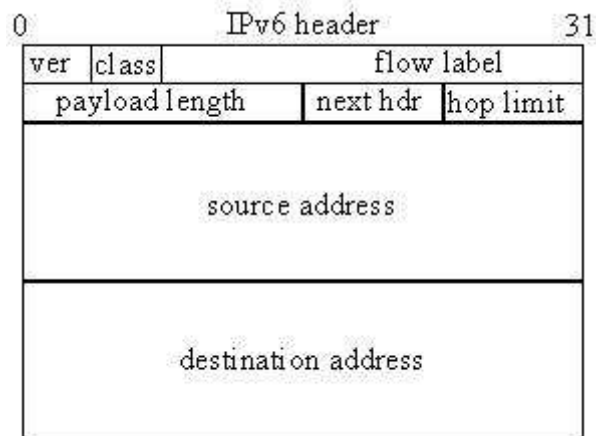


Figura 2.6. – Capçalera del protocol IPv6

Pel que fa a les direccions, aquestes estan formades per una seqüència de 128 bits. Internament consten de dues parts de 64 bits, on la primera part és el prefix, que indica per una part el proveïdor i per l'altre la subxarxa, i la segona part és l'identificador de host.

Sobre el protocol IP, hi solen córrer dos protocols més, el TCP i l'UDP, els quals tenen utilitats bastant diferents, sempre que tinguem en compte que s'utilitzen per a la transmissió de dades.



Figura 2.7. – Estructura de protocols IP + TCP/UDP

El TCP (Transmission Control Protocol), és un protocol orientat a la connexió, per la contra del seu pare (IP). En ell, es fa l'enviament de retransmissions en cas de que algun paquet no arribi al seu destí, i es fa una correcció dels bits del paquet, en cas de que arribin modificats per el medi de transport. Aquest protocol es troba descrit en l'RFC793.

Per al seu ús s'utilitzen diferents tags de control com el SYN, SYN/ACK, ACK, NACK, FIN, on representen l'inici de la connexió, l'acceptació d'aquesta, i la transmissió de dades, amb els ACK quan és correcta i els NACK quan no ho és. El FIN s'utilitza per a finalitzar connexions. A través d'aquests tags, i una finestra predefinida, es fan les retransmissions dels paquets. En cas de que s'hagi rebut incorrectament, s'envia un NACK i després es torna a enviar. Per altra banda, amb la finestra, un cop s'arriba al màxim d'aquesta sense rebre la resposta, es fan retransmissions, ja que s'interpreta que els paquets no han arribat al seu destí.

El TCP s'utilitzarà en el cas que necessitem que les nostres dades arribin sense cap mena de problema al seu destí, ja que en cas contrari, ens trobaríem amb una falta de dades, i podria causar errors, això si, a costa de la velocitat, ja que a causa dels paquets de control, el procés de transmissió serà més lent.

El protocol UDP (User Datagram Protocol) per la seva banda, no és orientat a la connexió. Amb aquest, pot ser que els paquets arribin desordenats, i tampoc sabrem si han arribat o no, ja que no hi ha missatges de control. La seva definició es troba en l'RFC768.

El seu ús es troba en aplicacions on no importa si les dades arriben incorrectament, ja que s'han de fer d'una manera ràpida, com els de temps real, com la veu o el vídeo, ja que en cas de que falli algun d'aquest paquets tindrem la veu o la imatge un pel distorsionades, però no suficientment com per a fer-les inservibles.

A partir d'aquí, ja podem estudiar els protocols que intervindran en el procés d'una conversa a través de veu sobre IP.

Podem diferenciar entre dos tipus de protocols, els que podem anomenar de sessió, i els de transmissió de paquets.

Els de sessió, seran els encarregats de transmetre la informació sobre a qui és el destinatari de la trucada, qui n'és el remitent, així com també informació

sobre els events que es van succeint en una trucada, com per exemple la transferència d'aquesta o be la posta en espera.

D'aquests en trobem de diferents, com poden ser el SIP l'IAX, l'SCCP o l'H323, entre d'altres. Cadascun d'ells te les seves configuracions i peculiaritats, però tots serveixen per a la inicialització i el tractament d'operacions d'una trucada. El més utilitzat es el SIP (Session Initiation Protocol) encara que mica en mica, l'IAX (Inter Asterisk Exchange) va agafant protagonisme. Per altra banda, l'SCCP, és un protocol propietari de la casa *Cisco*, i l'H323 és un altre protocol bastant utilitzat també.

Per la seva banda, també hi haurà els de transmissió de veu, que seran els encarregats de transmetre en temps real els paquets de veu codificats cap al seu destí. Directament ens trobem amb 3 possibilitats diferents de poder enviar els paquets de veu, directament sobre el protocol IP, sobre l'UDP o sobre l'RTP. Ja sigui d'una manera o d'una altra, veiem que el que no tindrem seran retransmissions dels paquets, ja que aquestes farien que ens haguéssim d'esperar a rebre els paquets anteriors, i ja no serien amb temps real.

Podem veure els protocols la majoria dels protocols que intervenen en la veu IP en la següent imatge:

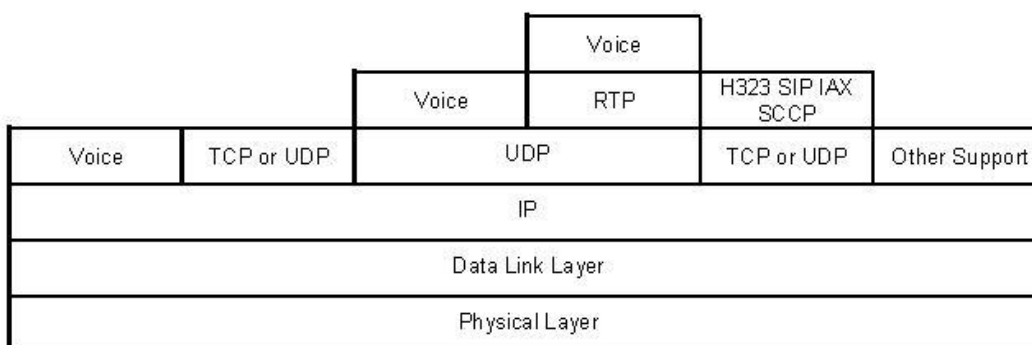


Figura 2.8. – Esquema dels protocols de VoIP

Tal com podem veure, els processos de veu poden situar-se en tres llocs diferents. En el nostre cas, però, els farem circular sobre RTP, ja que d'aquesta

manera, podem aprofitar aquest protocol que ja és específic per a les transmissions en temps real.

Per a entendre tot això d'una manera més concisa, cal que analitzem en detall cada un d'aquests protocols.

2.4.1. SIP

El protocol SIP (Session Initiation Protocol) és un protocol que a priori no està dissenyat exclusivament per a la senyalització de veu, sinó que el seu objectiu és esdevenir una caixa d'eines per a tots els processos multimèdia que requereixin algun tipus d'inicialització de sessió.

En el cas de la veu sobre IP, s'utilitza per a l'establiment de les trucades, així com també, l'enviament d'events de control com informació sobre les transferències o bé les tecles premudes mentre dura la conversa. Però per la seva contra, l'enviament de paquets de veu s'ha de fer a través d'un altre protocol.

Aquest corre sobre TCP, cosa que li permet tenir la seguretat que els seus paquets arribaran correctament al seu destí i el control de la trucada serà el correcte. Té el port 5060 assignat per a ell.

Per a el transport de paquet de dades, podem utilitzar diferents protocols, però el més comú és l'RTP (Real Time Protocol). Aquest protocol intervé enmig d'una trucada SIP per a transmetre la veu codificada, encara que segons en quina configuració ens trobem, també hi haurà senyals de control, com dígit, o bé senyals de transferència de trucada entremig.

Per a entendre com seria el funcionament podem veure com és el procés d'una trucada, entre A i B, amb cada una de les senyals de control que s'enviarien:

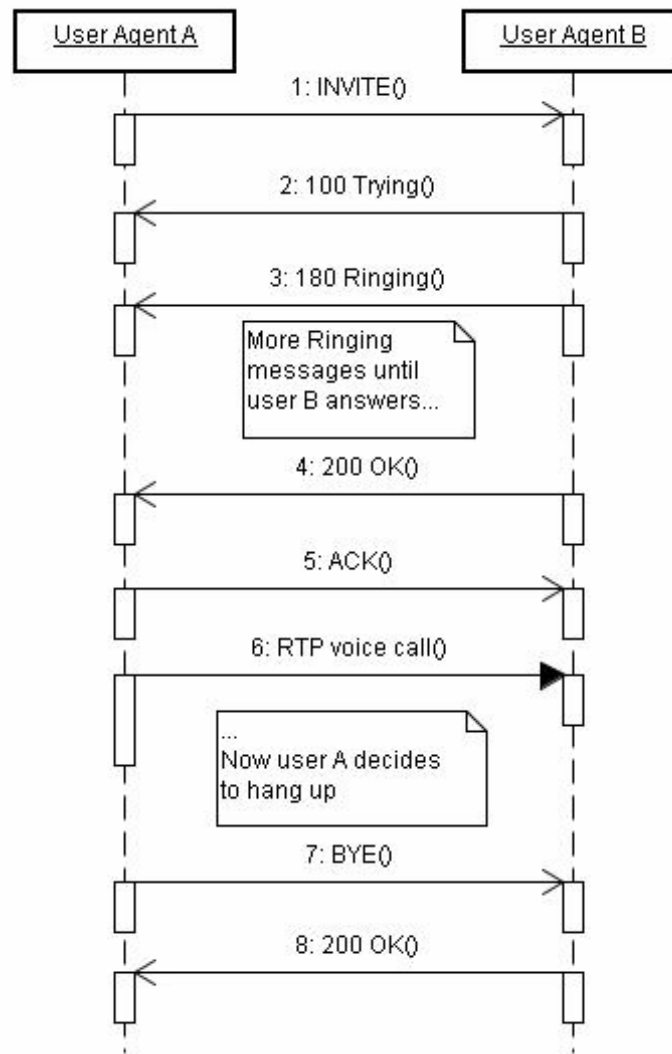


Figura 2.9. – Esquema del procés d'establiment de sessions

En aquest cas, a més, també ens trobarem amb aquesta capçalera en els paquets del protocol SIP. Veurem que el primer camp que té és la versió, i com que n'hi ha varies de diferents, ens trobarem que caldrà sempre especificar sobre quina versió d'aquest protocol estem treballant.

A més, també tenim camps com el Flow label, per a etiquetar el paquet, el Payload Length, que ens especificarà la llargada del paquet SIP (sense tenir en compte la capçalera), el Payload Type, que ens especificarà de quin tipus de senyal es tracta, el Hop Limit, amb el que s'especificarà el límit de salts que pot fer el paquet, i les adreces d'origen i de destí, on tindrem l'adreça de l'usuari SIP en qüestió.

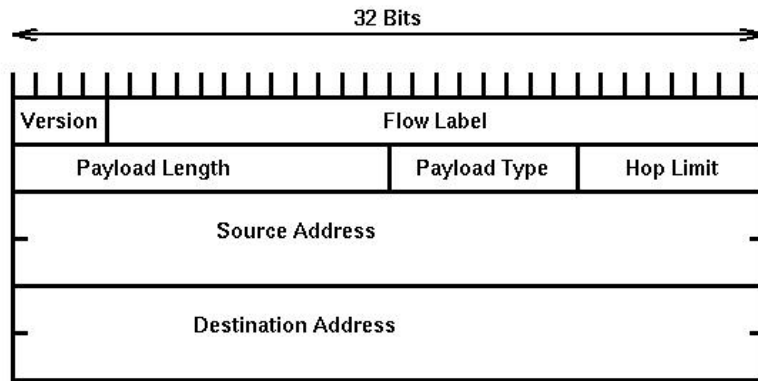


Figura 2.10 – Esquema de la capçalera del protocol SIP

En el cas del SIP, però, el més corrent és veure la informació que contenen els paquets d'aquest, on s'especifiquen la majoria d'elements que intervenen en el paquet. En aquest cas, veiem que es tracta d'un INVITE (Establiment de trucada) utilitzant el SIP 2.0, de l'Alice cap a en Bob.

```

INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhs
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

```

Figura 2.11. – Paquet SIP

El fet de poder veure els paquets SIP d'aquesta manera, ens facilita molt el seu seguiment i per tant podem veure millor si tenim problemes en cas de que succeeixin.

El seu disseny és d'extensibilitat, i això vol dir que es poden publicar extensions per a les funcions bàsiques d'aquest protocol per tal de satisfer noves necessitats que es puguin anar produint en el desenvolupament de tecnologies que l'utilitzin. L'especificació bàsica del protocol, però, es pot trobar aquí:

<http://www.faqs.org/rfcs/rfc3261.html>

2.4.2. IAX2

El protocol IAX (Inter Asterisk eXchange) va néixer per tal de trobar una manera de comunicar eficientment dos servidors Asterisk. Mica en mica però, s'ha anat evolucionant fins a que actualment també s'utilitza entre la comunicació dels client-servidor.

Actualment aquest protocol es troba en la seva versió 2, i es per això que s'anomena així. La versió IAX es va deixar com a obsolet.

El protocol s'utilitza tant per a la transmissió de senyals com també per a la transmissió de les dades de veu. Utilitza el protocol UDP i el port 4569. Pel seu procés de comunicació, utilitza diferents tipus de paquets tant per a l'establiment de dades com per a el procés d'establiment de trucada, tal com es pot veure en el gràfic següent:

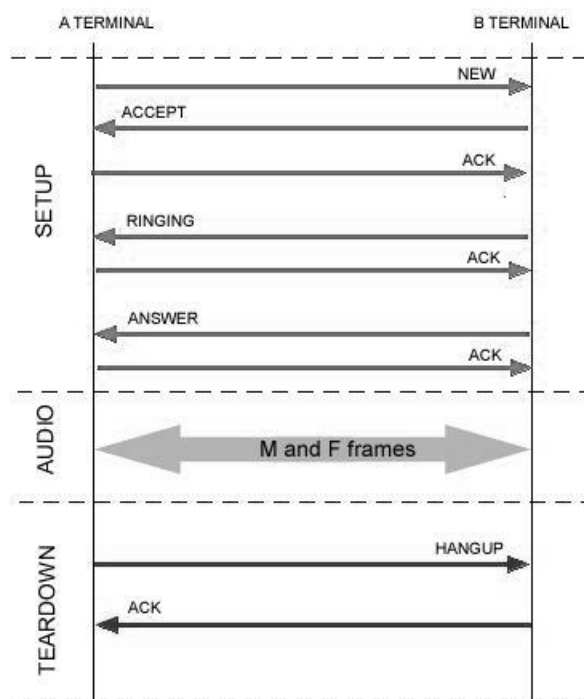


Figura 2.12. – Esquema del procés de sessions IAX

Aquesta comunicació, en cas d'utilització d'un servidor de veu sobre IP, es fa a través de ell.

A més, trobem la peculiaritat de que el podem trobar amb varies finestres diferents, amb la diferència de nombre de bits en la capçalera, o de funció. En el nostre cas, en destacarem dos, que son els més basics. El primer te una capçalera més complerta, . Aquestes dues s'utilitzen d'una manera concreta, el primer, o frame complet, s'utilitza per a l'establiment de les comunicacions, i tot el que és senyalització.

Podem veure que en el primer cas, el frame consta de bastants camps com el F, que ens indica de quin tipus de frame es tracta, el número d'origen, el de destí, un identificador de temps, així com altres camps de control.

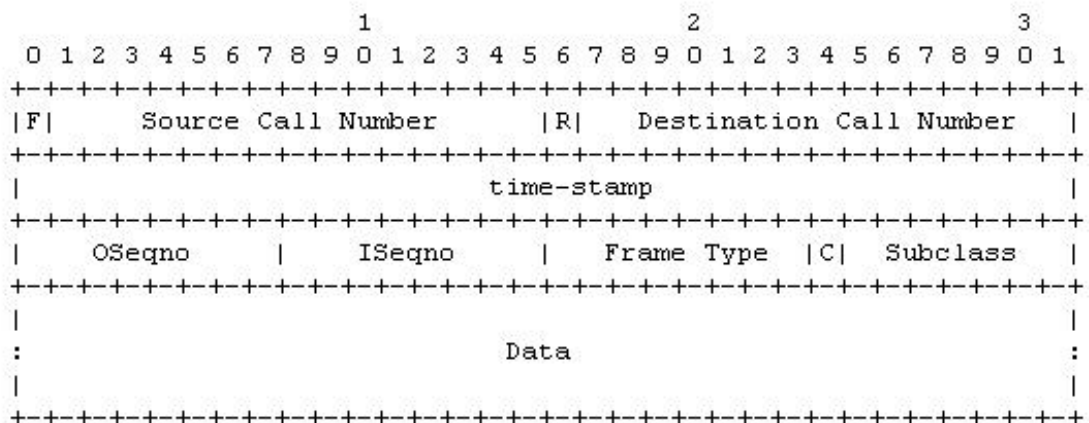


Figura 2.13. – Full Frame IAX

El segon, per la seva contra, s'utilitza per a enviar el flux de dades de veu, ja que al tenir una capçalera més reduïda, es més ràpid de processar. Podem veure que en aquest cas, només ens cal el camp F, El numero d'origen, el tag de temps, per tal d'identificar l'ordre dels paquets, i la codificació de dades.

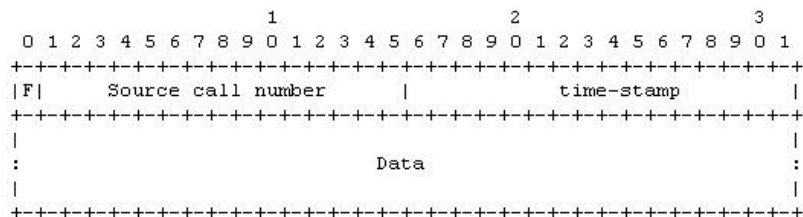


Figura 2.14. – Mini Frame IAX

Un dels inconvenients, però, és que totes les extensions s’han d’afegir a l’estàndard, cosa que el fa menys flexible que altres protocols com el SIP.

Per tal de trobar-ne més documentació, es pot visitar el seu estàndard a: <http://www.tools.ietf.org/html/draft-guy-iax-03>

2.4.3. H323

L’H.323 és un protocol de veu IP que utilitza altres protocols per tal de satisfer les seves necessitats. Va néixer prop del 1996 per tal de satisfer totes les necessitats que anaven apareixent en el mercat multimèdia. S’utilitza per a la connexió entre gatekeepers (proporcionen serveis de direccionament, identificació, autorització i administració de l’ample de banda).

El seu ús esta basat en diferents protocols. Les senyals de control s’utilitzen mitjançant el protocol TCP, i en un d’aquests casos utilitza el port 1720 per a transferir aquestes senyals cap a el servidor de telefonia. Per altra banda, la transmissió de dades la fa també sobre UDP i sense un port concret.

Aquest protocol, porta ja incorporada la especificació de codificadors que permet, així com també quins seran els protocols de control que s’utilitzaran també.

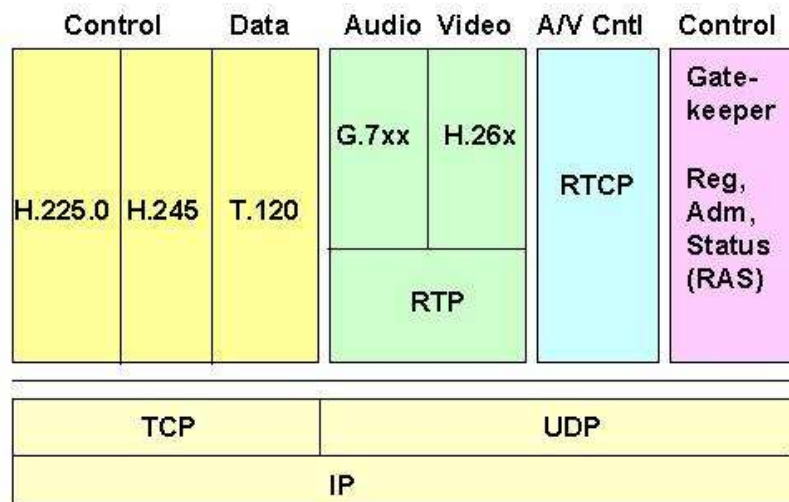


Figura 2.15. – Esquema de la estructura H.323

En el gràfic es pot veure quines son aquestes parts, i sobre el protocol que corren. Les senyals de control, estan especificades per l'H.255.0 i 'H.245. El T.120 es fa servir per a la transmissió de dades, així com també el protocol RTP juntament amb els codificadors de la sèrie G.7XX. La resta, ja son de control de tot plegat.

2.4.4. SCCP – Skinny

SCCP és l'abreviatura de Skinny Client Control Protocol. Aquest és un protocol propietari que va començar a ser desenvolupat per Selsius Corporation, però ara mateix es de la casa Cisco Systems. Aquest protocol es vasa en missatges entre un client, normalment un telèfon de la marca Cisco, i un Call Manager de la mateixa marca, encara que també podríem utilitzar Asterisk.

Aquest protocol s'executa sobre TCP i concretament en el seu port reservat, el 2000. Esta dissenyat per a ser lleuger i ràpid, i efectuar una connexió de manera eficient contra el servidor, encara que no hi ha molts clients que el parlin, ja s'ha dissenyat també algun soft-phone que l'utilitza.

Els missatges que envia el protocol, s'identifiquen amb un codi hexadecimal de 4 bits, i encara que no tota la codificació correspongui a un missatge del protocol, en tenim un bon exemple.

