

«Μελέτη και υλοποίηση IP τηλεφωνικής
υποδομής του Πανεπιστημίου Δυτικής
Αττικής με χρήση τεχνολογιών VoIP
βασισμένο σε λογισμικό ανοικτού
κώδικα»

ΚΟΨΑΥΤΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ (ΑΜ:18012)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΚΟΥΡΛΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Περιγραμμά #1

Η παρουσίαση έχει τα παρακάτω κύρια μέρη:

- ❖ Εισαγωγή
- ❖ Τεχνολογίες VoIP
 - PSTN
 - VoIP Network
 - Πρωτόκολλα VoIP
 - Codecs
- ❖ Open Source Τηλεφωνικά Κέντρα
 - Asterisk/Issabel/Elastix
 - Advanced Χαρακτηριστικά Asterisk

Περιγραφή #2

- ❖ Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ
 - Υψηλή διαθεσιμότητα σε επίπεδο τηλεφωνικού κέντρου
 - Call Routing
 - Cosmote Business Flexible Voice
 - Gonet
- ❖ Διαχείριση Τηλεφωνικών Συσκευών
 - Μαζική διαμόρφωση συσκευών
 - Μαζική αναβάθμιση firmware
 - LDAP τηλεφωνικός κατάλογος σε GrandStream συσκευές

- ▶ Το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής είναι ένα ίδρυμα που διαθέτει τρεις Πανεπιστημιούπολεις και μεγάλο αριθμό ακαδημαϊκού και διοικητικού προσωπικού. Το ίδρυμα δημιουργήθηκε το 2018 ως αποτέλεσμα της συνένωσης του ΤΕΙ Αθήνας με το ΤΕΙ Πειραιά και λίγο αργότερα της απορρόφησης της Εθνικής Σχολής Δημόσιας Υγείας (ΕΣΔΥ).
- ▶ Από την αρχή της ίδρυσης του το ίδρυμα είχε την ανάγκη μιας σύγχρονης τηλεφωνικής υποδομής που θα επέτρεπε την απρόσκοπτη αλλά και ταυτόχρονα οικονομική επικοινωνία όλων των μελών του.
- ▶ Αντικείμενο αυτής της διπλωματικής είναι η αναλυτική παρουσίαση της IP τηλεφωνικής υποδομής που έχει αναπτυχθεί στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής για να καλύψει την ανάγκη αυτή, με χρήση τεχνολογιών VoIP και βασισμένο σε λογισμικό ανοιχτού κώδικα.

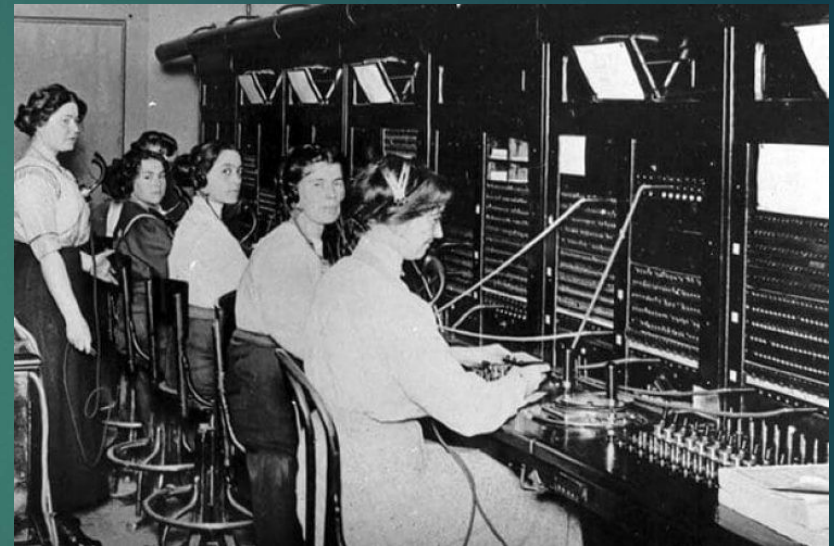
Τεχνολογίες VoIP

PSTN

5

PSTN: Public Switched Telephone System

- ▶ Λειτουργεί πάνω από 100 χρόνια
- ▶ Η βασική ιδέα είναι ότι η συσκευή ενός χρήστη A θα κάνει κύκλωμα μέχρι την συσκευή ενός χρήστη B.