Code	Station Message ID Message
0x0000	Keep Alive Message
0x0001	Station Register Message
0x0002	Station IP Port Message
0x0003	Station Key Pad Button Message
0x0004	Station Embloc Call Message
0x0005	Station Stimulus Message
0x0006	Station Off Hook Message
0x0007	Station On Hook Message
0x0008	Station Hook Flash Message
0x0009	Station Forward Status Request Message
0x11	Station Media Port List Message
0x000A	Station Speed Dial Status Request Message
0x000B	Station Line Status Request Message
0x000C	Station Configuration Status Request Message
0x000D	Station Time Date Request Message
0x000E	Station Button Template Request Message
0x000F	Station Version Request Message
0x0010	Station Capabilities Response Message
0x0012	Station Server Request Message
0x0020	Station Alarm Message

Figura 2.16. – Codificació del protocol SCCP

Aquest protocol, també és només de control, i per a el transport de l'àudio en temps real, s'aprofita d'un altre protocol, tal com fa també el SIP i l'H.323.

2.4.5. RTP

El protocol RTP (Real-time Transport Protocol) s'utilitza per a la transmissió de dades e temps real. Aquest no és un protocol específic de veu sobre IP, però si que s'utilitza per a la transmissió de veu codificada, així com també de vídeo.

No en podem trobar moltes peculiaritats, ja que el seu únic objectiu és aquest, complementar altres protocols, com el SIP o l'H.323 per tal de fer la funció de veu, però tot i això es considera un element important en la veu sobre IP.

S'utilitza sobre el protocol UDP, i utilitza el port 5004. La seva capçalera conté informació sobre la versió del protocol, la activació de l'extensió de la

capçalera, el codi que identifica la codificació del paquet (payload type), número de seqüència la data, i la extensió.

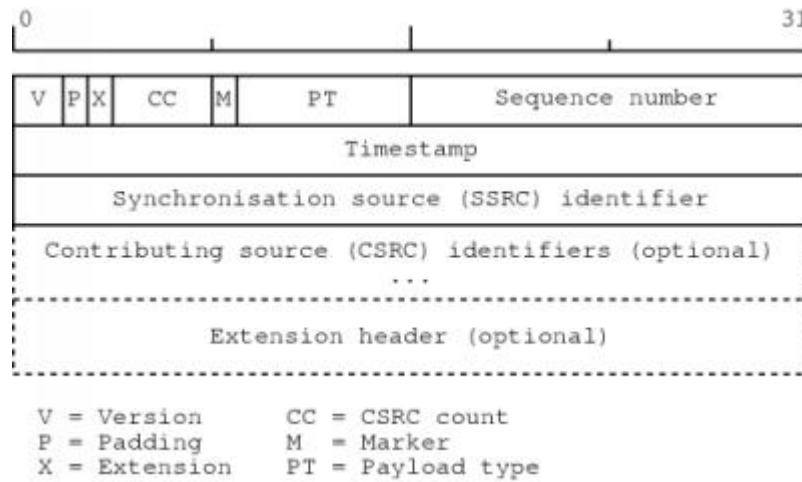


Figura 2.17. – Esquema de la capçalera RTP

En el camp payload type, hi podem trobar valors relacionats amb els codificadors de veu sobre IP. El 0 representa el codificador G711u, mentre que el 4 correspon al G723. El 8 identifica el G711a o el 18 que és el G729.

En aquest cas, el protocol correspon a l’RFC3551, i se’n pot trobar més informació a: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3551.txt> entre molts d’altres ja que s’amplia segons quin tipus de codificació cal transportar.

2.5. Compatibilitat amb les tecles analògiques

Un dels casos en el que ens podem necessitar la detecció de les tecles analògiques, succeeix quan truquem a un destinatari analògic i aquest té un menú telefònic. En aquest moment, haurem de simular aquestes senyals DTMF (Dual-tone Multi Frequency) per tal de poder escollir alguna de les opcions que el menú ens indica. També es pot donar la possibilitat de que siguem nosaltres els que tinguem un menú telefònic a la nostra centraleta, però només haurem d’interpretar aquestes senyalitzacions enlloc de simular-les.

Un altre cas pot donar-se si mantenim algun aparell analògic en la nostra xarxa de veu. Com veurem més endavant, a través d'adaptadors IP podem mantenir telèfons analògics en la nostra xarxa, i aquests, hauran d'enviar la senyal fins a l'adaptador, on haurà de ser interpretada i reenviada.

L'aparició d'aquest tipus de senyals, succeeix quan ens trobem amb la necessitat d'escollir quin és el destinatari de la nostra trucada. Inicialment, aquest tipus de senyals eren diferents i es feien a través d'un disc de marcatge. En ell, nosaltres seleccionàvem els dígit que volíem marcar i fèiem girar el disc. D'aquesta manera, al tornar el disc enrere i a través d'un hardware, s'enviaven polsos cap a la línia telefònica per tal de que l'operador ens pogués connectar amb la persona a la que estàvem trucant.

Actualment però, tot el que fa referència a la marcació telefònica funciona a través de senyals anomenades DTMF. Podem identificar aquestes senyals amb els sorolls que sentim al pulsar una tecla al nostre aparell de telefonia.

Aquestes senyals es generen a través de dues freqüències diferents, una de més baixa i una de més alta, que viatgen a través de la nostra línia analògica fins a ser descodificades per l'aparell receptor o la central telefònica.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Event	Low frequency	High frequency
Busy signal	480 Hz	620 Hz
Dial tone	350 Hz	440 Hz
Ringback tone (US)	440 Hz	480 Hz

Figura 2.18. – Taula de tons DTMF

El seu ús sembla que potser queda allunyat pel que coneixem fins ara de la veu sobre IP, ja que establim les trucades a través de paquets, però, generalment els servidors de telefonia IP ens deixen escollir entre diverses opcions a la hora de retransmetre aquest tipus de senyalitzacions.

Generalment aquestes es transmetran a través dels protocols de VoIP, però podem escollir que el nostre aparell telefònic o el servidor enviïn les senyals com a parts de la pròpia senyal de veu, però ens trobem en varis casos en els que no tenim més remei que utilitzar aquesta última opció.

Podem destacar tres maneres de transmetre la senyalització a través de la nostra xarxa:

2.5.1. Inband

Aquest mètode és el més senzill de tots, i consisteix en codificar i transmetre la freqüència que ens prové del nostre telèfon. Aquest mètode, però necessita una configuració molt correcta, ja que en cas de que estiguem enviant la senyalització d'una manera que no sigui aquesta, i l'aparell receptor estigui configurat per tal de que l'espera en forma de inband, no la sentirà i per tant no executarà cap mena de procés.

Per altra banda, en el cas d'utilitzar una codificació amb l'algorisme G711a/u, no tindrem cap mena de problema amb la transferència, ja que la codificació i compressió que efectuarem sobre la senyal no seran suficients com per a distorsionar-la. Per altra banda, amb la resta de codificadors ens donarà problemes, ja que la compressió farà que l'aparell receptor no reconegui les freqüències enviades.

2.5.2. RFC2833

Les especificacions de l'RFC2833 ens permeten veure que en aquest cas, que és un mètode que ens envia la informació a part dels paquets de la pròpia veu. Aquest sistema és el que s'ha agafat com a més estàndard en la Veu sobre IP, i consisteix en codificar cada una de les tecles del nostre teclat d'una manera decimal (o utilitzant els mateixos símbols del teclat (canviant la R per la X), i enviar-los cap al servidor de telefonia.

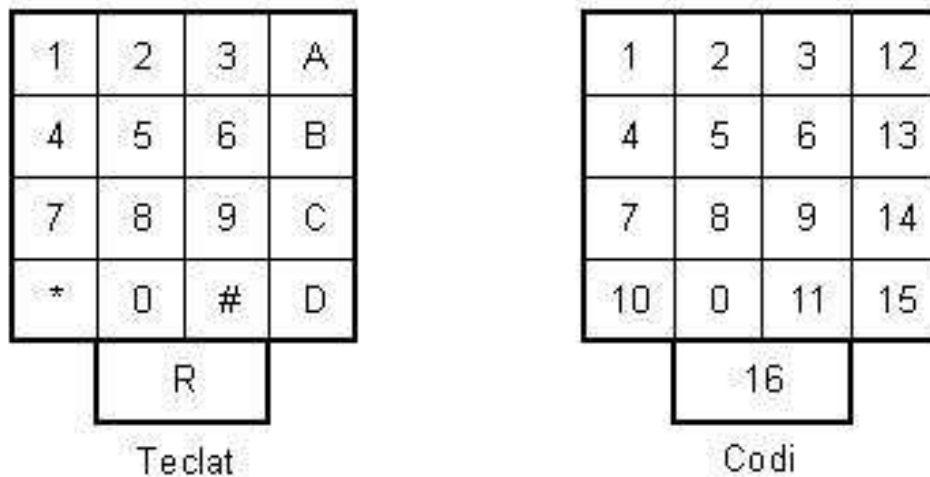


Figura 2.19. – Codificació RFC2833

El procés d’enviament d’aquesta codificació es fa a través del protocol RTP, on es codifica el codi en un paquet de 32 bits, on, els 8 primers bits codifiquen l’event, el següent ens diu si és l’últim paquet de l’event, el següent esta reservat, els 6 següents ens indiquen el volum al que s’ha de reproduir, i la resta la duració.

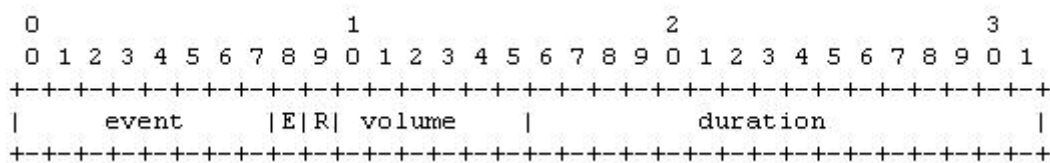


Figura 2.20. – Capçalera dels missatges RFC2833

Un cop rebut el paquet amb la informació pertinent, el nostre servidor IP serà l’encarregat de descodificar-la, i tornar-la a enviar de la manera que pertoqui cap al seu destí, sempre i quant no sigui ell mateix.

2.5.3. Info

Aquest està especificat per l'RFC2976 i com l'anterior, consisteix en generar un número decimal assignat a cada una de les tecles i enviar-lo a la nostra centraleta a través de paquets SIP on s'indica la tecla i la duració preestablerta del to. En alguns casos, però, ens podem trobar que enlloc d'anar codificats numèricament, els dígit enviiïn el símbol que contenen a través de paquets SIP, encara que ja està tot per a reconèixer-ho de les dues maneres.

```
INFO sip:7007471000@example.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP alice.uk.example.com:5060
From: <sip:7007471234@alice.uk.example.com>;tag=d3f423d
To: <sip:7007471000@example.com>;tag=8942
Call-ID: 312352@myphone
CSeq: 5 INFO
Content-Length: 24
Content-Type: application/dtmf-relay

Signal=5
Duration=160
```

Figura 2.21. – Missatge Info

El problema de la utilització d'aquest mètode és que ens obliga a tenir un sistema amb protocol SIP per tal de poder enviar qualsevol de les seves senyals, cosa que ja ens condicionaria els elements que intervindrien en la configuració del nostre sistema.

2.6. Qualitat de servei (QoS)

En cas d'utilitzar un sistema de VoIP, haurem d'estar atents a un parell de factors, que ens poden millorar o empitjorar la qualitat.

Des de un punt de vista d'usuari, hi haurà dues parts que seran les que ens faran decidir si el nostre sistema de veu funciona correctament, o per al contrari, l'esperaríem més. Per començar, ens caldrà analitzar la fidelitat del nostre sistema de telefonia, ja que haurem de comprovar que el missatge que

s'envia és el que es rep. En el cas de la telefonia, podem trobar-nos amb que hi poden existir petites distorsions, ja que degut als processos de codificació pot ser que es perdi informació. En aquest cas, però, mentre el missatge sigui clar, es pugui entendre, i tingui una qualitat mínimament acceptable ja es donarà per bo.

Una altra part important és la interactivitat. Una de les característiques més importants de la telefonia és el factor que la conversa és gairebé en directe, i els retards en la transmissió de la veu, fan que aquesta es faci més difícil de seguir.

En aquest cas, s'ha estudiat que un retard de uns 300 ms ja fa que la conversa sigui bastant complicada de seguir. A més, també ens podem trobar amb el fet de que la conversa sigui intermitentment, és a dir, que ens vinguin uns segons de conversa, llavors un silenci, i més endavant més segons de conversa. Aquest fet, tampoc és satisfactori per a l'usuari final.

Per a poder solucionar aquests problemes, el que ens caldrà serà estudiar-los més a fons.

2.6.1. Retard

El retard és el temps que tarda un paquet en arribar d'un punt d'origen a el seu destí. En el cas de la VoIP, ens podem trobar amb problemes de retard per diversos motius, ja que paquet que conté la veu codificada pot tardar més del temps esperat en arribar al seu destí. Això pot ser provocat per canvis en la ruta d'Internet que utilitzem en el moment en el que s'estableix la conversa, com també per problemes de velocitat en la nostra connexió.

És un tema que pot ser complicat de tractar, ja que actualment, les connexions de línies DSL que s'ofereixen son de velocitat bastant reduïda, i si tenim en

compte que pel que fa a les rutes d'Internet son completament desconegudes per a els usuaris, provoquen una complicació en la solució d'aquest problema.

Per a tractar-lo, el que podem fer és utilitzar sistemes codificadors que ens continguin més informació amb paquets més petits. D'aquesta manera el que aconseguim és alliberar càrrega a la nostra xarxa i per tant, reduir els problemes amb la velocitat.

2.6.2. Variació del retard

Les variacions del retard son les fluctuacions de velocitat amb les que ens podem trobar. Aquestes fluctuacions, fan que els paquets no ens arribin amb temps constants, i poden provocar que durant una conversació, la veu aparegui seguida durant una estona, i tot de cop i volta, hi hagi espais en silenci, mentre estem a la espera de que ens arribi el següent paquet. També s'anomena el jitter.

Per a solucionar aquest problema, s'ha optat per a la creació d'un buffer, anomenat jitter-buffer, que el que farà serà donar-nos una mica de marge per tal de fer que els paquets de VoIP es reproduïxin seguits i es suprimeixin els espais en silenci.

Aquesta solució, però, ens provoca un altre problema, ja que a mesura que emmagatzemem la informació en el nostre jitter-buffer, s'anirà augmentant la latència de la conversació, i com a conseqüència, perdrem qualitat.

Per a això, s'ha arribat a la conclusió, que es pot utilitzar un jitter-buffer d'uns 100 ms, ja que esta provat i sembla que és el temps adequat per a que la qualitat de la conversa sigui correcte. De totes maneres, aquest valor pot variar segons on ens trobem, ja que en alguns casos, pot ser que tot i aplicar-hi el jitter-buffer, hi continuïn havent problemes importants de fluctuació amb la velocitat de la xarxa, i que la qualitat de la conversa segueixi essent baixa.

3. Escenaris de telefonia en una empresa

Per tal d'aplicar els nostres sistemes de veu sobre IP, el que farem serà analitzar primerament les dues situacions en les que ens trobarem. Primer la part de la telefonia tradicional, on veurem quin és el funcionament de les centraletes i com ens connectem a la xarxa de telefonia mundial.

Després analitzarem la xarxa digital, on veurem les centraletes IP i com es fan les connexions amb l'exterior, a més d'altres elements importants que podem trobar en la xarxa.

Un cop fet això, podrem establir diferents escenaris en els que ens puguem trobar, per tal de tenir en compte la majoria d'opcions en la vida real.

Aquests escenaris, estaran bastats ens possibles models de telefonia empresarial, on hi tindrem en compte bàsicament les dues parts troncal, la interna, és a dir, la estructura de terminals i centraleta, i la externa, on haurem de tenir en compte les línies de comunicació amb l'exterior disponibles, o bé les sortides a través de les que ens connectarem a Internet.

Un cop vist això, el que farem serà buscar solucions per a els terminals de la telefonia IP.

3.1. La telefonia tradicional

En la telefonia empresarial tradicional, ens trobem que hi ha diverses extensions repartides per la empresa, i totes connectades mútuament a través d'una centraleta, anomenada PBX.

Aquesta és la que s'encarrega del processat del es trucades a més de tenir també connectades les línies de connexió amb l'exterior.

3.1.1. La PBX

Per tal de gestionar totes les trucades, fins ara teníem la possibilitat d'obtenir un hardware que se n'encarregava. Aquest és l'anomenat PBX (Private Branch eXchange). Aquest eren una mena de caixes amb targetes integrades en el seu interior, on cada una d'elles portava una quantitat de connexions concreta, ja siguin per a extensions com per a línies d'entrada i sortida.

El problema que tenien, és que les targetes es podien anar ampliant, però fins a un cert límit. Un cop s'arribava a la màxima capacitat, la solució per a tornar a ampliar-la ja era comprar-ne una de nova. Per altra banda, les targetes d'ampliació havien de ser de la mateixa marca i concretament per al model de PBX que teníem en la nostra empresa, cosa que feia complicada la actualització d'aquestes.

Una de les avantatges, però, és que el software que utilitzaven per a el control i el processament de les trucades, estava fet específicament per a cada una de les centraletes, i el fet de conèixer el hardware que havia de fer funcionar aquell programari, feia que es poguessin evitar una quantitat de problemes molt grans. Per altra banda, això generava el problema que per a modificar qualsevol dels seus paràmetres, es necessitava que un expert es desplaçés fins al lloc de treball, i a través també d'un programa específic, accedís a la configuració de la centralita.

3.1.2. La xarxa de telefonia

Podem connectar-nos amb la xarxa convencional de telefonia de diferents maneres, encara que cadascuna d'elles, tindrà les seves pròpies característiques, i ens farà servei en diferents situacions.

Aquests tipus de connexions, les hem separat de maneres diferents, segons les seves característiques. Primer, tractarem la xarxa PSTN (Public Switched

Telephone Network), que és directament la xarxa de telefonia normal, on nosaltres tenim connectada la infraestructura telefònica de la llar.

Més endavant, també tractarem les connexions ISDN (Integrated Services Digital Network). Aquestes per la seva banda, tindran les propietats d'oferir-nos diferents canals de dades digitals, així com també la unió del mateix número per a més d'una línia ISDN.

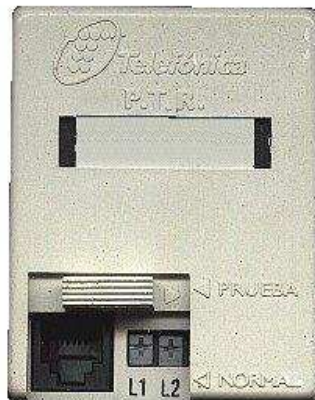
Finalment, tractarem les xarxes DSL. Aquestes seran les que utilitzarem per a la implantació d'un sistema de VoIP en un entorn empresarial, ja que la sortida de dades serà digital fins al nostre proveïdor de veu, cosa que farà que la VoIP tingui el sentit de xarxa de veu digital que ha de tenir.

En cada un dels casos, a més, intentarem trobar la manera d'establir la connexió des del nostre servidor de telefonia fins a la línia descrita, ja sigui amb diferents targetes PCI integrades en el servidor, com amb enrutadors.

PSTN

La xarxa PSTN es va començar a desenvolupar en el moment d'implantar la xarxa de telefonia a tot el món. Aquesta xarxa, no te gaires incògnites, ja que a la entrada de qualsevol casa o empresa tindrem el nostre ptr o splitter el qual serà l'encarregat de donar-nos accés a la xarxa mundial a través d'una numeració que en el cas de Girona es correspon al prefix 0034972 i sis números més indicadors de la localitat o zona i l'identificador personal de cada subscriptor.

El fet de diferenciar entre splitter i ptr no és massa important, però és una diferència que cal remarcar. L'splitter ja ens integra i diferencia la connexió ADSL i la connexió Telefònica. Aquesta diferència la fa ja que així s'aplica directament a la entrada de la línia un filtre passa-baixos. Per altra banda, el PTR ens transporta la connexió ADSL i la telefònica per la mateixa línia, i en les sortides on vulguem instal·lar un terminal, hi haurem de connectar també un filtre passa-baixos per a no fer interferències amb la connexió ADSL.

**Figura 3.1. – PTR****Figura 3.2. – Splitter**

Actualment, a més, també ens trobem una altra xarxa de telefonia, com és la mòbil. El fet de que existeixin aparells com el track, ens permet establir una connexió amb la nostra centraleta, per tal de poder desviar totes les trucades cap a telèfons mòbils cap a aquesta línia, i d'aquesta manera poder-nos adaptar a les tarifes que ens donen els nostres proveïdors de telefonia tradicional, ja que les connexions per al mateix tipus d'infraestructura són més econòmiques.

Per a poder utilitzar aquest tipus de xarxa amb la Veu IP, es va crear el projecte Zaptel (abreviació de Zapata Telephony). Aquest, i s'encarrega de controlar les connexions que es fan entre la xarxa de telefonia de circuits i un ordinador, mitjançant una tarja.

De targetes per a la connexió entre la línia analògica o el track i un ordinador, en trobem de varis fabricants, però el que hem agafat com a referència és Digium. Aquest té una gamma de plaques bastant àmplia, a més d'incloure'ns el controlador Zaptel ja testejat amb la placa. Això fa que siguin molt fiables.

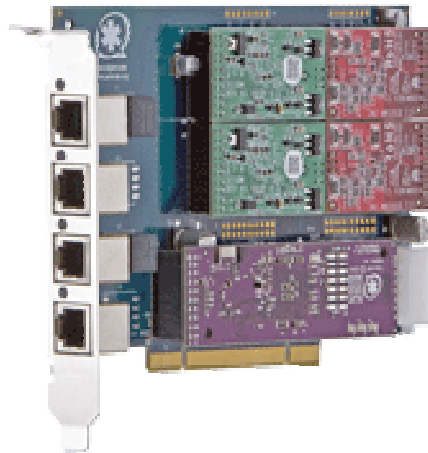


Figura 3.3. – Digium TDM410

Per a aquest tipus de connexions, trobem que hi ha les targetes TDM422. Aquestes tenen les possibilitat d'integrar un mòdul de cancel·lació d'eco per hardware, a més de permetre'ns modificar el tipus d'interfície amb un mòdul FXO / FXS extra.



Figura 3.4. – X100M FXO Module

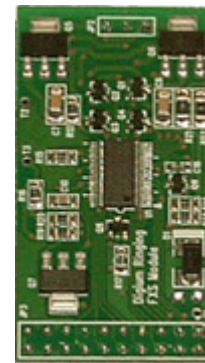


Figura 3.5. – S110M FXS Module

La diferència entre un mòdul i l'altre és que en el mòdul FXO (Foreign eXchange Office), hi podem connectar una línia externa, mentre que a el mòdul FXS (Foreign eXchange Station) hi haurem de col·locar una extensió telefònica o be un track, ja que aquest formarà part de les extensions.

ISDN

Les connexions ISDN també es poden utilitzar per a la telefonia IP. Aquestes solen ser les més presents en el món de les centraletes analògiques, tot i ser línies digitals.



Figura 3.6. – Línia d'entrada ISDN

El canal ISDN ens permet dues trucades simultànies, completament independents l'una de l'altra, encara que segons l'operador de la línia, es poden anar afegint entrades, i d'aquesta manera, compartir diverses línies amb una mateixa numeració telefònica.

Aquest fet provoca, que puguem arribar a tenir, per exemple, 8 canals d'entrada/sortida telefònica, amb els que, si els dos primers canals d'una línia ISDN estan ocupats, la trucada passarà per el primer canal de la següent, permetent-nos un flux de trucades molt més gran.

En aquest cas, però, també haurem de comprovar quin és el tipus de connexió de la que disposem, ja que les línies tindran 2 paràmetres completament independents que haurem de controlar.

Primerament, tindrem la possibilitat de tenir les línies en configuració TE o NT. El mode NT (Network Terminator) serà la línia que ens vindrà de fora, i serà la que ens donarà el sincronisme amb els elements ISDN de l'interior de la xarxa. En ells, però, només hi podrem connectar elements TE (Terminal Equipment) ja que aquests seran els que estaran preparats per a rebre el sincronisme.

Per alta banda, també ens caldrà tenir en compte si tenen una configuració en forma de Punt a Punt (p2p) o bé de Punt a Multipunt (p2mp).

El punt a punt es dona en la majoria d'ISDN dels entorns empresarials. Aquestes permeten una única connexió per línia, i és la que va directament cap a la PBX. En el cas de les línies punt a multi punt, permeten l'ús de més d'un dispositiu en cada línia, com pot ser l'ús compartit de telefonia i Internet en una vivenda.

Per tal de controlar totes les entrades ISDN, es va crear el projecte mISDN. Aquest ens proporciona un controlador per a aquest tipus de suport en un ordinador, i es pot configurar ràpidament des de el fitxer /etc/misdn-init.conf. En ell, hi haurem d'especificar sobre quin mode treballarem (NT – TE) i si la connexió és p2p o bé, p2mp.

Un cop configurat, ja podrem començar a treballar-hi, tot i que en la majoria dels casos, també ens caldrà especificar quin tipus d'element tindrem a la tarja de connexió.



Figura 3.7. – Digium B410P

Digium ens ofereix les targetes B410P que son PCI i ja estan provades per a la telefonia IP. Aquestes, porten un jumper que és el que ens permet escollir en quin mode han d'actuar cada una de les boques RJ45 de la tarja. A més, també incorpora una sèrie de leds que ens indicaran quin és l'estat del link en tot moment, cosa que ens facilitarà conèixer el seu comportament. En aquest cas, no caldrà configurar a través de hardware si la connexió és p2p o bé p2mp.

En grans empreses, ens podem trobar amb la necessitat d'utilitzar moltes línies, tant d'entrada com de sortida, i com amb les línies ISDN, volem compartir la mateixa numeració en elles. En aquest cas, podem disposar de línies de primaris. Aquestes, ens ofereixen 30 canals de veu, cada un amb la seva numeració corresponent, però compartida entre ells.

Aquestes línies es configuren a través del controlador zaptel, com les línies analògiques PSTN.



Figura 3.8. – Digium TE120P

En aquest cas, ens caldrà una tarja diferent, com pot ser la TE120P de Digium. Aquesta té una única entrada de primari, encara que en podem trobar de més, i en la seva configuració podem establir a través de quin número volem establir les trucades, i cap a quin destí han d'anar a través del número d'identificació on s'ha trucat.

3.2. La xarxa de dades

Actualment totes les empreses ja disposen d'una xarxa de dades des d'on tots els ordinadors es connecten entre ells i amb internet. Aquesta xarxa de dades ha anat evolucionant i s'ha passat de velocitats de 10 Mbps a 100 i fins i tot a 1000.

Per a poder-hi accedir, es necessita un cablejat ethernet des del que connectarem tots els elements de la xarxa entre ells. El fet de que la xarxa de dades es pugui utilitzar per a el funcionament de la VoIP fa que la xarxa de dades sigui adient per a aquest tipus de connexions.

Cal destacar que l'enviament dels paquets de VoIP cap a un operador, ens caldrà un accés a internet. Actualment el més utilitzat és l'accés xDSL.

3.2.1. xDSL

Les xarxes DSL (Digital Subscriber Line) son les línies per on es fa la connexió amb Internet. D'aquestes però, n'hi ha de diferents tipus, encara que en el nostre cas, les agruparem en dues tecnologies amb propietats diferents.

La més usual, és la connexió asimètrica o ADSL. Aquesta és una de les més freqüents en les llars, i la seva principal característica és que la velocitat de pujada i baixada no és igual.

Les companyies proveïdores, veiem que ofereixen valors de descàrrega o baixada, de entre 1,2,3,4,8,10,20 Mbps. Veiem que son valors molt diferents i que tenim un ventall bastant ampli amb el que escollir. Per altra banda, les velocitats de pujada son molt més reduïdes, ja que solen estar entre els valors d'entre 250 Kbps i 1 Mbps.

Per altra banda, tenim les connexions simètriques, SDSL. Aquestes connexions, com el seu nom indica, tenen la mateixa velocitat de pujada i de

baixada. Aquest fet, fa que siguin ideals per a l'execució d'aplicacions que requereixin una interacció d'igual característiques entre dos o més usuaris, com per exemple la transmissió de Veu IP o be les videotrucades.

La avantatge principal és que al ser programes que necessiten el mateix grau d'interacció, podem aprofitar al màxim tant la pujada com la baixada de la nostra connexió.

D'aquests tipus de connexió no en trobem gaires, però existeixen les línies SHDSL (Simmetric High Digital Subscriber Line) o be les línies Metrolan.

La seva connexió amb la xarxa de veu, es fa amb un enrutador. En ell ja es configuren tots els paràmetres necessaris i ens dona accés a Internet a través de la xarxa telefònica. En aquest cas, però, haurem de tenir en compte quin és el tipus de connexió a la xarxa de veu, ja que en el cas de tenir un Splitter ens haurem de connectar directament a la pota d'ADSL d'aquests, mentre que si tenim un PTR, ho haurem de fer a la línia normal però amb la col·locació de microfiltres en tots els terminals.

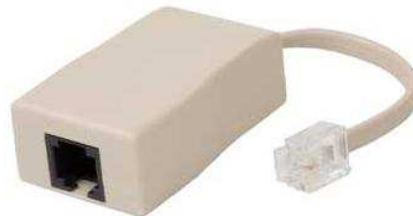


Figura 3.9. – Filtre ADSL

D'enrutadors n'hi ha de molts models diferents, encara que la seva funció és sempre la mateixa.



Figura 3.10. – Enrutador Cisco

Per a les connexions de VoIP es pot utilitzar qualsevol tipus de connexió de DSL, encara que s'ha de tenir en compte que ens podem trobar amb problemes si arribem a superar l'ample de banda que ens ofereix.

3.2.2. Altres components

Per a la utilització de la telefonia IP, el que necessitarem primerament serà cable ethernet UTP de categoria 5 o superior on connectar els nostres terminals i la centraleta. Aquests cables es trobaran tots connectats a un commutador per tal d'establir totes les connexions.

Aquests no cal que tinguin cap propietat en especial, ja que degut al transit de veu sobre IP no aconseguirem sobrepassar mai una connexió de 100 mbps.

Actualment, els commutadors van entre unes connexions de 10, 100 o 1000 mbps, ja que s'adapten a cada una d'elles, segons les característiques de la placa que s'hi connecta, però el que marca la diferència, és que els actuals son gestionables via web. En ells pots configurar quin dels ports estan funcionant en tot moment, i apagar la resta, limitar el transit per a cada una de les potes, o be controlar-lo.



Figura 3.11. – Commutador

A més a més, alguns ja incorporen vlan (Virtual LAN). Aquesta tecnologia, el que ens permet és incorporar dues o més xarxes en una sola pota ethernet.

Abans d'enivar qualsevol dels paquets, es comprova per a quina vlan ha de passar, i es codifica abans de ser transmès, llavors, a través del nostre adaptador vlan, aquest serà descodificat i entregat al seu destí.

Aquesta característica, el que ens permetria seria, en el cas de la veu IP, utilitzar només un sol punt de xarxa per a el telèfon i l'ordinador, i tenir dues xarxes virtuals completament diferents.

A més, també ens podem trobar alguns commutadors amb la funció de PoE (Power Over Ethernet). Aquesta el que fa és utilitzar el quatre cables que no s'utilitzen en una connexió ethernet, i aprofitar-los per a alimentar els terminals. En aquests casos, cal ser conscient de que circularà electricitat per el cable ethernet, i si a l'altre costat hi endollem un aparell que no suporta PoE, pot ser que s'espatlli degut a aquestes línies d'alimentació.

3.3. Escenaris

3.3.1. Telefonia tradicional + Sortida per VoIP

El primer escenari en el que ens podem trobar, és en el que utilitzem el servidor de Veu IP com a gateway. En aquest cas, s'aprofita tot el sistema de telefonia tradicional ja existent en l'entorn on volem utilitzar la veu IP, però es canvia la sortida de veu per línies analògiques per una línia digital fins a un operador de veu sobre IP.

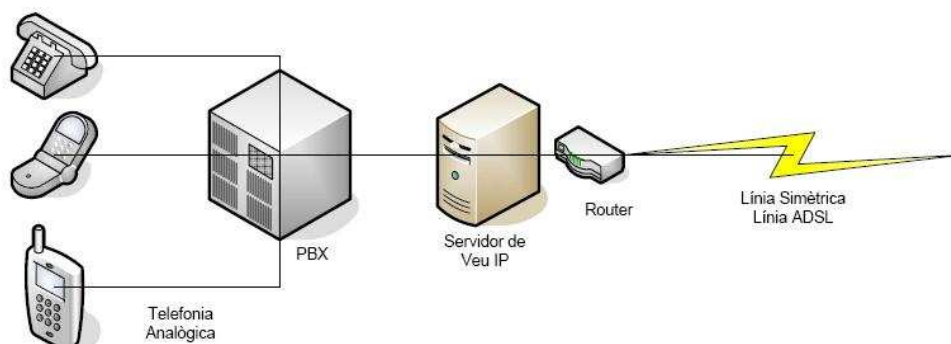


Figura 3.12. – Telefonia tradicional + Sortida per VoIP

Aquest sistema ens ofereix la possibilitat de fer que totes les sortides de veu que s'efectuïn siguin digitals, encara que ens comporta diferents problemes com poden ser el manteniment de la mateixa numeració telefònica, o bé buscar sistemes de seguretat, per tal de que si en algun moment la nostra línia digital deixa de funcionar, el sistema de telefonia continuï funcionant, a partir de serveis mínims.

Aquest sistema de seguretat es pot configurar a través de línies analògiques ja existents en l'empresa, ja puguin ser ISDN o PSTN. Aquestes poden ser algunes de les línies receptores de trucades, i només s'utilitzaran per a efectuar-les en el moment en el que la línia digital quedi desconnectada de la xarxa.

3.3.2. Telefonia IP + Sortida tradicional

En el segon escenari, per contra del primer, es trobem amb que en aquest cas, la telefonia interna és telefonia IP. És a dir, tots els terminals de l'escenari es comuniquen amb la centraleta a través del protocol IP. Aquesta centraleta és la que s'encarrega de gestionar totes les trucades, menús, i tot el que fa referència a la telefonia, i també és l'encarregada de connectar-se a través de línies analògiques cap a la resta del món.

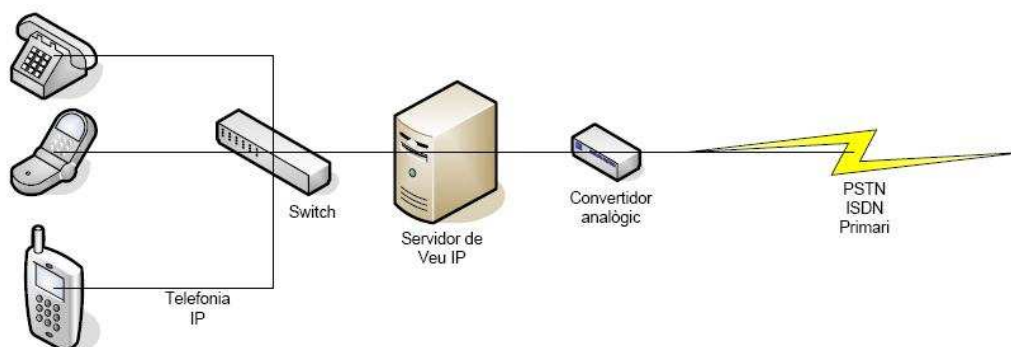


Figura 3.13. – Telefonia IP + Sortida tradicional

En aquest cas, com veiem en el gràfic, la telefonia IP només intervé internament, i podíem dir que utilitzaríem el nostre servidor de telefonia IP com a una centralita convencional, amb la única diferència de la flexibilitat que aquest sistema ens ofereix. Un cop tenim el nostre servidor, no ens caldrà actualitzar-lo ja que ampliant el sistema de switchos de la empresa, podrem connectar tots els nous terminals. Per altra banda, la creació de les extensions es pot fer d'una manera molt més ràpida i de forma remota, cosa que fa aquest sistema molt favorable envers les centraletes analògiques.

La sortida de veu a l'exterior, però, al fer-se per línies analògiques, no faria intervenir tots els sistemes d'enrutament de veu a través d'internet, i tot i que en aquest cas, la veu sobre IP no seria completa, jugaria un paper bastant important en tot l'escenari.

3.3.3. Telefonia IP + Sortida per VoIP

El tercer escenari, per la seva banda, serà la unió de les parts de Veu sobre IP dels dos anteriors. El sistema de telefonia intern serà a través de terminals IP, que es connectaran a la centralita IP a través de switchos. Per l'altre costat, tindrem un enrutador que serà l'encarregat d'enviar les nostres converses telefòniques cap a internet a través de línies digitals, i dirigits cap al nostre operador IP.

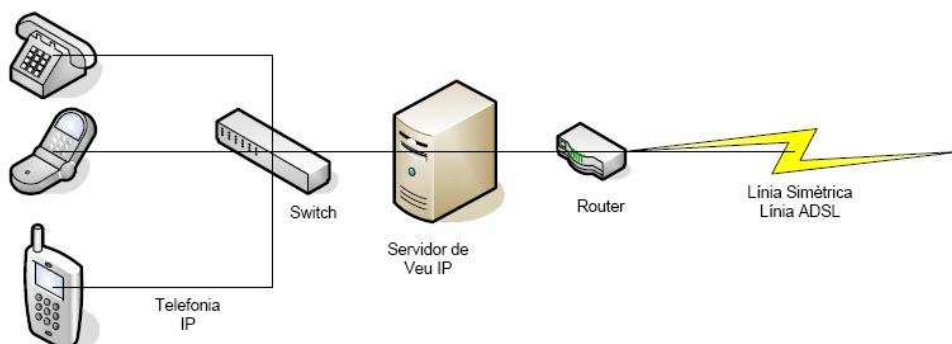


Figura 3.14. – Telefonia IP + Sortida per VoIP

En aquest cas, com es pot veure, tots els elements que intervindran en el sistema seran IP, i és on podrem analitzar el veritable funcionament de la veu sobre IP.

3.4. Elements VoIP

A més d'utilitzar la xarxa de dades, ens caldràn altres elements per a la utilització de la VoIP, com ja s'ha pogut veure en els gràfics dels escenaris anteriorment esmentats.

Aquests elements poden ser el servidor VoIP, o bé els terminals o adaptadors IP.

3.4.1. La centraleta IP

La centraleta IP que tindrem en aquest cas, serà en la majoria dels casos, un ordinador amb un software instal·lat capaç de la gestió de tot el sistema de telefonia. També ens podem trobar amb elements de hardware capaços de controlar la telefonia IP però.

En cas d'utilitzar un computador, aquest serà un ordinador corrent, encara que segons les característiques de la nostra empresa, en necessitarem un de més potent o menys. En el cas de tenir una xarxa de telefonia molt gran, ens caldrà un ordinador bastant potent, ja que haurà de gestionar tot el volum d'extensions, com també el flux de trucades que s'aniran esdevenint.

En cas de que sigui una empresa petita, amb una placa amb tot ja integrat, i sense gaire capacitat de processament en tindrem prou, ja que el que haurà de controlar serà bastant menor.

El software que podrem utilitzar serà per exemple Asterisk, el que ens permetrà tota la gestió de les extensions, com també el control de trucades a més

d'altres característiques. En el següent capítol el veurem més a fons, ja que serà el software que utilitzarem per a el muntatge en l'entorn empresarial.

3.4.2. Terminals IP

Els terminals IP son els que es poden connectar directament a la nostra xarxa interna digital de dades, i a través d'ella es posen en contacte amb el nostre servidor de telefonia.

Aquests terminals, ja porten els software i el hardware adequats per a poder establir la comunicació a través dels protocols de Veu IP, encara que en alguns dels casos, pot ser necessària una actualització de firmware per a fer-lo compatible amb un dels altres protocols.

Alguns dels telèfons més habituals, son els de la marca Cisco, ja que van ser un dels primers en aparèixer, i en moltes sèries nord-americanes hi apareixen. Aquests, venen preconfigurats amb un firmware que només accepta el protocol SCCP, ja que és propietari de Cisco, però amb un canvi de firmware, també poden parlar SIP.



Figura 3.15. – Telèfons IP (Cisco, Snom, Linksys)

Per la seva banda, però, la filial de Cisco, Linksys, també ha tret la seva gamma de productes de veu IP. Aquests, directament ja accepten el protocol SIP,

A més d'elles dos, també hi ha altres marques que fabriquen telèfons IP.

3.4.3. Terminals analògics

Aquests telèfons son els que trobem en qualsevol llar o empresa, però al contrari que en el cas dels telèfons IP, no es poden connectar directament a la nova xarxa de veu. En aquest cas, serà necessari un adaptador que serà l'encarregat de codificar i paquetitzar la veu que circuli a través del canal analògic del telèfon, així com també d'establir el registre i les comunicacions amb el servidor.

En el cas d'utilitzar telèfons més complexos, ja capaços d'enviar missatges de text, o de notificar quines extensions estan actives, hauríem de comprovar si aquestes funcionalitats son compatibles amb la xarxa de telefonia, ja que en la majoria dels casos deixarien de funcionar.

El fet és que aquestes funcions, es regulen a través del nostre proveïdor de telefonia analògica, o be de la nostra centraleta interna, i com que les comunicacions ara serien a través de IP, tota la senyalització necessària de transferència de missatges o be d'avis de línies ocupades ja no seria compatible.

Per contra, ens trobem que hi ha adaptadors de telefonia que poden resultar bastant econòmics, cosa que els fa molt interessants per a intentar aprofitar alguns dels nostres aparells a la hora de fer una migració cap a la telefonia IP.

Podem veure, que hi ha adaptadors de diferents classes, començant per a alguns per a un sol telèfon, com el GrandStream HT-286.



Figura 3.16. – Adaptador Grandstream HT-286

També podem trobar adaptadors per a 2 telèfons, com pot ser el cas del Linksys PAP2T. Aquest adaptador, ens permet l'ús del protocol SIP per a la comunicació amb el nostre servidor, així com l'ús de diferents codificadors. A més, també ens trobem que degut a la gran quantitat de paràmetres configurables, podem adaptar-lo per a la connexió d'aparells de FAX en la nostra xarxa de telefonia IP.



Figura 3.17. – Adaptador Linksys PAP2T

En cas de necessitar una quantitat més gran de línies per al nostre telèfon analògic, també podem trobar productes que ens ofereixen fins a 24 connexions analògiques, com pot ser el Soundwin 2400.



Figura 3.18. – Adaptador Soundwin

Aquest aparell, ens permet la connexió de fins a 24 telèfons, i una sortida a través dels protocols SIP i H323. A més, també ens permet fer la digitalització de la veu a través de diferents codificadors.

3.4.4. Softphones

En cas de que no vulguem utilitzar telèfons físics, tenim la possibilitat de utilitzar els softphones. Aquests son elements de software que es poden instal·lar en qualsevol ordinador, i que ens permetran efectuar les trucades a través de la nostra xarxa de dades i cap al servidor de telefonia.