Operator Τηλεφωνικού Κέντρου το 1930

Τεχνολογίες VoIP

VoIP Networks

- ▶ Η μεγάλη ανάπτυξη των IP δικτύων και του Internet έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της IP τηλεφωνίας.
- ▶ Η βασική λειτουργία ενός VoIP δικτύου είναι η μετατροπή της αναλογικής φωνής σε ψηφιακό σήμα από την μια μεριά του δικτύου (ομιλητής), η μεταφορά των ψηφιακών σημάτων πάνω από το IP δίκτυο σε κάποιον παραλήπτη και εντέλει η μετατροπή των σημάτων αυτών σε ήχο.
- ▶ Ένα δίκτυο VoIP μπορεί να λειτουργήσει πάνω από οποιοδήποτε IP δίκτυο(WAN, LAN, WIFI).

Τεχνολογίες VoIP

VoIP Networks

Τα βασικά είδη εξοπλισμού που συναντάμε σε ένα VoIP δίκτυο είναι:

- ▶ Voice ή VoIP gateway (FXO)
- ▶ ATA (Analog Telephone Adapter - FXS)
- ▶ VoIP phones
- ▶ VoIP Gatekeeper
- ▶ VoIP PBX (Private Branch Exchange)

Τεχνολογίες VoIP

Πρωτόκολλα VoIP

- ▶ Σε ένα VoIP δίκτυο το βασικό μέσο μετάδοσης σε επίπεδο δικτύου είναι το πρωτόκολλο IP.
- ▶ Στα επίπεδα (βάση OSI), μεταφοράς και εφαρμογής τα σημαντικότερα πρωτόκολλα είναι τα :
 - ▶ H.323
 - ▶ SIP
 - ▶ IAX
 - ▶ RTP

Τεχνολογίες VoIP

Codecs

- ▶ Με το όρο codec, αποκαλούμε το λογισμικό που μετατρέπει (compress) ένα ηχητικό σήμα (φωνή) σε συμπιεσμένη ψηφιακή μορφή κατάλληλη για μετάδοση (VoIP), και στην συνέχεια την επαναφέρει (uncompress) στην αρχική της μορφή (ηχητικό σήμα).
- ▶ Οι codecs που συναντάμε πιο συχνά σε ένα VoIP δίκτυο είναι:
 - ▶ G.711 – ποιότητα ήχου ισάξιας αναλογικής τηλεφωνίας
 - ▶ G.729 – καλή ποιότητα ήχου – χαμηλές απαιτήσεις bandwidth
 - ▶ G.722 – πολύ καλή ποιότητα ήχου

Open Source Τηλεφωνικά Κέντρα

Asterisk/Issabel/Elastix

10

- ▶ Ένα open source PBX είναι ένα τηλεφωνικό κέντρο που είναι διαθέσιμο χωρίς κόστος αγοράς κάτω από το GNU license. Ένα τέτοιο κέντρο συνήθως αποτελείται από ένα βασικό Linux λειτουργικό σύστημα και το PBX λογισμικό.
- ▶ Βασικός εκπρόσωπος των open source PBX είναι το λογισμικό Asterisk, ενώ λιγότερο γνωστά είναι το FreeSWITCH και το SIPfoundry

Open Source Τηλεφωνικά Κέντρα

Asterisk/Issabel/Elastix

Asterisk

- ▶ Δημιουργήθηκε το 1999 από τον Mark Spencer, ιδρυτή της εταιρίας Digium.
- ▶ Η ονομασία του «Asterisk» προήλθε από το σύμβολο του αστερίσκου «*» που στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα (Unix, Linux, DOS) έχει την έννοια του μπαλαντέρ.
- ▶ Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του είναι:
 - Υποστήριξη των περισσότερων VoIP πρωτοκόλλων (sip, iax, mgcp, κτλ)
 - Υποστήριξη μεγάλου αριθμού ψηφιακών καρτών (πχ PRI, BRI, FXO, κτλ) για σύνδεση με PSTN δίκτυα.
 - Υποστήριξη όλων των γνωστών codecs όπως πχ G.711, G.729, GSM, κτλ