Per a utilitzar-los, ens cal primerament una tarja de so, per a donar la possibilitat d'utilitzar el so en el nostre ordinador, i una tarja de xarxa per a poder-nos connectar amb el nostre servidor. A més, també ens caldran uns micròfons, o be auriculars i un altaveu, ja que sinó no podríem reproduir i capturar la veu.

Un cop disposem de tots els elements físics, el que ens caldrà serà ja el programari capaç de simular un telèfon. Hi ha bastants programes que executen aquesta funció, i un d'ells pot ser el SJPhone (<http://www.sjlabs.com/>). D'aquest la versió reduïda és gratuïta, encara que a través de la compra d'una llicència, podem disposar de versions amb moltes més característiques.



Figura 3.19. – Softphone SJphone

Per a utilitzar-lo, necessitarem disposar del nostre usuari i la nostra contrasenya, que podrem configurar en les opcions del telèfon, i un cop registrat, ja podrem començar a conversar.

4. Asterisk

4.1. Introducció

Per a la utilització dels sistemes de telefonia IP, necessitarem un medi per tal de controlar les nostres extensions, el pla de trucada, i tots els esdeveniments que es poden anar succeint en una conversa.

Per a això existeixen diferents opcions, com poden ser les centraletes que ofereix la casa Cisco, o bé altres opcions com les de la casa Epigy, amb les centraletes Quadro. Aquestes dues opcions tenen el problema que són propietàries de la marca, i es pot arribar a un punt en el que necessitis comprar-ne de noves per a poder ampliar el nombre d'extensions.



Figura 4.1. – Epigy Quadro 16x

Per altra banda, també existeixen programaris capaços de tenir el funcionament que una centralita tradicional. Aquests es poden instal·lar directament sobre un ordinador, i ens ofereixen la avantatge que en cas de que alguna part de l'ordinador s'espalli, podem trobar recanvis molt ràpidament. A més, també tenim la oportunitat d'utilitzar aquest ordinador amb altres funcions completament alienes a la VoIP.

Un exemple clar pot ser Asterisk. La seva aparició va ser pels voltants de 1999 gracies a Marc Spencer, i actualment es troba en la versió 1.6 i cada vegada hi ha més usuaris al voltant del món.



Figura 4.2. – Asterisk

Per a la seva configuració, utilitza diferents fitxers, on s'hi pot especificar la configuració de les nostres extensions, de la música d'espera, del contestador automàtic, de les línies d'entrada, les de sortida, i també el pla de trucades, que serà el que ens controlarà el verdader funcionament de la centraleta, i ens definirà a qui se'ns permet trucar, com han de ser els salts de trucada, i cap on s'han de dirigir les nostres trucades entrants i sortints.

Per a tot això fa ús de diferents contextos, els que lligats a les nostres extensions, i a les línies es dirigiran cap a una part del fitxer de pla de trucada i decidiran que és el que s'ha d'executar en cada instant.

A més, també disposa d'una consola en la que es pot veure quina és l'execució del moment, especificant quina instrucció s'executa a cada instant, com també controlar quines son les extensions registrades per la nostra centraleta o veure quines trucades es troben en procés, entre d'altres.

Per tal de que tots aquests conceptes siguin més clars, els veurem més detalladament en les següents seccions, però primer ens caldrà conèixer quin és el procés d'instal·lació de la nostra centraleta VoIP Asterisk.

4.2. Instal·lació

Abans de preparar el nostre sistema per a configurar-hi una centraleta IP, primer necessitarem decidir quin sistema operatiu utilitzem. En el nostre cas, utilitzarem la distribució de GNU/Linux Debian, ja que podem instal·lar-hi Asterisk, i ens facilita molt la feina en el cas de que necessitem diferents paquets per a el correcte funcionament del nostre sistema.

Alguns d'aquests paquets poden ser compiladors de C i C++, ja que el codi font es troba escrit en aquests llenguatges, el make, per a instal·lar-los, o bé d'altres llibreries per a el seu funcionament.

Per a fer efectiva la instal·lació del nostre servidor de VeuIP mitjançant Asterisk, el que farem primer serà descarregar-nos els fitxers que contenen el codi font. Aquests els trobarem per a descarregar, en la seva versió oficial a la web <http://downloads.digium.com/pub>. En aquest cas, els que ens faran falta per a una instal·lació bàsica seran els del propi Asterisk, l'Asterisk-addons, Asteris-sounds, zaptel i libpri.

El primer fitxer conté el codi font de l'Asterisk, mentre que el segon i el tercer instal·len altres elements com el processat de funcions externes i els sons que reproduirà la nostra centraleta. Per altra banda, el zaptel i el libpri contenen informació sobre els controladors de les targetes per a la connexió a línies ISDN i PSTN.

Després de la descàrrega, el que ens tocarà serà fer efectiva la instal·lació, per a això, un cop descomprimits els fitxers, haurem de fer un ./configure dins de cada una de les carpetes, i llavors executar make, i make install. Aquest procés el que farà serà compilar-nos el codi font descarregat i preparar-lo per a ser executat. En el cas del fitxer zaptel, haurem d'executar make b410p en cas de tenir una tarja de connexions ISDN, ja que d'aquesta manera, també ens compilarà el seu controlador.

A més, en el cas dels fitxers de l'Asterisk, també haurem d'executar make samples, ja que d'aquesta manera ens generarà automàticament fitxers de configuració i sons per defecte. També podem fer make config en el cas de

l'asterisk, per tal de deixar-lo en "safe-mode", és a dir, en el mode d'execució que l'executa automàticament en cas d'estar parat.

Un cop arribats aquí, ja tindrem el nostre Asterisk preparat i a punt d'executar-se. De totes maneres, però, és aconsellable reiniciar el nostre sistema operatiu, ja que en alguns casos, el controlador zaptel ho necessita per a acabar-se d'executar correctament.

La manera d'engegar-lo, en cas de que el "safe-mode" no s'hagi instal·lat correctament, pot ser executant directament la comanda Asterisk des de la nostra consola, o bé ho podem fer executant `/etc/init.d/asterisk start`.

4.3. Fitxers de configuració

Un cop tenim el nostre Asterisk instal·lat, ens tocarà començar a configurar-lo. El primer que haurem de tenir en compte és que tenim diferents directoris en els que potser haurem d'accedir a modificar paràmetres.

Començarem per conèixer l'apartat situat a `/var/lib/asterisk`. En aquesta carpeta, hi haurà inicialment, els fitxers de so de l'Asterisk, els quals, podrem executar i ens indicaran problemes i errors en la nostra configuració.

Dins la carpeta `sounds`, hi trobarem els fitxers de so que necessita inicialment el sistema, però d'aquest apartat, el que ens interessarà serà la carpeta `moh`, on podrem guardar la nostra música en espera, i la carpeta `agi-bin`, on podrem instal·lar diferents fitxers creats per a nosaltres, per tal de fer interactuar el nostre sistema asterisk amb el linux.

Pel que fa a la música en espera, ens caldrà controlar quin tipus de fitxer utilitzem, ja que segons el reproductor que utilitzem, necessitarem, només ens acceptarà uns formats en concret.

Aquest reproductor, com veurem és endavant, el podem configurar nosaltres, i en cas de que el format per a un reproductor en concret sigui molt específic, sempre podem modificar el fitxer que s'ha de reproduir per tal d'adaptar-lo a el format adequat.

A la carpeta agi-bin hi podem posar els nostres scripts escrits en bash, i d'aquesta manera crear les nostres pròpies funcions per tal d'aconseguir executar els requeriments que Asterisk no compleix. Aquest fet fa que es puguin desenvolupar qualsevol tipus de funcions per a el nostre Asterisk, cosa que li dona unes possibilitats immillorables.

Un cop vist tot això, ja podem anar cap a la carpeta /etc/asterisk. En aquesta, hi ha tots els fitxers de configuració, els quals es detallen a continuació

```
adsi.conf          dundi.conf        manager.conf      rpt.conf
adtranvoivr.conf  enum.conf         meetme.conf       rtp.conf
agents.conf       extconfig.conf   mgcp.conf         say.conf
alarmreceiver.conf extensions.ael     misdns.conf       sip.conf
alsa.conf         extensions.conf  musiconhold.conf sip_notify.conf
amd.conf          features.conf    muted.conf        skinny.conf
asterisk.adsi     festival.conf    ooh323.conf       sla.conf
asterisk.conf     followme.conf   osp.conf          smdi.conf
cdr.conf          func_odbc.conf   oss.conf          telcordia-1.adsi
cdr_custom.conf  gtalk.conf       phone.conf        udptl.conf
cdr_manager.conf h323.conf        privacy.conf      users.conf
cdr_mysql.conf   http.conf        queues.conf       voicemail.conf
cdr_odbc.conf    iax.conf         res_mysql.conf    vpb.conf
cdr_pgsqf.conf  iaxprov.conf    res_odbc.conf     zapata.conf
cdr_tds.conf     indications.conf res_pgsqf.conf
codecs.conf      jabber.conf      res_snmp.conf
dnsmgr.conf      logger.conf
```

Figura 4.3. – Llistat de fitxers de configuració

4.3.1. Fitxers d'usuaris

En el nostre Asterisk disposarem de diferents fitxers d'usuaris segons el protocol que s'utilitzi. La estructura en tots ells serà bastant semblant, tot i que hi haurà petites diferències.

Dins la carpeta, veurem que existeixen els fitxers sip.conf, iax.conf, h323.conf, skinny.conf i users.conf. Aquests son els que contindran la informació dels usuaris, o extensions del nostre sistema de telefonia.

L'esquema general serà molt semblant a tots. Primerament es definirà el context d'usuari, i dins d'ell s'hi especificaran paràmetres com ara *l'username*, i el *secret* (usuari i contrasenya). A més també hi haurà altres paràmetres genèrics que hi podrem especificar.

Abans de començar, el que ens caldrà saber és que podem trobar tres tipus d'usuaris, els *users*, son els que permeten trucades entrants, els *peers* els que les permeten sortints i els *friends*, els que accepten les dues. A partir d'aquí, podem crear els nostres usuaris segons ens convingui.

Un cop vist això, ja haurem d'aprofundir en cada un dels fitxers.

Sip.conf

Aquest fitxer serà el que ens permetrà crear els usuaris del protocol SIP. Cada usuari tindrà la seva configuració i en una mateixa empresa, segurament tots els paràmetres seran els mateixos, encara que tindrem un usuari una contrasenya i un nom diferents per a cadascun.

```
[sip]
type=friend
host=dynamic
username=user
secret=XXXX
callerid="Nom de la extensio"
context=default
qualify=no
canreinivite=yes
limitonpeer=no
```

```
call-limit=2  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=alaw
```

En aquest cas, veiem que el tipus d'usuari és friend, i que és dinamic, és a dir, que es pot connectar des de qualsevol IP. A més veiem les seves dades d'usuari, i que pertany al context per defecte. A més, veiem que admitem els codificadors u-law i a-law del G.711. Per a acceptar-los, el que fem és inhabilitar-los tots i llavors escollir els que més ens convenen.

També tenim d'altres opcions com el qualify, el que farà que l'asterisk comprovi periodicament que el client continua en línia, el canreinvite, que ens permet la transferència de trucades entre extensions, el call-limit, que ens limiten el nombre de trucades simultànies que pot tenir la extensió el limitonpeer, que en cas d'estar actiu, farà que el límit de trucades només conti en les de sortida.

lax.conf

Pel que fa a el fitxer de IAX, aquest serà molt semblant al de SIP, però amb algunes diferències:

```
[iax]  
type=friend  
username=user  
auth=md5  
secret=XXXX  
host=servidor.voip.net  
context=default  
trunk=yes  
allow=all  
callerid="Nom de la extensio"
```

Veiem que en aquest cas tenim una manera de codificar les dades d'autenticació, en aquest cas, amb md5. En l'espai de host, hi posem el servidor o el client amb el que s'ha de fer la connexió, a més d'acceptar tots els codificadors.

A més, veiem que tenim la opció de *trunk*, que ens permetrà l'espai que sobri aprofitar paquets amb diferent informació que es dirigeixi cap al mateix destí, amb nova informació.

H323.conf

Per a la definició dels usuaris h.323, ens trobem amb gairebé el mateix, necessitarem definir de quin tipus d'usuari es tracta, el context al que pertany i quins codificadors acceptem.

```
[h323]
type=friend
context=default
disallow=all
allow=gsm
allow=ulaw
host=xxx.xxx.xxx.xxx
```

En aquest cas no ens caldrà definir l'usuari i la contrasenya, però el que si que necessitarem serà especificar a el host al que pertany.

Skinny.conf

En aquest cas la configuració és diferent que en els casos anteriors. Un exemple pot ser-ne el següent:

```
[SCCP]
device=SEPXXXXXXXXXXXXX
version=P002F202
```

```
context=default
```

Veiem que en l'apartat *device* hi tenim el SEP, on les X s'han de canviar per els valors de l'adreça MAC del telèfon. Amb això ja sabrem directament de quin es tracta. A més, la *version*, també ha de concordar amb la versió de firmware que estem utilitzant en el telèfon, i com en tots els altres casos, el *context* és el que ens decidirà a quina configuració de trucades pertany l'usuari.

Users.conf

En aquest apartat podem definir usuaris de tot tipus, on dins el context haurem d'incloure sobre quins tipus es tracta.

```
hassip = no
hasiax = no

hasvoicemail = yes
mailbox = Bustia
vmpassword = XXXX
```

També veiem que des d'aquest perfil podem crear les bústies de veu per a els usuaris. Amb la opció *hacevoicemail*, el podem activar. El *mailbox* serà el nom de la bústia de veu i el *vmpassword*, la contrasenya per a accedir-hi.

4.3.2. Fitxers de connexió amb les línies externes

Misdn.conf

El mòdul mISDN ens serveix per a controlar els canals ISDN del nostre sistema. Aquest tindrà un apartat [general] on podem definir algunes de les opcions generals del canal. Aquest poden ser el nivell de *debug* que volem tenir, o bé el fet de poder fer un pont entre les interfícies en cas necessari, com és la opció de *bridging*.

```
[general]
debug=0
bridging=no
```

També ens trobarem que existeix un apartat *default* on podrem definir les opcions globals de tots els canals misdn que vulguem crear. Algunes d'aquestes opcions poden ser les de cancel·lació d'eco, o l'entrenament, entre d'altres.

```
[default]
echocancel=128
echotraining=500
context=default
```

Aquestes dues opcions, seran les que ens permetran graduar la qualitat de la conversa a través dels canals ISDN. Tot i que no es massa aconsellable activar-los, degut a que l'Asterisk ja porta sistemes incorporats per a fer aquestes cancel·lacions, enlloc de fer-les a través del mòdul mISDN.

Un cop tenim tots aquests valors, ja podem crear els nostres canals d'entrada i de sortida. Per a la creació, el que farem serà crear un context i a dins seu, especificar les opcions que necessitarem per tal de que funcionin correctament.

```
[canal_misdn]
ports=1,2
context=entrada
msns=*
always_immediate=no
immediate=no
```

En aquest cas, veiem que hem creat el context [canal_misdn], el qual incorpora els 2 primers ports ISDN de la nostra targeta. Un cop arribin trucades per

aquests canals, aquestes es desviaran cap al context entrada del nostre fitxer de control de trucades.

Veiem que la opció `msns` té el valor de `*`. Aquesta opció ens canvia el número d'entrada amb el que rebem una trucada, deixant-nos introduir-lo nosaltres mateixos, però en cas de l'ús de l'`*`, aquest pren el valor que li dona la línia ISDN, que en la majoria dels casos serà el número de telèfon que s'ha marcat i que està assignat a la línia.

Per altra banda, també tenim dues opcions més. Aquestes ens serviran per a definir com es fa el procés de marcatge. Amb les opcions `always_immediate` i `immediate` posades a `no`, el que es farà serà que l'Asterisk generarà el to de marcatge, mentre esperarà que l'usuari entri el destí de la trucada, i llavors executarà tot el procés de marcatge a través dels nostres canals.

Aquestes seran les opcions més importants i interessants que podrem trobar a la hora de configurar canals ISDN a la nostra centraleta Asterisk mitjançant el mòdul `mISDN`.

Zapata.conf

La configuració del fitxer `zapata.conf` serà la que ens permetrà comunicar-nos amb les línies tradicionals o bé amb les connexions de primaris. Per a la configuració de les primeres línies, el que podríem tenir és el següent:

```
[channels]

context=entrada
signalling=fxs_ks
callgroup=2
pickupgroup=2
channel => 2
```



```
context=entrada  
signalling=fxs_ks  
channel => 3
```

Veiem que hi podrem definir el context al que pertanyen, el tipus de interfície de la que es tracta i el canal que utilitza. A més, també tenim la opció d'assignar-hi grups de trucada, per tal de poder capturar-les.

Pel que fa a les connexions a través de les línies de primari, aquestes seran molt semblants.

```
[channels]  
  
group=1  
signalling=pri_cpe  
channel => 1-15,17-31  
  
group=2  
signalling=pri_cpe  
channel => 33-46,48-62
```

En aquest cas, veurem que la configuració és molt semblant a la dels primaris, però ens canviarà la senyalització, que en aquest cas serà de primari, i hi tindrem definits quins canals pertanyen a cada grup.

Cal tenir en compte que per a les sortides a través de VoIP el que tindrem serà un usuari i una contrasenya que ens donarà el nostre proveïdor de VoIP. En aquest cas, per a fer la configuració, haurem de crear-la en el fitxer del protocol que ens digui el nostre operador, i per tant, no apareixerà en aquest fitxer de sortida.

4.3.3. Fitxer de control de trucades (dialplan)

El fitxer de dialplan és el que ens especifica on es poden efectuar les trucades, qui les pot fer i cap a on es dirigiran. Des d'aquest podem controlar cap a on s'ha de dirigir una trucada rebuda a través d'un número concret, o bé si permetem o no trucades a números a l'estranger.

Per a fer-ho, el que farem serà tenir en compte els contextos que hem especificat en cada un dels usuaris i a cada línia externa, ja que és aquí on els especificarem.

Abans però, ens caldrà revisar el context [general] i el [global], ja que segurament ens caldrà definir-hi alguna variable.

L'apartat [general] ens servirà per a definir paràmetres generals que tenen a veure amb tots els contextos que definirem més endavant.

```
[general]
static=yes
writeprotect=yes
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
priorityjumping=no
```

La opció *static* activa i desactiva la possibilitat de poder editar el pla de trucada a través de la consola de Asterisk. El *writeprotect*, també tindrà a veure amb la opció anterior, ja que si esta protegit contra la escriptura, no podrem guardar els canvis.

Amb l'*autofallthrough*, en cas de que una extensió arribi al final del seu procés i la trucada no s'hagi penjat, l'Asterisk decidirà si dona una senyal de ocupat, de congestionat o be de penjat. *Clearglobalvars* ens esborrarà les variables globals al reiniciar l'Asterisk, en cas d'estar activat. I el *priorityjumping* ens permetrà saltar entre prioritats.

L'apartat [global], mentrestant, ens permet definir variables globals que podrem utilitzar també en altres contextos.

[global]
 NOM => VALOR

En aquest cas, veiem que per a definir una variable es fa de la manera que es mostra al requadre anterior. Un cop definida, per a utilitzar-la farem $\${NOM}$.

Un cop tenim aquests paràmetres ja podem començar a generar el pla de trucada través del context, i en aquest cas, a dins hi especificarem una funció genèrica:

[trucades]
 exten => extensió,prioritat,aplicació

Extensió

En tots els casos, serà la manera que tindrem per a detectar quina acció s'està seguint. En cas de que aquesta sigui una línia d'entrada, posarem _972. Per tal de que tots els que truquen per al 972. tinguin el mateix processat.

En aquest cas també podrem expressar la primera part com a una expressió regular, utilitzant els paràmetres que Asterisk ens ofereix

X	Qualsevol valor de 0 a 9
Z	Qualsevol valor de 1 a 9
N	Qualsevol valor de 2 a 9
[12679]	Qualsevol valor entre els []
.	Qualsevol cosa que falti per entrar
_123.	Qualsevol cosa que comenci per el que tenim exceptuant ell mateix

També, tindrem la possibilitat d'utilitzar caràcters que simbolitzen accions en les que ens podem trobar, com poden ser:

i	Invalid	Intentem marcar una extensió invalida
s	Start	Tenim una entrada sense un valor concret
h	Hangup	Es detecta el to de penjat
t	Timeout	Quan després d'un temps concret no ha passat res
T	Abs. Timeout	Es penja la trucada al cap d'un temps concret
o	Operator	Necessitem digits per a l'operador

Prioritat

Aquesta part és un indicador numèric que ens mostrarà l'ordre en que executarem les nostres funcions. La primera sentència que executem serà la 1, i a partir d'aquí tenim la possibilitat de seguir augmentant numèricament aquest valor, fins al final, o bé utilitzar el caràcter 'n', el que ens permetrà que Asterisk sigui el que va fent els augments. D'aquesta manera, en cas de modificar el codi, no haurem de modificar totes les línies per tal d'augmentar aquest valor.

També podem utilitzar claus per tal de referir-nos a una sentència en concret. Per exemple, podem utilitzar la part:

<code>exten => s,n(salt1),aplicació</code>

D'aquesta manera, des de qualsevol lloc del propi context ens podem referir a aquesta línia com a 'salt1'.

Aplicació

Aquesta part és la que ens indica quina acció s'executarà a la línia. D'aquestes accions n'hi ha moltes, però algunes de les que més utilitzarem son les següents:

En cas de que la nostra intenció sigui reproduir un missatge, ho podem fer de dues maneres diferents.

Playback(fitxer), ens reproduirà el fitxer directament, sense posar-hi la seva extensió i *Background*(fitxer) també, però aquest ens donarà la oportunitat per a prémer una tecla com és el cas dels menús telefònics.

A més, tenim la comanda *Wait*(temps) que ens permet deixar el procés d'execució del servidor en espera durant uns segons, i el *Waitexten*(temps) que fa exactament el mateix, però com en el cas del *background*, també ens permetrà prémer una tecla.

També ens podem trobar amb accions de salt. Aquestes poden ser un salt directe a una instrucció del propi context, amb la comanda *Goto*(instrucció), o bé un salt cap a una instrucció d'un context completament diferent *Goto*(context|extensió|instrucció). També ens podem trobar amb salts condicionats. Un exemple pot ser el *GotoIfTime*(Inici-Final|dia|*|*?salt), que ens anirà a parar a la instrucció salt, en cas de que el dia coincideixi.

A més, també ens trobem que podem guardar variables a través d'aquesta part, amb el *Set*(VARIABLE=valor), les podem assignar per tal de poder-les utilitzar més endavant. També tenim la instrucció *NoOp*(). La funció d'aquesta és no fer res, però ens serveix en cas de que més endavant haguem de canviar-la per a una altra instrucció, d'aquesta manera la estructura no es veu afectada per a els canvis.

Cal comentar també, que el nostre Asterisk serà capaç de simular senyals de telefonia des d'aquest fitxer. Amb les comandes *Answer*() i *Hangup*() el servidor serà capaç de penjar i despenjar trucades, mentre que amb *Congestion*() i *Busy*(), el nostre sistema ens simularà aquestes senyals per a donar a entendre a l'usuari que la línia esta ocupada en aquest moment. Això si, les podem incorporar quan creiem necessari.

Finalment, i la part més important, també s'ha de poder establir trucades. A través de la comanda *Dial()* ho podem fer. El contingut d'aquest pot ser molt variat, ja que per exemple podem fer una trucada contra una extensió i per un protocol concret amb *Dial(Protocol/Extensio)*, o bé, que sonin més d'una extensió amb *Dial(Protocol/Extensio&Protocol/Extensio)*.

També podem fer que el temps per a despenjar la trucada tingui una durada determinada, ja que d'aquesta manera podrem fer salts a diferents extensions fins que es despenji. Per a fer-ho utilitzarem *Dial(Protocol/Extensio,temps)*.

A més, tenim la possibilitat d'eliminar el prefix marcat, com pot ser el 0 en una empresa. Per a fer-ho utilitzarem *Dial(Protocol/Extensio/\${EXTEN:1})* on el número equival a el nombre de caràcters del prefix que no tindrem en compte.

Per acabar, també podrem fer trucades a través dels mòduls inserits en el nostre servidor. Per exemple, podrem telefonar a través de les nostres línies ISDN amb la comanda *Dial(misdn/g:grup_de_canals/\${EXTEN})*, on el grup de canals son els que hi ha definits dins el propi context mISDN. També *Dial(Protocol/Extensio/\${EXTEN})*, per a fer la trucada a través del nostre operador IP.

Amb aquest seguit de comandes, ja en tindriem prou per a configurar un sistema bàsic de VoIP.

4.3.4. Altres fitxers

Musiconhold.conf

Aquest fitxer s'utilitza per a definir la música en espera. Veurem que podem definir també diferents contextos, però cadascun d'ells serà semblant. Els paràmetres que ens caldran son els següents.

```
[default]
mode=custom
dir=/var/lib/asterisk/mohmp3
application=/etc/asterisk/mohstream.sh
format=ulaw
```

Veiem que el mode ens indicarà el mode com es reproduiran les cançons. Aquest pot ser *custom*, és a dir per ordre en que apareixen, i *random*, que reproduirà la música aleatòriament.

L'apartat dir ens permetrà especificar el directori on hi ha els fitxers que s'han de reproduir. Per defecte serà el que hi ha en l'exemple, i finalment tindrem el format, que ens indicarà com es codificaran les cançons i *l'application*, que ens indicarà amb que s'han d'obrir aquests fitxers de música.

Features.conf

En el fitxer de features, hi tindrem funcions més específiques amb tecles que pot dur a terme el nostre Asterisk.

```
[featuremap]
featuredigittimeout = 500
pickupexten = *8
blindxfer => #1
atxfer => *2
```

En aquest cas veiem que el primer paràmetre del context, *featuredigittimeout*, ens indicarà el temps de detecció del dígit en ms. Els altres tres, són opcions que podrem configurar. El primer, *pickupexten*, serà per a capturar una trucada. *Blindxfer* ens servirà per a les transferències a segües, és a dir, sense parlar amb el nou receptor i *atxfer* per a les transferències de trucada amb interlocució entre la persona que passa la trucada i la que la rep.

Altres

També ens podem trobar amb altres fitxers de configuració que ens serviran per a parts més concretes de l'Asterisk.

Alguns d'aquests poden ser l'asterisk.conf, amb els propis paràmetres modificables del servidor, el manager.conf, amb el que podrem donar-nos accés a través d'un programa manager d'Asterisk, o bé el voicemail.conf, que ens permetrà una configuració més a fons de la bústia de veu, entre d'altres.

4.4. Consola

4.4.1. La consola

La consola d'Asterisk ens permet visualitzar tots els esdeveniments que es van succeint a la centralita. Per a entrar-hi el que ens caldrà serà la comanda: asterisk -r

```
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.4.19 currently running on enri-voip (pid = 16714)
Verbosity is at least 17
-- Hungup 'IAX2/enri-16387'
== Spawn extension (default, 00033231463730, 1) exited non-zero on 'SIP/206-b4
c4fbf0'
== Spawn extension (default, 252, 1) exited non-zero on 'SIP/231-b4c49308'
-- Executing [252@default:1] Dial("SIP/231-b4c49308", "SIP/252&SIP/352") in
new stack
-- Called 252
-- Called 352
-- SIP/352-08fe5178 is ringing
-- SIP/252-090183f8 is ringing
-- SIP/352-08fe5178 answered SIP/231-b4c49308
-- Native bridging SIP/231-b4c49308 and SIP/352-08fe5178
[Jun 11 10:40:22] NOTICE[16739]: chan_iax2.c:6051 update_registry: Restricting r
egistration for peer '200' to 60 seconds (requested 300)
enri-voip*CLI> █
```

Figura 4.4. – Consola Asterisk

Amb aquesta sens obrirà el client, encara que podem necessitar algun paràmetre més a la hora de la seva obertura. Podem utilitzar el '-v', *verbose*, per tal de que ens mostri més informació i en podem anar posant fins on creiem convenient '-vvvvvv'.

Un cop dins, veurem que tots els esdeveniments es mostren per pantalla, ja sigui qui efectua una trucada, com qui la rep, i en el moment que es contesten. Aquesta pantalla ens servirà per tal de fer un *debug* de la nostra configuració, és a dir, en cas de que algun paràmetre no sigui correcte, veurem que es donen *errors* o *warnings* en la execució d'una trucada.

A més, veurem que podem utilitzar-hi comandes per tal de que el client ens mostri informació més concreta.

Per a anar veient-les, podem utilitzar la tecla tabulador que ens anirà mostrant la ajuda, encara que el millor és fer un cop d'ull a les que segurament, ens resultaran més útils.

4.4.2. Comandes d'usuari

Segons el protocol que utilitzem per a establir les connexions amb el servidor, tindrem les diferents comandes.

SIP

- Sip reload – Recarrega els fitxers d'usuaris SIP
- Sip set debug – Activa / Desactiva el debug
- Sip show channel – Mostra informació referent a un canal de SIP
- Sip show channels – Mostra els canals actius de SIP
- Sip show peer – Mostra informació referent a un usuari SIP
- Sip show peers – Mostra els usuaris SIP i el seu estat

IAX

- lax2 reload – Recarrega els fitxers d'usuaris IAX
- lax2 set debug – Activa / Desactiva el debug
- lax2 show peer– Mostra informació referent a un usuari IAX
- lax2 show peers – Mostra els usuaris IAX i el seu estat
- lax2 show channels – Mostra els canals actius de IAX

H323

- H.323 debug – Activa / Desactiva el debug
- H.323 show codecs – Mostra informació general sobre els codificadors

SKINNY

- Skinny set debug – Activa / Desactiva el debug
- Skinny show devices – Mostra els usuaris SCCP i el seu estat
- Skinny show lines – Mostra les línies actives per a els usuaris

4.4.3. Comendes de línies externes

Per a efectuar les trucades, podem passar a través de diferents mòduls, els quals haurem d'utilitzar segons convingui.

Cal tenir en compte que la sortida per VoIP es farà a través d'un canal d'usuaris, i per tant, serà en l'apartat anterior i no en aquest.

ZAP

- Zap show status – Mostra l'estat del mòdul zapata
- Zap show channels – Mostra informació referent als canals zapata
- Zap restart – Reseteja el mòdul zapata
- Zap destroy channel – Desconnecta un canal zapata

MISDN

- Misdn show config – Mostra la configuració del modul misdn
- Misdn show stacks – Mostra l'estat de les connexions ISDN
- Misdn show channels – Mostra l'estat dels canals misdn

PRI

- Pri show span – Mostra informació concreta d'un canal primari
- Pri show spans – Mostra informació dels canals primaris

4.4.4. Comandes de control de trucades

La consola també ens ofereix diferents opcions per a controlar el procés de les trucades.

DIALPLAN

- Dialplan reload – Recarrega el fitxer extensions.conf
- Dialplan show – Mostra un context del pla de trucada

CORE

- Core set debug – Activa / Desactiva el debug
- Core show channel – Mostra informació d'un canal actiu
- Core show channels – Mostra els canals actius
- Core show codec – Mostra informació sobre un codificador
- Core show codecs – Mostra informació general sobre els codificadors

4.4.5. Altres comandes

A més, també podem utilitzar altres comandes que ens ajudaran a veure quin és el procés d'execució del nostre servidor Asterisk.

CONSOLE

- Console dial – Efectua una trucada des de consola
- Console hangup – Penja una trucada

MOH

- Moh reload – Recarrega la música en espera
- Moh show files – Mostra els fitxers de la música en espera

RESTART

- Restart gracefully – No accepta trucades i quan no en queden, reinicia
- Restart now – Reinicia l'Asterisk al moment
- Restart when convenient – Reinicia l'Asterisk quan no hi ha canals

En cas de que necessitem més comandes, podem anar a mirar a l'annex 2 on n'hi trobarem una descripció més amplia.

5. Estudi d'un cas: l'empresa mitjana ENRI 2000

Ara que ja som coneixedors de tot l'anterior, ja podem començar a preparar el nostre sistema de VoIP en un entorn empresarial. El primer que haurem de fer, però, serà desplaçar-nos al lloc de treball i investigar quin és el funcionament de la telefonia que utilitzen fins ara, i tot el que podem requerir per a tal de poder aplicar el nostre sistema de veu.

El projecte del muntatge del sistema de VoIP a la empresa ENRI 2000 s'ha fet a través d'un encàrrec a GRN Serveis Telemàtics, on hi ha un equip de disseny de projectes de VoIP del que formo part..

Ja que des del primer moment l'empresa GRN Serveis Telemàtics va estar d'acord en que ENRI 2000 fos l'empresa assignada al meu projecte, se m'ha deixat involucrar-m'hi completament

La meva funció per a l'estudi d'aquest cas, ha estat la de fer el disseny del projecte i la configuració i el muntatge, del servidor, la centraleta Asterisk i les extensions telefoniques i adaptadors. Juntament amb l'assessorament de l'equip de VoIP, els que també m'han ofert la seva ajuda per tal d'agilitzar la feina en els processos de transport de material o la col·locació del servidor a l'armari corresponent..



ENRI 2000, és una empresa de Flaçà nascuda al 1939, i on son especialistes en el tractament del paper per a la fabricació de productes escolars i d'oficina. Els objectius d'aquesta empresa han estat des de sempre la qualitat constant dels seus productes i la innovació.

Des d'aquest any, van decidir establir contactes comercials amb GRN Serveis Telemàtics degut a que la seva centraleta començava a quedar petita i antiga. Després d'estar estudiant diverses opcions, van decidir fer una aposta al futur introduint-se en el món de la telefonia IP.

5.1. Anàlisi de la infraestructura

5.1.1. Instal·lacions

En el nostre cas, ens trobem que la empresa disposa d'una zona d'oficines, on hi ha la majoria de les extensions telefòniques, i una nau dividida en diferents seccions. A la zona d'oficines, hi trobem dues sales separades que són bastant importants per a nosaltres.

La primera sala, conté totes les línies telefòniques provinents de l'exterior. Aquestes estan enllaçades a un armari rack, del que surten un seguit de cables en direcció a una segona sala.

Actualment la empresa disposa de 7 línies ISDN, les quals s'utilitzen per a la telefonia. Aquestes línies, situades en la primera sala, s'enllacen directament a la PBX interna, des de on surten les extensions que també es dirigeixen cap a aquesta segona sala.



Figura 5.1. – Línies ISDN

En aquesta segona sala, hi ha un altre armari rack, amb tot el sistema informàtic. En ell hi ha els panells de connexió, els commutadors i dos enllaços de fibra òptica en direcció cap als magatzems.

El els magatzems, ens robem amb que hi ha dos armaris rack més petits, on hi ha diferents punts de xarxa repartits per la nau, on s'hi connecten diferents ordinadors i els la maquinaria, ja que aquesta també utilitza xarxa per a dipositar dades estadístiques.

Un cop vist l'esquema, podem concloure que necessitarem quatre commutadors destinats a la VoIP, però com que l'accés a la zona dels magatzems es fa a través de fibra òptica, unirem tots els commutadors a la xarxa informàtica ja existent per tal d'aprofitar els recursos dels que ja disposem prèviament.

La empresa a més, també disposa d'una centraleta i aparells de telefonia DECT. Com que la inversió en aquest tipus de telèfon és bastant gran, s'ha decidit que unirem el servei de telefonia DECT al nostre sistema de VoIP, mitjançant els adaptadors analògics PAP2T.

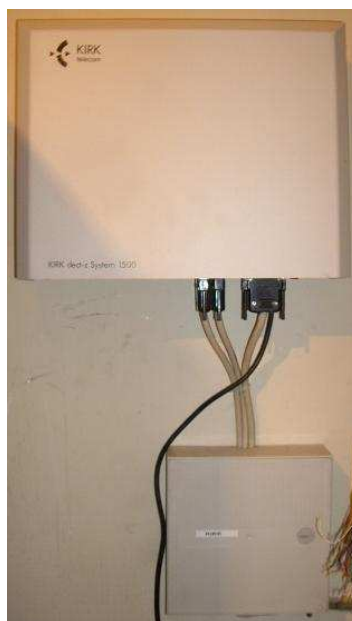


Figura 5.2. – Centraleta DECT

A part d'això, també hi ha tres aparells track funcionant, els quals també s'han d'adherir al nostre sistema. El motiu és que aquests track tenen una targeta de mòbil amb la que hi ha una tarifa plana amb tots els telèfons mòbils de la empresa.

Finalment, també ens trobem una extensió telefònica a la que no hi arriba cap cable ethernet, i per aquest motiu, decidim també utilitzar els Linksys PAP2T per a fer l'enllaç amb la telefonia VoIP.

5.1.2. Extensions

Pel que fa a les extensions, ens comuniquen que en total es disposa de XX extensions. Entre elles trobem que hi haurà tres aparells de fax, els 3 tracks, 10 DECT la resta seran extensions normals.

Per a la instal·lació s'ha decidit que s'utilitzaran 35 telèfons SPA941 de Linksys, ja que ofereixen totes les funcions que s'han sol·licitat. Algunes d'aquestes són la disposició de dues línies, botons per a pujar i abaixar el volum, botó per a la posada en espera i pantalla LCD.

Aquests es repartiran per a tota la zona de la oficina, encara que n'hi haurà alguns que també es destinaran al cap de magatzem i a la zona de laboratori.

Els faxos i els tracks, decidim connectar-los a través dels Linksys SPA. Aquesta elecció es fa ja que l'aparell ens permet connectar un FXS i un FXO a cada una de les seves boques, i com que els fax necessiten una configuració específica per tal de que el seu funcionament sigui el correcte, tenir-los separats de les extensions analògiques farà que evitem futurs problemes per a distraccions.

Les extensions DECT i la extensió de manteniment, que haurà de ser analògica, les connectarem totes a aparells PAP2T, ja que amb ells podem fer la connexió cap al servidor VoIP, i ens ofereixen un funcionament correcte de la telefonia.

Finalment, s'utilitzaran 2 telèfons Cisco 7940. Aquests es destinaran a la operadora i a el director de la empresa, ja que aquests porten la mateixa funcionalitat que els Linksys SPA941, però son més robustos i incorporen una pantalla LCD més gran on es mostra una quantitat de informació més gran.

El resum de les extensions dividies per les seccions de la empresa és el següent:

Dtpo. Financiero	201	SPA941	Marketing	205	SPA941	
	225	SPA941		241	SPA941	
	226	SPA941		242	SPA941	
Comercial	230	SPA941		204	SPA941	
	208	SPA941	Producció	Planificació	250	SPA941
	209	SPA941			251	SPA941
	206	SPA941	Compres	252	SPA941	
	207	SPA941		253	SPA941	
		254		SPA941		
Servicios Comerciales	210	SPA941		256	SPA941	
	212	SPA941		257	PAP2T	
	213	SPA941	Manteniment	255	PAP2T	
	214	SPA941		276	PAP2T	
	216	PAP2T	Magatzems	261	SPA941	
	278	PAP2T		262	SPA941	
Administració	200	PAP2T		263	SPA941	
	202	Cisco 7940	varis	259	PAP2T	
	220	SPA941		265	SPA941	
	221	SPA941		267	SPA941	
	222	SPA941		273	SPA941	
	223	SPA941	Altres	716	SPA3102	
	224	SPA941		717	SPA3102	
	227	SPA941		718	SPA3102	
	229	SPA3102		283	PAP2T	
	Direcció General	231	Cisco 7940		284	PAP2T
232		SPA941		285	PAP2T	
277		PAP2T				

5.1.3. Configuració de la centraleta

Finalment, el que ens caldrà també serà veure quina és la configuració de la centraleta de la que es disposa actualment. Aquesta és una Ericsson BusinessPhone i ofereix la transferència de trucades, els grups de trucada o la marcació ràpida, entre d'altres.

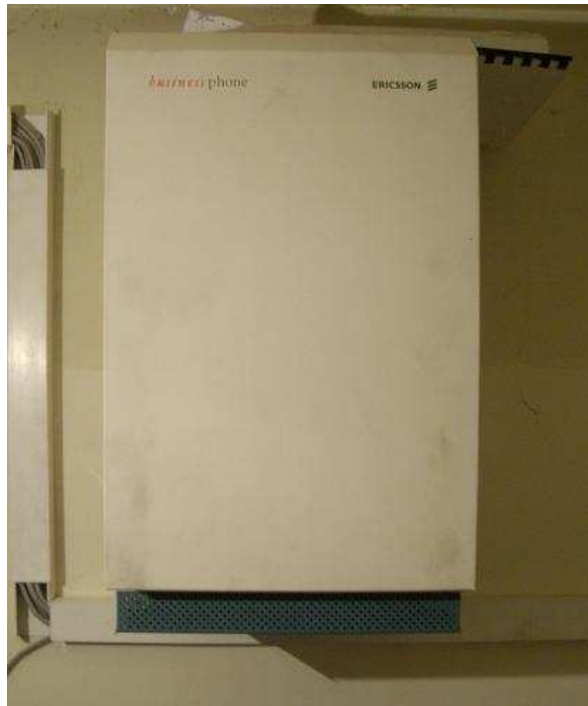


Figura 5.3. – Centraleta PBX

Totes aquestes funcions, també les podem configurar en el nostre Asterisk, a més de poder oferir serveis nous

5.1.4. Pressupost per a la instal·lació del sistema de VoIP

Per a fer tot el muntatge, el material que necessitarem serà:

- 35 Telèfons SPA941
- 3 Adaptadors SPA3102
- 2 Telèfons Cisco 7940
- 7 Adaptadors PAP2T

- 2 Switch Linksys 24 ports
- 1 Switch Linksys 48 ports
- 1 Servidor Supermicro Core2Duo a 2'2GHz, 4GB RAM, fonts redundants
- 2 Discs durs 160 Gb
- 1 Tarja TDM400

Amb aquest material físicament cobrim totes les necessitats de la empresa, però també ens caldràn cables de xarxa UTP de 3 i 5 metres, per tal de poder connectar tots aquells telèfons que siguin a una certa distancia de l'endoll de la paret.

En el pressupost de la instal·lació podem veure que no hi consta cap mena de tipus d'hores. El motiu és que la empresa GRN va pactar aquest muntatge al principi d'introduir-se en la VoIP, i com que les seves instal·lacions s'han utilitzat per a fer diverses proves amb targetes i línies xDSL, es va acordar que la instal·lació es faria sense tenir en compte el temps que comportés.

Per altra banda, si s'hagués de valorar el temps emprat, aquest seria de més o menys unes 90 hores entre el disseny, la preparació del material, la instal·lació del sistema i correcció i adaptacions del procés de control de trucades.

5.2. Servidor de telefonia

La part més important, per a que el nostre sistema funcioni correctament, és el servidor. En ell haurem de configurar-hi l'accés a les línies externes, el control de totes les trucades, així com també totes les opcions de configuració. Per a fer-ho, primer ens caldrà modificar el hardware del servidor, per tal d'afegir les targetes que ens faltin, i instal·lar-hi un sistema operatiu i un software capaç de gestionar una PBX.