Open Source Τηλεφωνικά Κέντρα

Asterisk/Issabel/Elastix

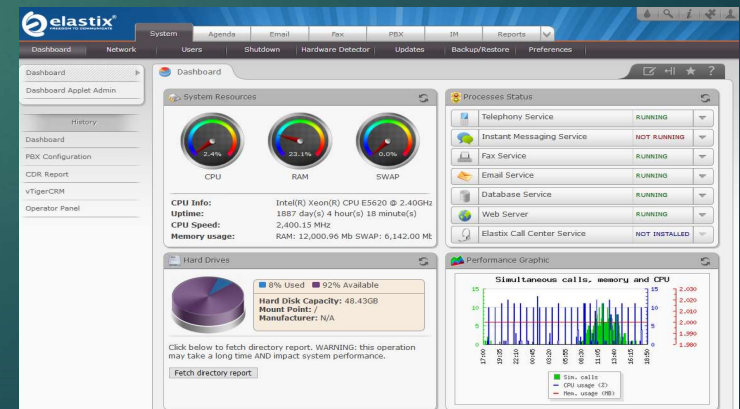
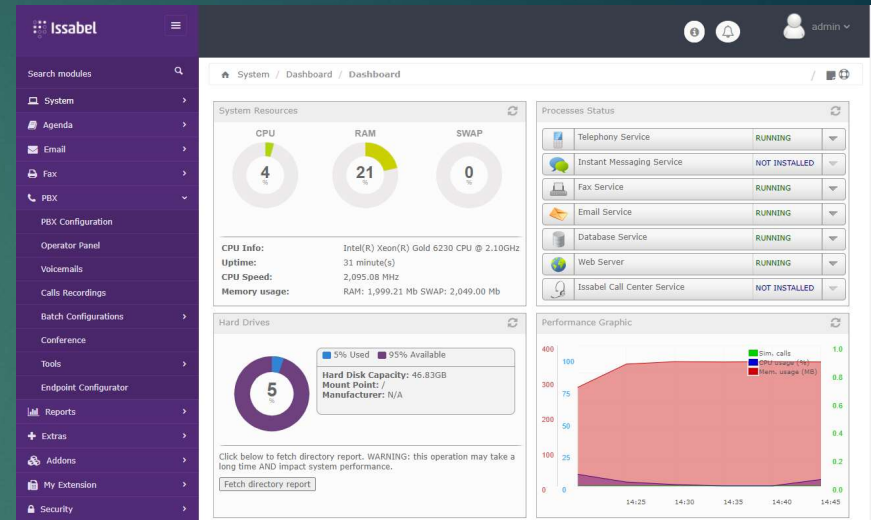
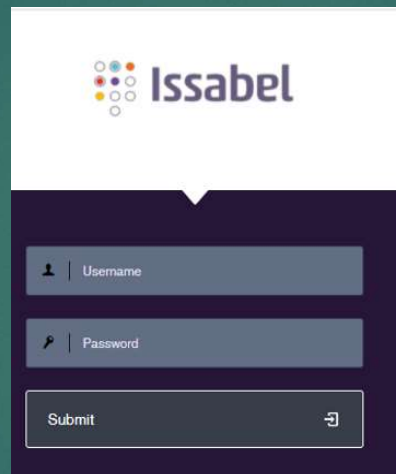
12

- Παροχή όλων των γνωστών μηχανισμών διαχείρισης κλήσεων όπως πχ call forwarding, blind transfer, DND, Conference, Music on Hold, Remote call Pickup, και δεκάδες άλλα.
- Παροχή advanced μηχανισμών κλήσεων όπως πχ SMS, Streaming Hold Music, Voicemail, Transcoding, IVR
- Υποστήριξη «θεωρητικά» απεριόριστων αριθμού τηλεφωνικών συσκευών (Phone Endpoints).
- Διατίθεται ως ελεύθερο λογισμικό (GPLv2 license) και κατ' επέκταση δεν απαιτείται κόστος για την προμήθεια του.