Tot això és el que veurem en els següents apartats.

5.2.1. Ensamblatge de hardware

El muntatge del servidor de telefonia ens resultarà bastant senzill, ja que des de l'empresa fabricant ja l'envien muntat. Ens faltará però, afegir-hi alguns detalls. Primerament ens trobem amb que enlloc de tenir un sol disc, el que farem serà instal·lar un sistema raid 1 en el nostre servidor, per tal de tenir la certesa de que si en algun moment falla un dels discos, la centraleta podrà continuar treballant.

En aquest cas, i com que el preu dels discs ja no és massa elevat, s'ha optat per a instal·lar-hi dos discs de 160 Gb, els quals no s'arribaran a emplenar, ja que no hi ha massa volum de dades per a guardar.

El primer problema ens succeeix quan el nostre sistema operatiu no detecta la controladora raid del nostre servidor. Per això el que ens caldrà serà canviar els cables cap a una altra controladora de la placa, ja que d'aquesta manera no ens donarà problemes.



Figura 5.4. – Muntatge raid del servidor

Un cop solucionat això, podem seguir amb la instal·lació de la nostra targeta ISDN. Aquesta tarjeta pot estar configurada en els modes NT i TE segons el hardware, per a això, abans d'insertar-la en el seu lloc, ens caldrà revisar que estiguin en mode TE.

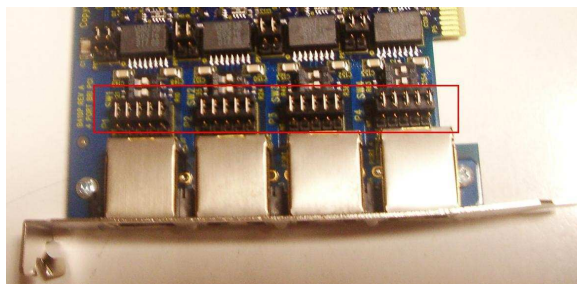


Figura 5.5. – Configuració de la tarja B410P

Després de configurar la nostra tarjeta, ja la podem insertar en el nostre servidor, i deixar-la ja col·locada en la seva posició final.

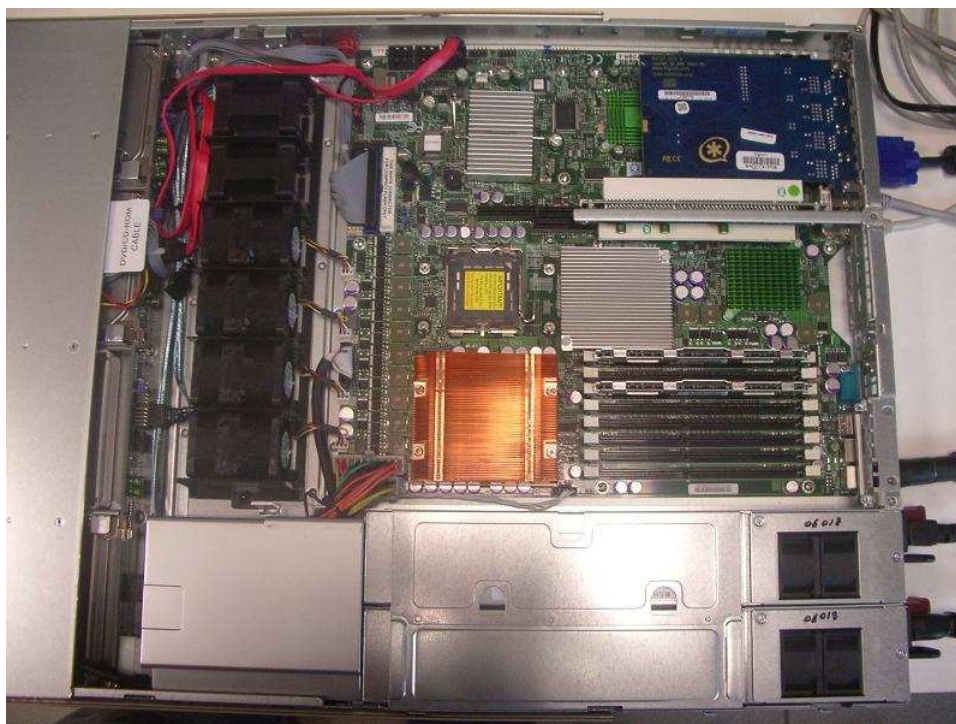


Figura 5.6. – Servidor VoIP

En aquest cas, ja no ens caldrà modificar cap més paràmetre de hardware del nostre servidor, simplement el que ens caldrà serà situar-lo en el l'armari i instal·lar-hi un sistema operatiu per a tal de començar a treballar amb ell.

5.2.2. Instal·lació de Sistema Operatiu

Per a instal·lar el sistema operatiu, el que farem serà entrar a la web, i descarregar-nos la imatge de la última versió estable. En el nostre cas, al utilitzar debian, podrem anar directament a http://cdimage.debian.org/debian-cd/4.0_r3/i386/iso-cd/debian-40r3-i386-netinst.iso i descarregar-lo.



Figura 5.7. – Debian

El procés de instal·lació és bastant senzill i es pot anar seguint pas per pas, però un cops arribats al particionat dels discs, haurem de vigilar, ja que per assegurar-nos de que no hi ha problemes, el que farem serà instal·lar una Raid 1 entre els dos discos de 160 Gb.

Per tal de dur-lo a terme, durant la instal·lació entrarem en el mode de partició manual i crearem una partició per a les dades i una per a la swap a cada disc. En els dos discs, aquestes hauran de tenir el mateixa mida. Un cop creades, el que farem serà seleccionar la opció d'ajuntar-les a través de Raid, i un cop fet, crearem el format de les particions. La de dades, serà en format ext3, mentre que la altra, en format swap. Després d'axó, ja podrem prosseguir amb la instal·lació, ja que ja tindrem una raid per software en el sistema.

Un cop acabat d'instal·lar, una cosa important serà revisar els repositoris de Debian. Aquests son els que utilitzarà el sistema operatiu per a obtenir els paquets necessaris per a funcionar correctament. Els trobarem a la ruta `/etc/apt/sources.list`, i un bon exemple en poden ser els següents:

```
deb http://debian.grn.cat/debian/ etch main
deb-src http://debian.grn.cat/debian/ etch main

deb http://security.debian.org/ etch/updates main contrib
deb-src http://security.debian.org/ etch/updates main contrib
enri-voip:/#
```

Figura 5.8. – Repositoris Debian

Ara que ja els tenim configurats, el que farem serà utilitzar la comanda apt per a actualitzar el nostre sistema. Començarem per apt-update, per a descarregar els índexs dels paquets situats en el repositori, i llavors apt-get upgrade, per a descarregar i instal·lar els nous paquets d'actualització.

Arribats a aquest punt, tindrem un sistema net i a punt de ser utilitzat, però ens caldran diferents utilitats per tal de satisfer les nostres necessitats.

Primerament començarem per instal·lar-hi un bon editor de textos, ja que la configuració la farem directament des de consola. En aquest cas hem escollit l'editor vi, per això farem apt-get install vim.

També ens caldrà el paquet ssh, que ens permetrà tenir accés remot al nostre servidor.

5.2.3. Instal·lació del software Asterisk

Un cop tenim instal·lat el sistema operatiu del nostre servidor, el que farem serà instal·lar-hi tots els paquets necessaris. El fet de que sigui un Linux Debian, ens facilitarà la instal·lació, ja que disposem de la comanda apt que ens hi ajudarà.

El primer que farem serà executar les següents comandes, per tal d'obtenir totes les dependències del procés de instal·lació i execució del nostre Asterisk:

```
enri-voip:/#
enri-voip:/# apt-get install -qy bison flex libncurses5-dev zlib1g-dev
libssl-dev liblksemel-dev perl bc pciutils
enri-voip:/# apt-get install -qy make linux-headers-`uname -r` gcc g++
libstdc++6
enri-voip:/#
```

Figura 5.9. – Paquets necessaris per a la instal·lació

Un cop instal·lats, ja tindrem totes les dependències de l'Asterisk executant-se en el nostre servidor, i per tant el que farem serà descarregar-nos els fitxers i controladors de l'Asterisk i les targetes de connexió.

```
enri-voip:/#
enri-voip:/# wget -c http://downloads.digium.com/pub/zaptel/releases/zaptel-1.4.10.1.tar.gz
enri-voip:/# wget -c http://downloads.digium.com/pub/libpri/releases/libpri-1.4.3.tar.gz
enri-voip:/# wget -c http://downloads.digium.com/pub/asterisk/releases/asterisk-1.4.19.tar.gz
enri-voip:/# wget -c http://downloads.digium.com/pub/asterisk/releases/asterisk-addons-1.4.6.tar.gz
enri-voip:/# wget -c http://downloads.digium.com/pub/asterisk/releases/asterisk-sounds-1.2.1.tar.gz
enri-voip:/#
```

Figura 5.10. – Descàrrega dels fitxers d'instal·lació d'Asterisk

En tots els casos, mirarem que sigui la última versió estable disponible a la web.

Un cop descarregades, el que farem serà descomprimir-los, però, en el directori /usr/src, ja que és on s'ha preparat el Linux per a deixar els codis font.

```
enri-voip:/# cd /usr/src/
enri-voip:/usr/src# tar xfz zaptel-1.4.10.1.tar.gz
enri-voip:/usr/src# tar xfz libpri-1.4.3.tar.gz
enri-voip:/usr/src# tar xfz asterisk-1.4.19.tar.gz
enri-voip:/usr/src# tar xfz asterisk-addons-1.4.6.tar.gz
enri-voip:/usr/src# tar xfz asterisk-sounds-1.2.1.tar.gz
enri-voip:/usr/src#
```

Figura 5.11. – Descompressió dels fitxers d'instal·lació

Després de descomprimir-los, ja estarem a punt per a instal·lar-los, per tant, el que haurem de fer és entrar a cada una de les carpetes i executar, segons cada cas:

zaptel	Libpri	Asterisk	Addons	Sounds
<i>./configure</i>	<i>./configure</i>	<i>./configure</i>	<i>./configure</i>	<i>./configure</i>

<i>Make b410p</i>	<i>Make</i>	<i>Make</i>	<i>Make</i>	<i>Make</i>
<i>Make install</i>	<i>Make install</i>	<i>Make install</i>	<i>Make install</i>	<i>Make install</i>
		<i>Make samples</i>	<i>Make samples</i>	<i>Make samples</i>
		<i>Make config</i>		

En aquest moment, ja disposarem de tot el nostre sistema en condicions per a executar l'asterisk. El primer que farem, però serà reiniciar la màquina per tal de comprovar que no succeeixi cap mena d'error i per a comprovar que els controladors de la targeta B410P funcionen correctament, ja que en cas de que estinguin ben instal·lats, els leds ens faran pampallugues esperant la connexió de les línies ISDN.

Un cop funcioni, el següent pas que farem és configurar per software la targeta, mitjançant el fitxer `/etc/misdn.conf`. En ell, podrem modificar el tipus de connexió de cada port de la targeta, i haurà de coincidir amb la configuració que hem posat en els nostres jumpers (TE).

A més, també haurem de modificar els paràmetres del tipus de configuració ja que en aquest cas, serà PTP. Per a comprovar que hem fet la configuració correctament, connectarem ja les línies ISDN. En el cas de que sigui correcte, els leds passaran a ser verds fixes. Si ens donés un error, serien vermells fixes enlloc de intermitents. Com que els paràmetres de PPT / PMPT venen donats per la ISDN, pot ser que els haguem de canviar, per això, tornarem a modificar el fitxer de `/init.d/misdn.conf`.

```

card=1,0x4

#
# Port settings
#
# Syntax: <port_type>=<port_number>[,<port_number>...]
#
#   <port_type>      te_ptp           - TE-Mode, PTP
#                   te_ptmp          - TE-Mode, PTMP
#                   te_capi_ptp      - TE-Mode (capi), PTP
#                   te_capi_ptmp     - TE-Mode (capi), PTMP
#                   nt_ptp           - NT-Mode, PTP
#                   nt_ptmp          - NT-Mode, PTMP
#   <port_number>    port that should be considered
#
te_ptp=1,2,3,4

#
# Port Options
#
# Syntax: option=<port_number>,<option>[,<option>...]

```

Figura 5.12. – Configuració del controlador ISDN

Un cop fet tot això, ja podrem entrar a la consola del nostre Asterisk, a través de la execució de 'asterisk -r' per a comprovar que la execució és la correcta, i en cas de que puguem, veure si la connexió de les nostres línies ISDN és correcta.

```

enri-voip:/# asterisk -r
Asterisk 1.4.19, Copyright (C) 1999 - 2008 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.4.19 currently running on enri-voip (pid = 16714)
Verbosity is at least 17
enri-voip*CLI> misdn show stacks
BEGIN STACK LIST:
 * Port 1 Type TE Prot. PTP L2Link UP L1Link:UP Blocked:0 Debug:0
 * Port 2 Type TE Prot. PTP L2Link UP L1Link:UP Blocked:0 Debug:0
 * Port 3 Type TE Prot. PTP L2Link UP L1Link:UP Blocked:0 Debug:0
 * Port 4 Type TE Prot. PTP L2Link UP L1Link:UP Blocked:0 Debug:0
enri-voip*CLI>

```

Figura 5.13. – Comprovació de la connexió de les línies ISDN

Ara ja podem continuar cap al següent pas.

5.3. Aparells telefònics

5.3.1. Linksys SPA941

Per tal de treballar amb els nostres telèfons, el primer que farem serà entrar a l'entorn web i configurar-hi una IP estàtica. D'aquesta manera, sempre tindrem controlats els nostres telèfons.

Per tal de definir una IP per a cada una de les extensions, el que farem serà recórrer a la formula següent:

192.168.250.{EXTENSIO - 100}

En aquest cas doncs, tindrem que per a la extensió 222 correspondrà la IP 192.168.250.122.

The screenshot shows the SIPURA SIP Telephone Configuration web interface. The 'System' tab is selected. The 'Internet Connection Type' section shows 'Static IP' set to 192.168.250.122 and 'NetMask' set to 255.255.255.0. The 'Optional Network Configuration' section shows 'HostName' set to Ext222 and 'Domain' set to enri.

Un cop definida la IP, el que farem serà configurar ja la nostra extensió. En aquest cas, comprovarem que la línia estigui activada amb la opció *Line Enable: yes*.

Un cop verificat, passarem a configurar el nostre *proxy*, o servidor de telefonia, i després l'usuari i la contrasenya. En el nostre cas, l'usuari serà sempre el

número d'extensió, i la contrasenya la que s'ha acordat en el fitxer de configuració.

Per altra banda, també configurarem el display *name* amb el nom de la persona a la que correspon la extensió.

Un cop fet això, ja tindrem el nostre telèfon a punt. Per a comprovar-ho, però, el que farem serà connectar-lo a la xarxa per tal de verificar que les línies del telèfon es troben actives i que el registre amb el servidor és correcte.



Figura 5.14. – Registre de l'usuari amb la centraleta

Això ho veiem amb el color dels leds indicadors de la part de dalt a la dreta del telèfon. En cas de ser grocs és que el registre no s'ha fet, però amb el pas a verd sabem que ha estat correcte.

5.3.2. Linksys PAP2T

El primer que farem en aquest cas també serà configurar la IP de l'aparell.



Un cop fet, passarem a la configuració de l'usuari i la contrasenya. En aquest cas, podrem deixar la resta de paràmetres que porta per defecte, ja que son els adequats per a la comunicació.



En cas de que la extensió sigui un aparell de fax, haurem de canviar diferents paràmetres, ja que hi haurà certs paràmetres diferents. Aquest son els que es poen veure a continuació.

En el mateix apartat de la línia, haurem de deixar els paràmetres com els següents:

Audio Configuration	
Preferred Codec:	G711a
Use Pref Codec Only:	no
G729a Enable:	yes
G723 Enable:	yes
G726-16 Enable:	yes
G726-24 Enable:	yes
G726-32 Enable:	yes
G726-40 Enable:	yes
DTMF Process INFO:	yes
DTMF Process AVT:	yes
DTMF Tx Method:	Auto
FAX Process NSE:	yes
FAX Disable ECAN:	yes
Silence Supp Enable:	no
Silence Threshold:	medium
Echo Canc Enable:	no
Echo Canc Adapt Enable:	no
Echo Supp Enable:	no
FAX CED Detect Enable:	yes
FAX CNG Detect Enable:	yes
FAX Passthru Codec:	G711a
FAX Codec Symmetric:	yes
FAX Passthru Method:	NSE
DTMF Tx Mode:	Strict
Hook Flash Tx Method:	None
Release Unused Codec:	no

Dial Plan	
Dial Plan:	(*xx[3469]110 00 [2-9]xxxxx)1xxx[2-9]xxxxx50 xxxxxxxx
Enable IP Dialing:	no
Emergency Number:	

FXS Port Polarity Configuration	
Idle Polarity:	Forward
Caller Conn Polarity:	Reverse
Callee Conn Polarity:	Forward

I en el menú de *provisioning*, ens caldrà tocar paràmetres en dos apartats.

Ring and Call Waiting Tone Spec	
Ring Waveform:	Sinusoid
Ring Voltage:	85
Synchronized Ring:	no
Ring Frequency:	32
CWT Frequency:	425@-20

Miscellaneous	
Set Local Date (mm/dd):	
Time Zone:	GMT+01:00
Daylight Saving Time Rule:	start=4/-1/7;end=10/1/7;save=1
FXS Port Input Gain:	-3
DTMF Playback Level:	-16
Detect ABCD:	yes
Caller ID Method:	ETSI FSK With PR(UK)
Caller ID FSK Standard:	v.23
More Echo Suppression:	no
Set Local Time (HH/mm):	
FXS Port Impedance:	600
FXS Port Output Gain:	-3
DTMF Playback Length:	.1
Playback ABCD:	yes
FXS Port Power Limit:	3
Feature Invocation Method:	Default

Amb aquesta configuració, el PAP2T està preparat per a la recepció i l'enviament de faxes.

5.3.3. Linksys SPA

Per a la configuració d'aquests, el primer que farem com amb tots els altres casos, és configurar la seva direcció IP.

Per a fer-ho haurem de mirar a un lloc diferent, ja que aquest aparell també incorpora la possibilitat d'establir la connexió a Internet. Com que en aquest cas ja la tenim establerta, i volem l'aparell com a un element de la nostra xarxa interna, el que farem serà configurar-lo amb una connexió del tipus IP estàtica, i aquesta serà la que nosaltres assignarem.

Com que en aquests aparells hi connectarem diferents extensions, i una d'elles serà el *track*, el que farem serà donar una IP sense relació amb la extensió, sinó que seguint els valors a partir del 200.

LINKSYS® A Division of Cisco Systems, Inc.		Linksys Phone Adapter Configuration	
Router		Voice	
Status		Wan Setup	
Lan Setup		Application	
User Login		basic advanced	
Internet Connection Settings			
Connection Type:	Static IP		
Static IP Settings			
Static IP:	192.168.250.209	NetMask:	255.255.255.0
Gateway:	192.168.250.1		
PPPoE Settings			
PPPoE Login Name:		PPPoE Login Password:	
PPPoE Service Name:			
Optional Settings			
HostName:		Domain:	
Primary DNS:		Secondary DNS:	
DNS Server Order:	Manual	DNS Query Mode:	Parallel
Primary NTP Server:	192.168.250.1	Secondary NTP Server:	
DHCP IP Revalidate Timer:	0 Minutes		
MAC Clone Settings			
Enable MAC Clone Service:	no	Cloned MAC Address:	
Remote Management			
Enable WAN Web Server:	yes	WAN Web Server Port:	80
QoS Settings			
QoS QDisc:	NONE	Maximum Uplink Speed:	128 (Kbps)
VLAN Settings			
Enable VLAN:	no	VLAN ID:	1 [0x000-0xFFF]

Un cop establert el valor IP, ja podem configurar les línies. Una d'elles serà una extensió interna, en aquest cas corresponent a un aparell dect.

LINKSYS
A Division of Cisco Systems, Inc. *Linksys Phone Adapter Configuration*

Router | **Voice**

Info | System | SIP | Regional | **Line 1** | PSTN Line | User 1 | PSTN User | [User Login](#) | basic | [advanced](#)

Line Enable: yes

SIP Settings
SIP Port: 5060

Proxy and Registration
Proxy: 192.168.250.1
Register: yes | Make Call Without Reg: no
Register Expires: 3600 | Ans Call Without Reg: no

Subscriber Information
Display Name: Usuari | User ID: 355
Password: ***** | Use Auth ID: no
Auth ID: 355

Supplementary Service Subscription

Call Waiting Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Block CID Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Block ANC Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Dist Ring Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Cfwd All Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Cfwd Busy Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Cfwd No Ans Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Cfwd Sel Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Cfwd Last Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Block Last Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Accept Last Serv:	<input type="checkbox"/> yes	DND Serv:	<input type="checkbox"/> yes
CID Serv:	<input type="checkbox"/> yes	CWCID Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Call Return Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Call Redial Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Call Back Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Three Way Call Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Three Way Conf Serv:	<input type="checkbox"/> yes	Attn Transfer Serv:	<input type="checkbox"/> yes
Unattn Transfer Serv:	<input type="checkbox"/> yes	MWI Serv:	<input type="checkbox"/> yes
VMWI Serv:	<input type="checkbox"/> yes		

Audio Configuration
Preferred Codec: G711a | Silence Supp Enable: no
Use Pref Codec Only: no | FAX CED Detect Enable: yes
DTMF Tx Method: Auto

Gateway Accounts
VoIP Fallback To PSTN

Pel que fa a la segona línia disponible, aquesta serà un *track*, ja que per això utilitzem un aparell amb una línia FXS i una FXO.