Open Source Τηλεφωνικά Κέντρα Asterisk/Issabel/Elastix

13

Issabel/Elastix

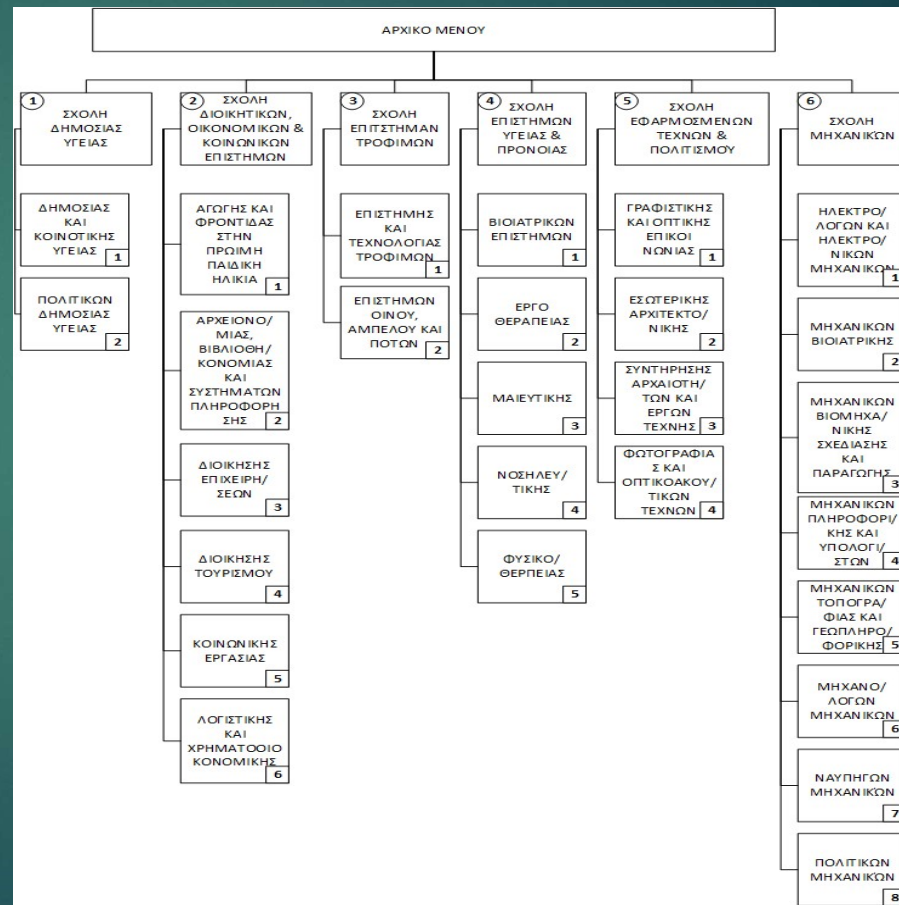


Open Source Τηλεφωνικά Κέντρα

Advanced Χαρακτηριστικά Asterisk

14

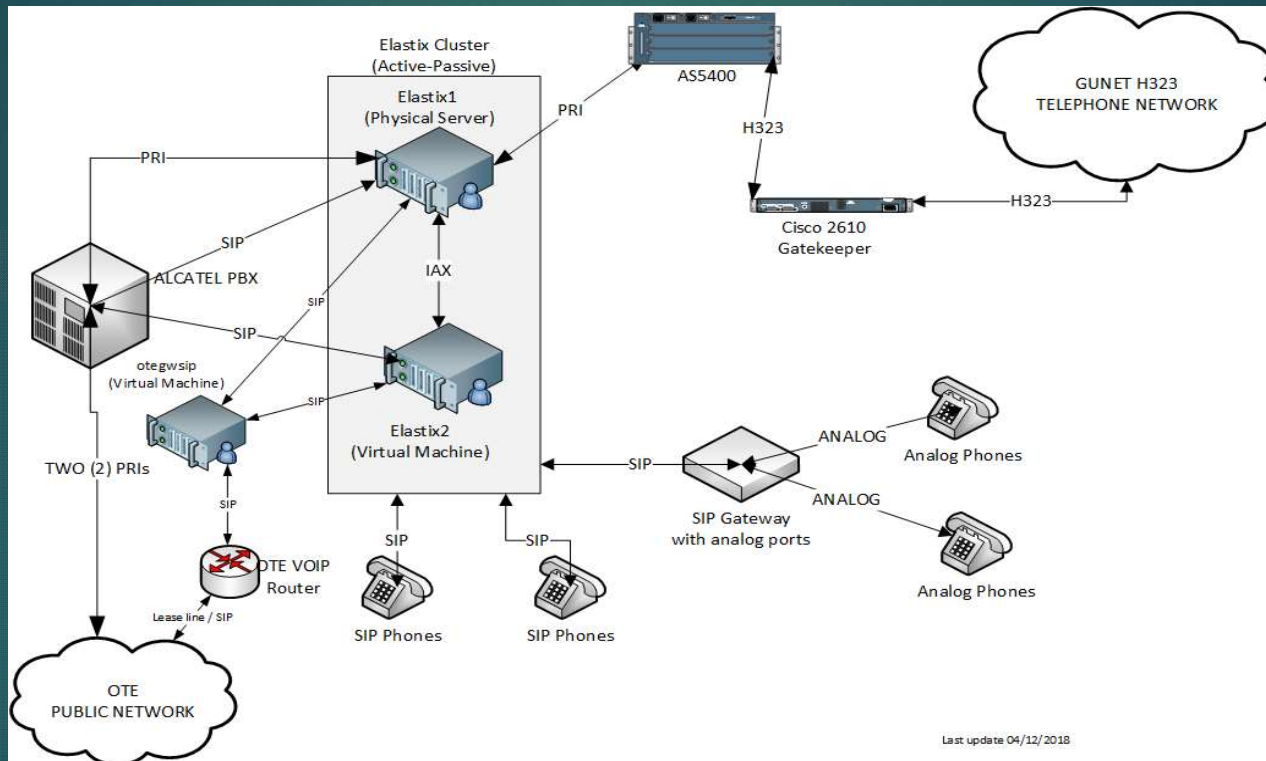
- ▶ Ring Groups
- ▶ Conferences Rooms
- ▶ IVR



- ▶ Το ΤΕΙ Αθήνας (Πανεπιστημιούπολη 1) ήδη από το 2011 λόγω του ότι αρκετά ακαδημαϊκά τμήματα φιλοξενούνταν σε κτήρια εκτός του κύριου campus, είχε προχωρήσει σε υλοποίηση μια τηλεφωνικής υποδομής η οποία συνδύαζε το παλιό παραδοσιακό τηλεφωνικό κέντρο (Alcatel PBX) με ένα σύγχρονο τηλεφωνικό κέντρο βασισμένο σε Asterisk.
- ▶ Το 2011 οι εργασίες περιλάμβαναν:
 - εγκατάσταση ενός open source τηλεφωνικού κέντρου βασισμένου στην διανομή Elastix 2.x
 - Διασύνδεση του Elastix 2.x κέντρου με το υπάρχον παραδοσιακό κέντρο (ALCATEL PBX) μέσω PRI γραμμής.
 - Εγκατάσταση sip voip gateways σε απομακρυσμένα κτήρια (24 FXS Ports) και διασύνδεση με Elastix 2.x κέντρο πάνω από το υπάρχον IP δίκτυο και μέσω του πρωτοκόλλου SIP

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

16



Τηλεφωνική υποδομή ΤΕΙ Αθήνας το 2016

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

17

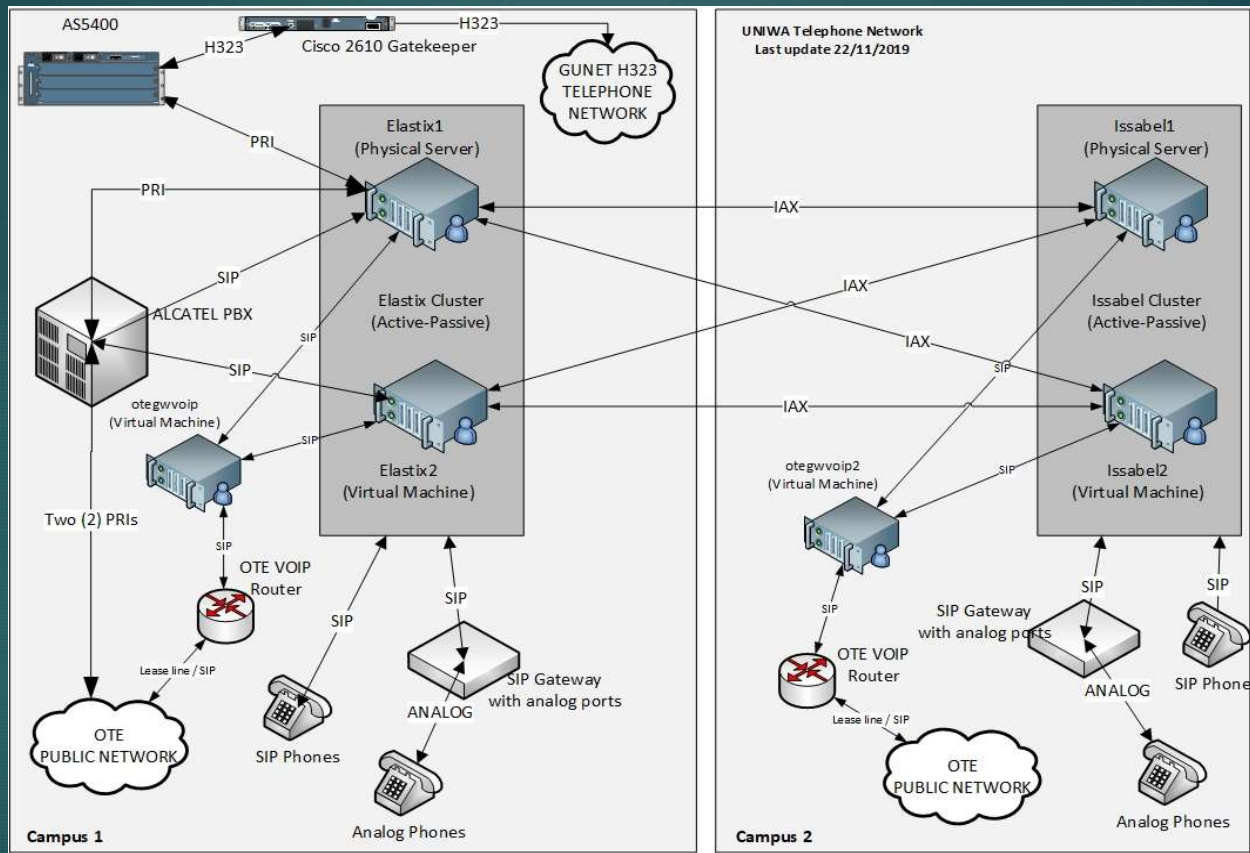
- ▶ Μέχρι το 2019 το ΤΕΙ Πειραιά είχε ένα παραδοσιακό τηλεφωνικό κέντρο της Siemens, το οποίο πέρα του ότι ήταν τεχνολογικά ξεπερασμένο, είχε φθάσει και στα όρια της χωρητικότητας του.
- ▶ Μέσα στο 2019 πραγματοποιήθηκε από τους μηχανικούς του Τμήματος Υποστήριξης Δικτύων του Πανεπιστημίου, στην Πανεπιστημιούπολη 2 (πρώην ΤΕΙ Πειραιά) η εγκατάσταση ενός σύγχρονου τηλεφωνικού κέντρου βασισμένου στην διανομή Issabel 4.x ενώ ταυτόχρονα αντικαταστάθηκαν όλες οι παλιές αναλογικές συσκευές με σύγχρονες τεχνολογίας VoIP.
- ▶ Τα κέντρα των δύο μεγάλων Πανεπιστημιούπολεων διασυνδέθηκαν με πολλαπλές συνδέσεις και πλέον ήταν η εφικτή η απρόσκοπτη & δωρεάν επικοινωνία μεταξύ τους.