LINKSYS
A Division of Cisco Systems, Inc. *Linksys Phone Adapter Configuration*

Router | **Voice**

Info | System | SIP | Regional | Line 1 | **PSTN Line** | User 1 | PSTN User | [User Login](#) | basic | [advanced](#)

Line Enable: yes

SIP Settings
SIP Port: 5061

Proxy and Registration
Proxy: 192.168.250.1
Register: yes | Make Call Without Reg: no
Register Expires: 3600 | Ans Call Without Reg: no

Subscriber Information
Display Name: Track2 | User ID: 717
Password: ***** | Use Auth ID: no
Auth ID: 717

Audio Configuration
Preferred Codec: G711a | Silence Supp Enable: no
Use Pref Codec Only: no | FAX CED Detect Enable: no
DTMF Tx Method: Auto

Aquest tindrà la mateixa configuració d'usuari, contrasenya i *proxy* que en els casos anteriors, però haurem de revisar la seva configuració degut a que haurem de desviar les nostres trucades rebudes cap a el nostre servidor de telefonia.

Per a fer-ho utilitzarem el segon dialplan, on hi situarem la sentència següent que serà la que ens farà arribar la trucada a el nostre servidor.

Dial Plans	
Dial Plan 1:	(xx.)
Dial Plan 2:	(S0<:s>)
Dial Plan 3:	(xx.)
Dial Plan 4:	(xx.)
Dial Plan 5:	(xx.)
Dial Plan 6:	(xx.)
Dial Plan 7:	(xx.)
Dial Plan 8:	(xx.)

Un cop assignat el valor, el que farem serà guardar el valor *PSTN Caller Default DP* a 2 per tal de que en cas d'entrada s'utilitzi aquest segon dialplan per a el procés de trucada.

PSTN-To-VoIP Gateway Setup			
PSTN-To-VoIP Gateway Enable:	yes	PSTN Caller Auth Method:	none
PSTN Ring Thru Line 1:	no	PSTN PIN Max Retry:	
PSTN CID For VoIP CID:	yes	PSTN CID Number Prefix:	
PSTN Caller Default DP:	2	Off Hook While Calling VoIP:	no
Line 1 Signal Hook Flash To PSTN:	Disabled	PSTN CID Name Prefix:	

Un cop fet, ja el tindrem preparat per a rebre trucades. El que podrem fer, en aquest cas es trucar al número de mòbil per tal de comprovar si les trucades ja entren directament en el nostre servidor.

5.3.4. Cisco 7940

Per a la configuració del telèfon, el que haurem de fer és crear un fitxer de configuració i en ell incloure-hi els paràmetres. Aquests seran el servidor, l'usuari, la contrasenya o el nom de l'usuari. Aquest fitxer es dirà SEPXXXXXXXXXXXXX, on les X equivaldràn a la direcció MAC del telèfon i s'enviarà a el telèfon a través del protocol TFTP.

Un exemple de fitxer pot ser el següent:

```
proxy1_address: "192.168.250.1"
proxy1_port:"5060"
proxy2_address: "192.168.250.1"
proxy2_port:"5060"

# Line 1 appearance
line1_name: 202
line1_authname: "202"
line1_password: "3100"
line1_displayname: "202"

line2_name: UNPROVISIONED
line2_authname: "UNPROVISIONED"
line2_password: "UNPROVISIONED"
line2_displayname: " line2"

phone_label: "Cisco 7940"
phone_password: "XXXX"
```

A més, per a la resta de paràmetres, podrem utilitzar el menú del telèfon per a configurar-lo. Des d'aquí hi podrem incorporar una IP estàtica o bé la resta de dades de la configuració.

5.4. Configuració de la centraleta

5.4.1. Extensions

La primera configuració que haurem de tenir en comte son les de les extensions internes de la empresa.

Per tal de poder configurar-les el que farem serà crear un *template* per tal de no haver de repetir les opcions que son per a tots els usuaris.

```
[ext](!  
type=friend  
host=dynamic  
secret=XXXX  
context=default  
qualify=no  
canreinivite=yes  
limitonpeer=no  
call-limit=2  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=alaw  
allow=gsm
```

Un cop fet això, el que farem serà crear el context de totes les extensions internes que tenim. En aquest cas però, haurem de tenir en compte si les extensions pertanyen a un grup (sector de la empresa) en el que es podran recollir les trucades que encara no tenen resposta.

```
[222](ext)  
username=222  
callerid="Usuari"  
callgroup=3  
pickupgroup = 3
```

En el cas dels fax, també haurem de tenir una configuració diferent, ja que en aquest cas els hem aplicat un context de trucada diferent:

```
[216](ext)  
username=216
```

```
context=fax  
callerid="FAX"
```

A més, també ens caldrà definir la configuració de la nostra línia de sortida a través de VoIP. Aquesta serà mitjançant el protocol IAX2 i la seva configuració serà la següent:

```
[enri]  
type=friend  
username=enri  
auth=md5  
secret=XXXX  
host=80.64.32.20  
context=enri  
trunk=yes  
allow=all  
accountcode=ENRI  
callerid="ENRI"  
cid="ENRI"
```

Després d'això, ja tindrem tots els usuaris definits, i per tant, ja podrem continuar amb la configuració.

5.4.2. Línies externes

Com que disposem de 4 línies ISDN per a fer la entrada/sortida de trucades, el que farem serà definir-les en un sol context, anomenat [intern].

Veurem que aquestes trucades que es rebin per a les línies ISDN es redirigiran cap al context d'entrada, ja que l'ús d'aquestes 4 línies serà per a rebre les trucades, i en cas de que la connexió amb el proveïdor de VoIP falli, aquestes també s'utilitzaran per a la sortida.

```
[intern]
ports=1,2,3,4
context=entrada
msns=*
always_immediate=no
immediate=no
```

En aquest cas també tindríem configurades les línies de mòbil de la empresa, però com que es defineixen de la mateixa manera que un usuari, degut a que necessiten un adaptador que ja incorpora protocols de VoIP, no les posarem en aquesta secció, sinó que estarien implícites en la anterior.

5.4.3. Pla de trucades

El pla de trucada serà el que ens informarà sobre quin procés seguiran les trucades en el moment de la seva recepció. Es a aquí on hi haurà la part més complicada.

El primer que tindrem serà el pla [default]. Aquest és el que utilitzaran les extensions i englobarà les trucades entre elles i la sortida a l'exterior.

```
[default]
include => extensions
include => sortida
```

Entrada

Al rebre les trucades, les destinarem cap on calgui. Començarem per a les rebudes a través dels números de mòbil, aquestes aniran directament cap a el menú d'entrada.

```
[entradatrack]
```

```
exten => s,1,Goto(menu|s|1)
exten => s,n,Hangup
```

Un cop vistes aquestes, anirem per les que entren a través de línies ISDN. Alguns números correspondran a numeracions directes d'extensions. Per a això, el que farem serà destinar-les directament.

```
[entrada]

exten => _0972488680,1,Dial(SIP/202,60)
exten => _0972488680,n,Busy

exten => _0972488681,1,Dial(SIP/220)
exten => _0972488681,n,Busy

exten => _0972488682,1,Dial(SIP/230)
exten => _0972488682,n,Busy

exten => _0972488683,1,Dial(SIP/241)
exten => _0972488683,n,Busy

exten => _0972488684,1,Dial(SIP/250&SIP/350)
exten => _0972488684,n,Busy

exten => _0972488685,1,Dial(SIP/256&SIP/356)
exten => _0972488685,n,Busy

exten => _0972488686,1,NoOp(${CALLERID})
exten => _0972488686,n,Dial(SIP/210)
exten => _0972488686,n,Busy

exten => _0972488687,1,Dial(SIP/283)
exten => _0972488687,n,Busy
```

```
exten => _0972488688,1,Dial(SIP/261&SIP/361)
exten => _0972488688,n,Busy

exten => _0972488689,1,Dial(SIP/257)
exten => _0972488689,n,Busy

exten => _0972488468,1,Dial(SIP/216)
exten => _0972488468,n,Busy

exten => _0900150468,1,Answer
exten => _0900150468,n,Goto(grup1|s|1)

exten => _0901100069,1,Answer
exten => _0901100069,n,Goto(grup1|s|1)
```

Per altra banda, també tindrem números que la seva funció serà la d'executar el menú telefònic.

```
;Menu de trucades
exten => _0972488200,1,Noop(${CALLERID(name)})
exten => _0972488200,n,Goto(menu|s|1)
exten => _X.,1,Goto(menu|s|1)
```

Un cop arribats aquí, el que farem serà revisar el menú telefònic. El primer que farà serà reproduir un missatge de benvinguda en castellà on es podrà marcar directament la extensió d'una persona en cas de conèixer-la. Si es marca, la trucada anirà a parar a ella directament.

Un cop vist això, la centraleta comprovarà si l'horari d'oficina és el correcte. En cas de no ser-ho, reproduirà el mateix missatge que en el cas anterior, i si no es marca cap extensió saltarà directament el contestador automàtic.

Per altra banda, si l'horari d'oficina és el correcte, el procés que seguirà la trucada serà el de saltar cap al menú automàtic en castellà.

```
[menu]
exten => s,1,Answer
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(marcaextcast)
exten => s,n,WaitExten(1)
exten => s,n,GotoIfTime(08:30-13:30|Mon-Thu|*?*?menu)
exten => s,n,GotoIfTime(15:00-18:00|Mon-Fri|*?*?menu)
exten => s,n,GotoIfTime(8:30-14:00|Fri|*?*?menu)
exten => s,n,Background(marcaextcat)
exten => s,n,WaitExten(1)
exten => s,n,Playback(contestador)
exten => s,n,VoiceMail(200,s)
exten => s,n,Hangup
exten => s,n(menu),Goto(automaticcast|s|1)

exten => _2XX,1,Dial(SIP/${EXTEN},60)
exten => _2XX,n,Hangup

exten => i,1,Answer
exten => i,2,Playback(pbx-invalid-es)
exten => i,3,WaitExten(3)
exten => i,4,Goto(menu|s|3)
```

El menú en castellà serà un menú d'opcions on es podrà escollir entre 5 segons el departament. En cas de que tampoc es seleccioni, el menú continuarà cap al procés de marcar una extensió, però aquest cop amb el missatge en català.

```
[automaticcast]
exten => s,1,Background(automaticcast)
```



```
exten => s,n,WaitExten(1)
exten => s,n,Goto(marcaextcat|s|1)

exten => 1,1,Goto(grup1|s|1)
exten => 2,1,Goto(grup2|s|1)
exten => 3,1,Goto(grup3|s|1)
exten => 4,1,Goto(grup4|s|1)
exten => 5,1,Goto(grup1|s|1)

exten => i,1,Answer
exten => i,2,Playback(pbx-invalid-es)
exten => i,3,WaitExten(3)
exten => i,4,Goto(automaticcast|s|1)
```

Amb la mateixa configuració que en el cas del castellà, esperarem si ens introdueixen una extensió per a desviar la trucada directament, però si no ho fan, tornarem a desviar la trucada cap al menú d'opcions, però en català.

```
[marcaextcat]
exten => s,1,Background(marcaextcat)
exten => s,n,WaitExten(1)
exten => s,n,Goto(automaticcat|s|1)

exten => _2XX,1,Dial(SIP/${EXTEN},60)
exten => _2XX,n,Hangup

exten => i,1,Answer
exten => i,2,Playback(pbx-invalid)
exten => i,3,WaitExten(3)
exten => i,4,Goto(marcaextcat|s|1)
```

Aquest menú d'opcions en català ja serà l'últim. En aquest as, veurem que si la trucada no ha premut cap tecla des del començament de la reproducció del menú, aquesta saltarà a la extensió 210. Al cap de 10 segons anirà a parar a la

212, i si no es contesta en cap d'aquests casos, es penjarà donant a entendre que no hi ha cap extensió disponible per a atendre la trucada.

```
[automaticcat]
```

```
exten => s,1,Background(automaticcat)
```

```
exten => s,n,WaitExten(1)
```

```
exten => s,n,Wait()
```

```
exten => s,n,Dial(SIP/210,10)
```

```
exten => s,n,Dial(SIP/212,10)
```

```
exten => s,n,Hangup
```

```
exten => 1,1,Goto(grup1|s|1)
```

```
exten => 2,1,Goto(grup2|s|1)
```

```
exten => 3,1,Goto(grup3|s|1)
```

```
exten => 4,1,Goto(grup4|s|1)
```

```
exten => 5,1,Goto(grup1|s|1)
```

```
exten => i,1,Answer
```

```
exten => i,2,Playback(pbx-invalid)
```

```
exten => i,3,WaitExten(3)
```

```
exten => i,4,Goto(automaticcat|s|1)
```

En cas de que s'hagi seleccionat alguna opció amb el menú d'opcions, la trucada passarà a un dels grups següents. Aquests grups simplement contenen extensions a les que s'anirà trucant durant 10 segons fins que es despengi el telèfon. Aquests grups seran els diferents departaments de la empresa, i els aprofitarem més endavant per a les trucades a certes extensions.

```
[grup3]
```

```
;Departament Marketing
```

```
exten => s,1,Dial(SIP/204,10)
```

```
exten => s,2,Dial(SIP/205,10)
```

```
exten => s,3,Dial(SIP/241,10)
```

```
exten => s,4,Dial(SIP/242,10)
```

```
exten => s,n,Goto(1)
```

```
[grup1]
```

```
;Departament Serveis Comercials
```

```
exten => s,1,Dial(SIP/210,10)
```

```
exten => s,2,Dial(SIP/212,10)
```

```
exten => s,3,Dial(SIP/213,10)
```

```
exten => s,n,Goto(1)
```

```
[grup2]
```

```
;Departament Administracio
```

```
exten => s,1,Dial(SIP/202,10)
```

```
exten => s,2,Dial(SIP/222,10)
```

```
exten => s,3,Dial(SIP/227,10)
```

```
exten => s,n,Goto(1)
```

```
[grup4]
```

```
;Departament planificacio compres
```

```
exten => s,1,Dial(SIP/256&SIP/356,15)
```

```
exten => s,2,Dial(SIP/254,10)
```

```
exten => s,3,Dial(SIP/251,10)
```

```
exten => s,n,Goto(1)
```

```
[grup5]
```

```
;Departament comercial
```

```
exten => s,1,Dial(SIP/206,10)
```

```
exten => s,2,Dial(SIP/230,10)
```

```
exten => s,n,Goto(1)
```

```
[grup2a]
```

```
exten => s,1,Dial(SIP/201,10)
```

```
exten => s,2,Dial(SIP/202,10)
exten => s,n,Goto(1)
```

Sortida

En aquest moment, ja disposem de tot el procés de trucades entrants, ara el que tocarà serà paràmetres les de sortida. En aquest cas, haurem de tenir en compte que segons el número que es marqui, aquestes es dirigiran cap a un lloc o cap a un altre.

Començarem per a definir el context sortida, i les línies de mòbil, ja que aquestes el que hauran de fer serà sortir a través dels mòbils de la empresa, i en cas de que les línies estiguin ocupades, per la VoIP.

```
[sortida]
```

```
exten => _06XXXX.,1,Dial(SIP/716/${EXTEN:1})
exten => _06XXXX.,n,Dial(SIP/717/${EXTEN:1})
exten => _06XXXX.,n,Dial(SIP/718/${EXTEN:1})
exten => _06XXXX.,n,Dial(IAX2/enri/${EXTEN:1})
exten => _06XXXX.,n,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})
```

Veiem que al detectar que es marca 06, la trucada s'identificarà com a una trucada per a mòbil, i primer intentarà sortir per a les 3 extensions de mòbil i després per la VoIP i per les línies ISDN.

Veiem que en tots els casos, depreciarem el 0 que marquem, ja que aquest 0 no ha d'aparèixer a la hora de fer el marcatge.

Després, introduïrem les trucades internacionals. Aquestes compensaran per 00, i aquesta serà la manera com les detectarem. Primer s'utilitzarà la VoIP i després les línies ISDN. De la mateixa manera que en el cas anterior, també depreciarem el primer 0 del marcatge.

```
exten => _000XXX.,1,Dial(IAX2/enri/${EXTEN:1})  
exten => _000XXX.,n,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})
```

Finalment tindrem en compte les trucades nacionals a fixes. En aquest cas, haurem de tenir en compte dos casos, el primer són les trucades normals, les quals es fan a través de VoIP, i també hi ha les trucades amb cost més elevat, com els 806, o bé a números que s'han d'utilitzar directament des de la línia local, com poden ser el 112 o el número dels mossos d'esquadra, entre d'altres.

```
exten => _09XXXX.,1,Dial(IAX2/enri/${EXTEN:1})  
exten => _09XXXX.,n,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})  
  
exten => _08NXXX.,1,Dial(IAX2/enri/${EXTEN:1})  
exten => _08NXXX.,n,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})  
exten => _08[01]XXX.,1,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})  
  
exten => 0XXX,1,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})  
exten => 0XXXX,1,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})  
exten => 0XXXXX,1,Dial(misdn/g:intern/${EXTEN:1})
```

Veiem que en tots els casos, el que hi haurà serà el 0 al davant per tal de fer la sortida a la línia externa. Ara el que ens caldrà analitzar serà la part interna.

Extensions

Per tal de configurar les extensions, primer ens caldrà tenir en compte que algunes de les extensions Dect sonaran en el mateix moment que algunes extensions fixes, per tant, aquesta serà la primera configuració que farem.

```
[extensions]  
  
exten => 250,1,Dial(SIP/250&SIP/350)
```

```
exten => 252,1,Dial(SIP/252&SIP/352)
exten => 255,1,Dial(SIP/255&SIP/355)
exten => 261,1,Dial(SIP/261&SIP/361)
exten => 263,1,Dial(SIP/263&SIP/363)
```

D'aquesta manera ja sonaran al mateix temps, però també existeixen diverses extensions a les que un cop s'hi truca, aquesta trucada ha de seguir un procés de salt. Com que aquestes extensions estan lligades als grups que hem creat en el menú telefònic, el que farem serà aprofitar-los per tal de no haver de crear tot el procés de salts.

```
exten => 201,1,Goto(grup2a|s|1)
exten => 204,1,Goto(grup3|s|1)
exten => 205,1,Goto(grup3|s|2)
exten => 241,1,Goto(grup3|s|3)
exten => 242,1,Goto(grup3|s|4)
exten => 210,1,Goto(grup1|s|1)
exten => 212,1,Goto(grup1|s|2)
exten => 213,1,Goto(grup1|s|3)
exten => 202,1,Goto(grup2|s|1)
exten => 222,1,Goto(grup2|s|2)
exten => 227,1,Goto(grup2|s|3)
exten => 256,1,Goto(grup4|s|1)
exten => 254,1,Goto(grup4|s|2)
exten => 251,1,Goto(grup4|s|3)
exten => 206,1,Goto(grup5|s|1)
exten => 230,1,Goto(grup5|s|2)
```

En totes elles veiem que en el moment de marcar-les, la trucada es dirigirà cap a un grup context, amb entrada s, que és la que ens demana el grup i a una línia en concret, que és la línia del grup que equival a la persona. Per exemple, la extensió 230 es troba en la segona línia del grup5.

Finalment, donarem accés a la bústia de veu a través del número 100 i permetrem que les extensions es truquin entre elles.

```
exten => 100,1,VoiceMailMain(200,s)

exten => _2XX,1,Set(__TRANSFER_CONTEXT=default)
exten => _2XX,2,Dial(SIP/${EXTEN},30)
exten => _2XX,3,Hangup
```

Altres marcacions

Finalment tindrem una configuració per a abreviació de números. Per tal de facilitar la feina, es crearà una numeració curta per a tota la empresa amb els números que més freqüentment s'hauran de marcar. D'aquesta llista se'n separaran dos casos, el primer serà quan el número marcat serà un mòbil i el segon, quan serà un número fix.

```
exten => 5003,1,Set(num=6XXXXXXXX)
exten => 5003,n,Goto(extendirecte,1,1)
```

```
exten => 820,1,Set(numf=972XXXXXX)
exten => 820,n,Goto(extenfix,1,1)
```

Aquesta separació es fa ja que d'aquesta manera, podem continuar amb les mateixes regles de sortida per a les trucades que tenim, i podem dirigir-les cap a on toca.

```
[extenfix]
exten => 1,1,Dial(IAX2/enri/${numf})
exten => 1,n,Dial(misdn/g:intern/${numf})
```

```
[extendirecte]
exten => 1,1,Dial(SIP/716/${num})
```

```
exten => 1,n,Dial(SIP/717/${num})  
exten => 1,n,Dial(SIP/718/${num})  
exten => 1,n,Dial(IAX2/enri/${num})
```

Finalment el que haurem de tenir en compte serà que en el cas dels faxos la sortida serà diferent. Es farà directament sense haver de marcar el 0 i a través de les pròpies línies ISDN.

```
[fax]  
exten => _X.,1,Dial(mISDN/g:intern/${EXTEN})  
exten => _X.,n,Hangup
```

El motiu es que l'enviament de faxos a través de VoIP és bastant problemàtic, degut a que no podem controlar quin procés segueix la trucada un cop ha sortit del nostre servidor, i es poden generar sorolls, pèrdues i alentiment dels paquets que poden fer que el sistema de fax no funcioni.

5.4.4. Altres configuracions

Finalment, haurem de revisar la resta de configuracions. En aquest cas, s'ha conservat la música en espera que Asterisk porta per defecte, cosa que fa que no haguem de tocar cap paràmetre per a la seva configuració.

El que si que haurem de fer és definir quina tecla s'utilitzarà per a capturar trucades. En cas de que soni un telèfon del propi departament, i la volguem capturar, ho haurem de fer a través de la tecla 3. Per a configurar-ho, el que farem serà modificar el paràmetre pickupexten del context [general] del fitxer features.conf tal com es veu a continuació.

```
[general]  
pickupexten = 3
```


Finalment ens caldrà confiugrar el contestador automàtic, per a fer-ho, crearem una nova extensió i definirem que te bústia de veu. En aquest cas, la crearem a el fitxer users.conf, ja que des d'ell es pot configurar explícitament.

```
[200]
callwaiting = no
context = default
fullname = Contestador
hasagent = no
hasdirectory = no
hasiax = no
hasmanager = no
hassip = yes
hasvoicemail = yes
host = dynamic
secret = XXXX
threewaycalling = no
registeriax = no
registersip = yes
canreinvite = yes
nat = yes
dtmfmode = rfc2833
callerid = "Contestador"
allow = all
mailbox = 200
vmpassword = XXXX
```

Ho farem a través de la extensió 200, ja que aquesta no s'utilitza. Per a escoltar els missatges, com hem vist abans, ho farem marcant el 100 des de qualsevol extensió i introduint la corresponent contrasenya.

Un cop fet, ja tindrem totes les configuracions fetes i el nostre sistema Asterisk a punt per a funcionar.

5.5. Muntatge i proves de funcionament

El procés de muntatge ha estat bastant llarg, degut a que s'han hagut de configurar tots els telèfons i adaptadors, a més del servidor. Un cop fet però, s'ha agut d'adequar a el transport, ja que la configuració s'ha fet dins el local de GRN. Però el procés es pot explicar de la següent manera:

El canvi de telefonia es va preveure per el dia 16 de maig i per a ser previsors, el procés de muntatge va començar prop de l'1, però el contacte amb la empresa per a desenvolupar el projecte de VoIP ja hi era de bastant abans. En les primeres visites, el que es va fer va se calcular el nombre d'extensions que s'haurien de posar, si ja es disposava de les connexions ethernet per tal de utilitzar-les i analitzar quina era la estructura de línies externes que hi havia, per tal d'aprofitar-les al màxim. L'anàlisi va concloure amb el càlcul de les 52 extensions existents més 7 línies ISDN i 3 números mòbils.

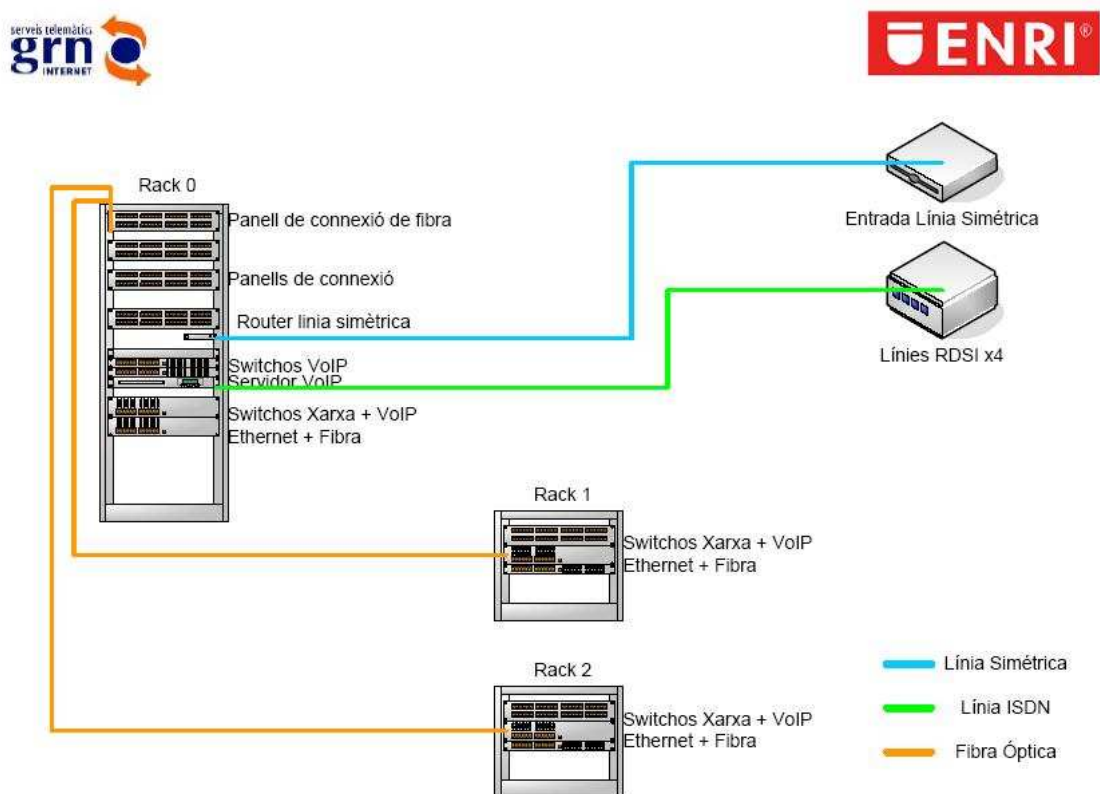


Figura 5.15. – Esquema bàsic Enri 2000

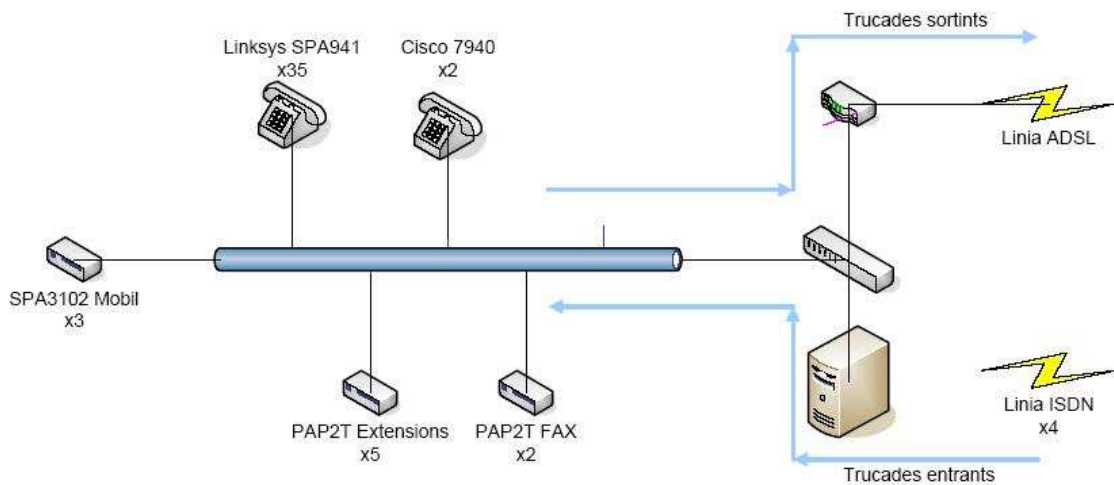


Figura 5.16. – Esquema del procés que segueix la veu

Degut a que gràcies al sistema de VoIP les línies ISDN només s'utilitzarien per a la entrada de trucades, es va decidir aprofitar-ne quatre, ja que aquest és un valor bastant adequat per a el flux de trucades de a empresa, i de passada es va poder aprofitar que aquest és el valor màxim de connexions ISDN que podem tenir amb una sola tarja de connexió. Per altra banda, es va decidir mantenir les 3 línies de mòbil, ja que les trucades a tots els números pertanyents a la empresa tenen una tarifa plana entre ells, i d'aquesta manera es pot aprofitar.

Un cop analitzat el sistema, es va procedir a començar a fer la configuració de les extensions. A cada una d'elles es va assignar el número de la extensió, el nom de la persona a la que corresponia i una IP estàtica per tal de tenir-les controlades. Per altra banda, també es van configurar els adaptadors analògics, en els que es van fer configuracions específiques per a els faxos. Aquest procés va durar més o menys del dia 1 al dia 6, ja que en cada cas en cada cas es verificava que les dades fossin les correctes i es comprovava el registre amb un servidor temporal.

Després de la configuració de totes les extensions, el procés va seguir cap a el muntatge del servidor i la instal·lació del software Asterisk. El procés no va ser

massa llarg, però van sorgir problemes en el moment de generar la raid, degut a que el sistema operatiu no carregava la controladora. Tot i això, amb un dia es va tenir el servidor a punt per a treballar-hi.

Els dos dies següents van servir per a començar a generar les regles de trucades de l'Asterisk. En aquest cas, es van crear tots els usuaris SIP amb les dades corresponents, i es va configurar la tarja ISDN. Finalment es va crear també el fitxer de control de trucades, ja que ens havien enviat quin era el procés que seguien aquestes. També es va aprofitar per a provar els telèfons i la configuració.



Figura 5.17. – Proves de configuració del servidor VoIP

Arribats a la setmana del canvi, ja ens varem començar a desplaçar fins a el lloc de treball. El primer dia, dilluns, varem portar els switchos cap a la empresa, i varem fer un repàs final de la xarxa per tal de comprovar si amb els nous switchos ja teníem connectivitat a tots els punts on hi anaven extensions.

Finalment també varem preparar l'armari principal per tal de deixar-hi espai per a el servidor.

El segon dia, dimarts, el procés va ser començar a portar els terminals i el servidor cap a la empresa. En aquest punt, varem passar a col·locar el servidor a l'armari i connectar-lo a través de la xarxa local que sortia a Internet amb la línia simètrica. En aquest punt, es va passar a fer la connexió amb el servidor de l'operador a través del protocol IAX, i a verificar que la tarja ISDN es connectava correctament amb les línies d'entrada.

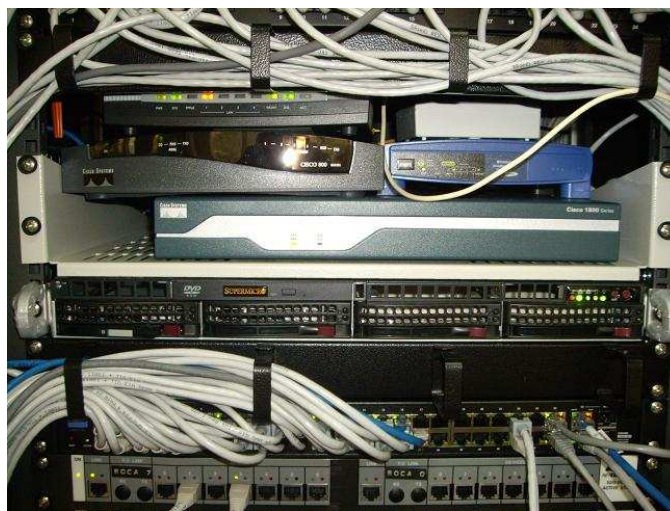


Figura 5.18. – Muntatge del servidor a l'armari

El dimecres, es va acabar de transportar tot el material necessari, i es van començar a fer proves de la centraleta. Per tal de fer-les, un operari estava a el lloc de treball amb un terminal connectat a el servidor Asterisk, i es trucava a través de la línia IAX cap a l'operador. D'aquesta manera podíem verificar que la trucada es transmetia correctament i la qualitat de so que ens oferien els codificadors i la línia simètrica ja en el lloc de treball. De passada, es van acabar de configurar alguns dels paràmetres de procés de control de trucades que faltaven, ja que quedaven pendents petits detalls.



Figura 5.19. – Caixes del material transportat

El dijous, es va procedir a repartir els telèfons per a tota la empresa, ja deixant-los connectats i a punt per a fer el canvi amb els antics. En la majoria dels casos, la cosa va ser més complicada del compte ja que no quedaven punts ethernet disponibles i s'havia d'esperar a el moment en que es desconnectés la telefonia analògica per a aprofitar-los.

Durant el divendres al matí, es van inhabilitar els telèfons dect, i es va fer el procés de connexió de la centraleta dect a les línies de VoIP. Per tal de fer-ho, es va haver de connectar els punts de la centraleta cap a un armari, i des d'aquest últim, connectar-los cap a els adaptadors.

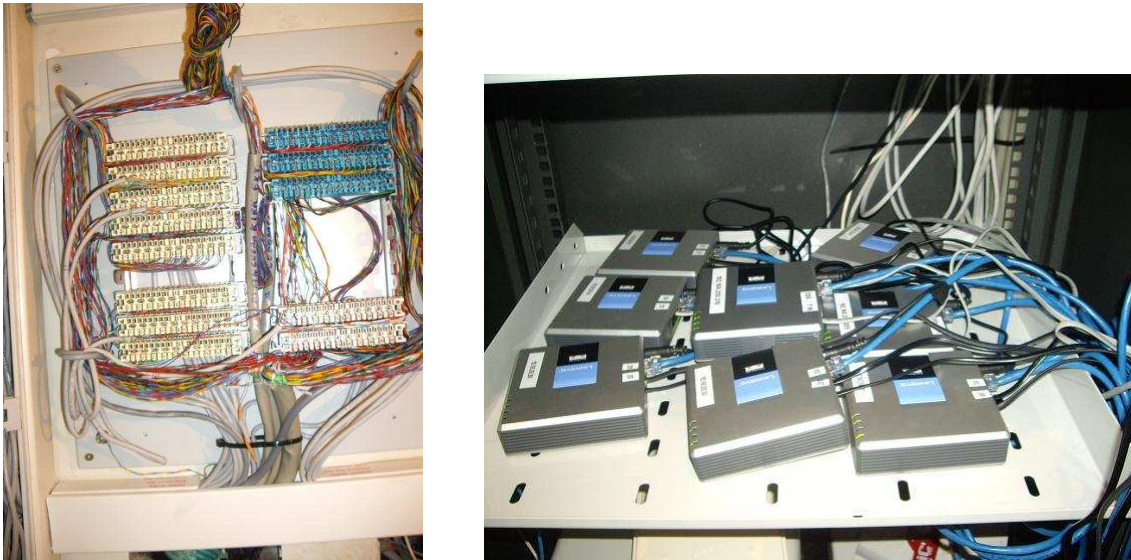


Figura 5.20. – Unió de la centraleta dect amb els adaptadors analògics.

Un cop arreglat, es va passar a desconnectar les línies ISDN i posar-les ja a el servidor de VoIP. Mica en mica també es van anar desendollant la telefonia tradicional i canviant i començant a treballar amb la VoIP. Finalment també es van canviar les línies de mòbil.

A més, es va portar un manual d'ús del telèfon Linksys SPA941, per tal de no haver d'explicar a cada usuari d'aquests quin és el seu funcionament. Pel que fa a la resta de telèfons, els dect continuen amb el mateix funcionament que fins ara i els Cisco 7940, es va fer una explicació ràpida de funcionament, ja que només n'hi havia dos i era senzill poder-ho fer així.

Durant la setmana següent, després de fer el canvi cap a VoIP, varem desplaçar-nos gairebé cada dia a la empresa, almenys algunes hores, per tal de que tot funcionés en ordre, i ajudar a la gent que calgués a adaptar-se amb els nous aparells telefònics. Cal dir però, que no hi va haver massa problemes.

En alguns casos, es a donar el cas de que alguns telèfons havien de tenir petites configuracions diferents de la resta, com per exemple l'ús de només una línia, i la configuració d'això es va fer gairebé al mateix moment.

Per acabar, es va ordenar tots els armaris que havíem utilitzat per a el muntatge de VoIP, per tal de deixar-los ben posats i es va deixar tot ordenat al lloc corresponent.

6. Conclusions i treballs futurs

6.1. Conclusions

En aquest projecte hem anat veient d'una manera general els conceptes de la VoIP, per tal de tenir-ne una idea més clara. Un cop vistos, hem passat a l'estudi dels elements que ens podem trobar en un sistema de VoIP i el programari Asterisk per a la gestió d'una centraleta IP. Finalment hem utilitzat tots aquests conceptes per a la implantació d'un sistema de telefonia IP en una mitjana empresa.

Els conceptes generals són els bàsics per entendre com funciona la veu sobre IP. Primerament hem vist el model que utilitza, client-servidor, i quins són els processos essencials, és a dir, la codificació de la veu i la paquetització. Pel que fa a la codificació, hem pogut comprovar que existeixen diferents algorismes codificadors per a senyals d'àudio, i que el seu rendiment és diferent. Per això ens caldrà escollir quin és el més convenient en cada cas. El procés de paquetització, en tots els casos serà semblant, però el problema el tindrem en que existeixen diferents protocols per a establir la comunicació i per a el transport de les dades, cosa que també s'haurà de valorar. Finalment, també hem vist el procés de detecció de les tecles tradicionals en sistemes de VoIP i quins problemes de qualitat de servei ens poden sorgir.

Per tal de saber on podem aplicar un sistema de VoIP, hem estudiat quins són els elements que ens podem trobar, ja siguin línees PSTN tradicionals o bé ISDN. A més, hem vist que existeixen diferents telèfons IP soft-phones i adaptadors per a telèfons analògics que també podem utilitzar per a el nostre sistema.

Un cop vist això, hem estudiat quin és el funcionament de Asterisk i com podem configurar-lo i manipular-lo. Gràcies a això, hem pogut veure que ens ofereix una alternativa a les PBX tradicionals i que amb coneixements, es poden programar funcions més innovadores del que podíem fer fins ara.

Finalment, i gràcies a tots els coneixements adquirits, hem aplicat el sistema de VoIP a una mitjana empresa. En la instal·lació, s'ha comprovat que la VoIP pot ser una alternativa vàlida a la telefonia tradicional, i tot i utilitzar elements de telefonia tradicional com línies ISDN, mòbils o telèfons dect, el seu funcionament és el correcte amb Asterisk i VoIP.

Després d'un mes de la instal·lació, veiem que el sistema és bastant estable i els recursos que s'han destinat a la empresa són suficients. En cap moment hem hagut de reiniciar la centralita IP, i cap telèfon ens ha donat problemes, cosa molt favorable. El que han anat sorgint són qüestions de la configuració de la centralita. El fet de poder accedir-hi remotament sense necessitat de desplaçament i poder gestionar també les extensions d'aquesta manera, fan que amb un temps molt reduït s'hagin pogut solucionar totes les incidències que han anat sorgint.

Per altra banda, la facilitat de programació de la que es gaudeix amb l'ús del sistema Asterisk, podem anar ampliant les prestacions d'aquesta centralita. Actualment s'està preparant la instal·lació per a comunicar-la a través de VoIP a una delegació de la empresa, cosa que farà que les trucades entre elles siguin gratuïtes.

En conclusió, podem afirmar que la VoIP és una bona alternativa a les centralites convencionals i que amb la prospecció de futur que hi ha, aviat hi haurà molta més gent de la que ens puguem arribar a imaginar que treballarà a través d'aquest sistema.

6.2. Treballs futurs

La VoIP és un món en expansió on mica en mica es van incorporant noves funcions. Actualment però, ja es pot investigar en molts aspectes. Algun d'ells poden ser els següents:

- Muntatge d'un operador de VoIP
- Aprofundiment en el software Asterisk
- Sistema de gestió de QoS per a la VoIP
- Clustering en servidors Asterisk
- Aprofundiment en els protocols de VoIP
- Estudi de FoIP (Fax over IP)
- Anàlisi del rendiment d'un servidor Asterisk
- Enllaç de diferents seus d'una mateixa empresa a través de VoIP
- Sistema de control de trucades i facturació de VoIP
- Programari capaç d'actualitzar les tarifes automàticament i escollir sempre la més econòmica a través de Asterisk.

7. Bibliografia

- Jim Van Meggelen, Leif Madsen, i Jared Smith (Agost 2007). Asterisk: The Future of Telephony. Segona edició. O'Reilly. ISBN-10: 0-596-51048-9. ISBN-13: 978-0-596-51048-0
- Uyles Black (2002). Voice Over IP. Segona edició. Prentice Hall PTR. ISBN: 0-13-065204-0
- Jim Cavanagh. The Definitive Guide To: Successful Deployment of VoIP and IP Telephony. Realtime Publishers

Articles

- Jeffrey Szczepanski, Chief Technical Officer, InSciTek Microsystems, Inc (13/06/2005). Allworx VoIP White Paper June 2005
- Roberto Gutiérrez Gil, Seguridad en VoIP: Ataques, Amenazas y Riesgos. Universitat de València.
- David Persky (2007). VoIP Security Vulnerabilities. SANS Institute.
- Tobias Glemser, Reto Lorenz (5/2005). Seguridad en la Voz sobre IP – Protocolos SIP y RTP. hackin9. pàg:24-31

Pàgines web

VoIP General

- <http://www.voip-info.org/wiki/>
- <http://www.voipnovatos.es/>
- <http://www.voipforo.com/>

Codificadors

- G.711 <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711/es>
- G.729 <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.729/es>
- G.723 <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.723/es>

Protocols

- SIP <http://tools.ietf.org/html/rfc3261>
- IAX <http://www.cornfed.com/iax.pdf>
- H323 <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323/e>
- SCCP
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk701/tk589/tsd_technology_support_sub-protocol_home.html

Telèfons i adaptadors

- <http://www.digium.com/en/>
- <http://www.cisco.com/>
- <http://www.linksys.com>
- <http://www.snom.com>
- <http://www.grandstream.com/>
- <http://www.soundwin.com/>
- <http://www.epygi.com/>

Asterisk

- <http://www.asterisk.org/>
- <http://www.asteriskguru.com/>

Altres pàgines

- <http://es.wikipedia.org>
- <http://en.wikipedia.org>