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

18

- ▶ Δύο κύρια τηλεφωνικά κέντρα VoIP στις Πανεπιστημιούπολεις 1 και 2 & ένα παραδοσιακό κέντρο (Alcatel PBX) στην Π1.
- ▶ Από ένα «βοηθητικό» τηλεφωνικό κέντρο VoIP για την VoIP διασύνδεση με ΟΤΕ.
- ▶ Πολλαπλές συνδέσεις με ΟΤΕ:
 - Alcatel PBX (XX x 30 κανάλια – PRI)
 - Τηλεφωνικό κέντρο VoIP Π1 (XX SIP κανάλια)
 - Τηλεφωνικό κέντρο VoIP Π2 (XX SIP κανάλια)
- VoIP συσκευές στο XX% της Π2.
- Κάλυψη με sip voip gateways του XX% της Π1.
- Διασύνδεση με VoIP δίκτυο Gunet

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ



Τηλεφωνική υποδομή ΠΑΔΑ το 2019

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Υψηλή διαθεσιμότητα σε επίπεδο τηλεφωνικού κέντρου

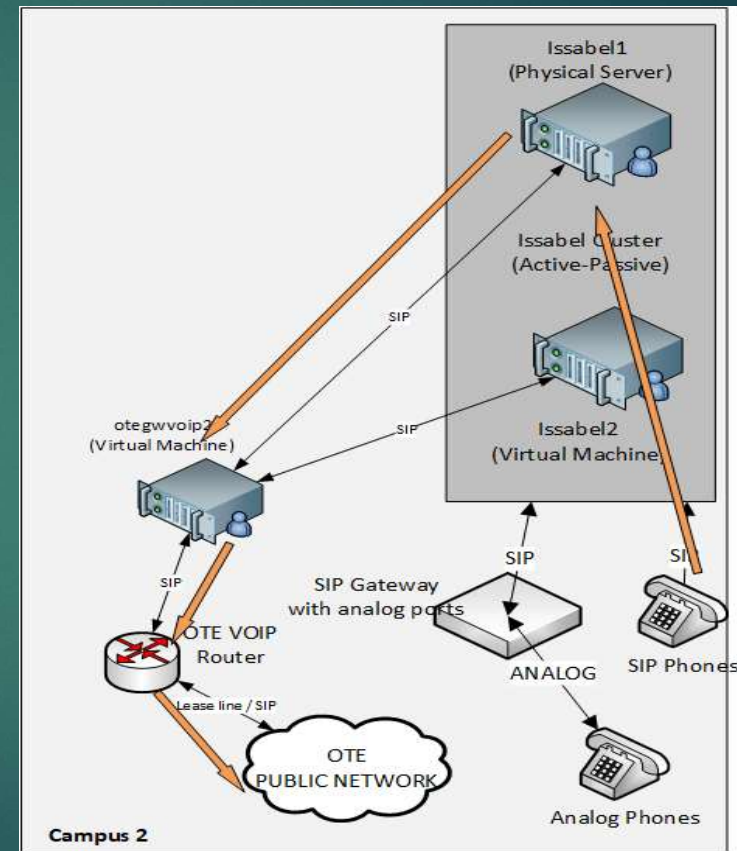
- ▶ Συστοιχία εξυπηρετητών (Asterisk cluster) σε κάθε Πανεπιστημιούπολη (active-passive cluster)
- ▶ Κάθε επιμέρους τηλεφωνικό κέντρο είναι ανεξάρτητο επίπεδο hardware και δικτυακών διασυνδέσεων. (διπλά τροφοδοτικά & ξεχωριστές παροχές ρεύματος, συνδέσεις δικτύου σε διαφορετικά switches, VMware High Availability).
- ▶ Συγχρονισμός κέντρων με MySQL Replication.
- ▶ Δυναμική εναλλαγή SIP Registration συσκευή με χρήση floating IP address (μηχανισμοί heartbeat & keepalived)

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Call routing

21

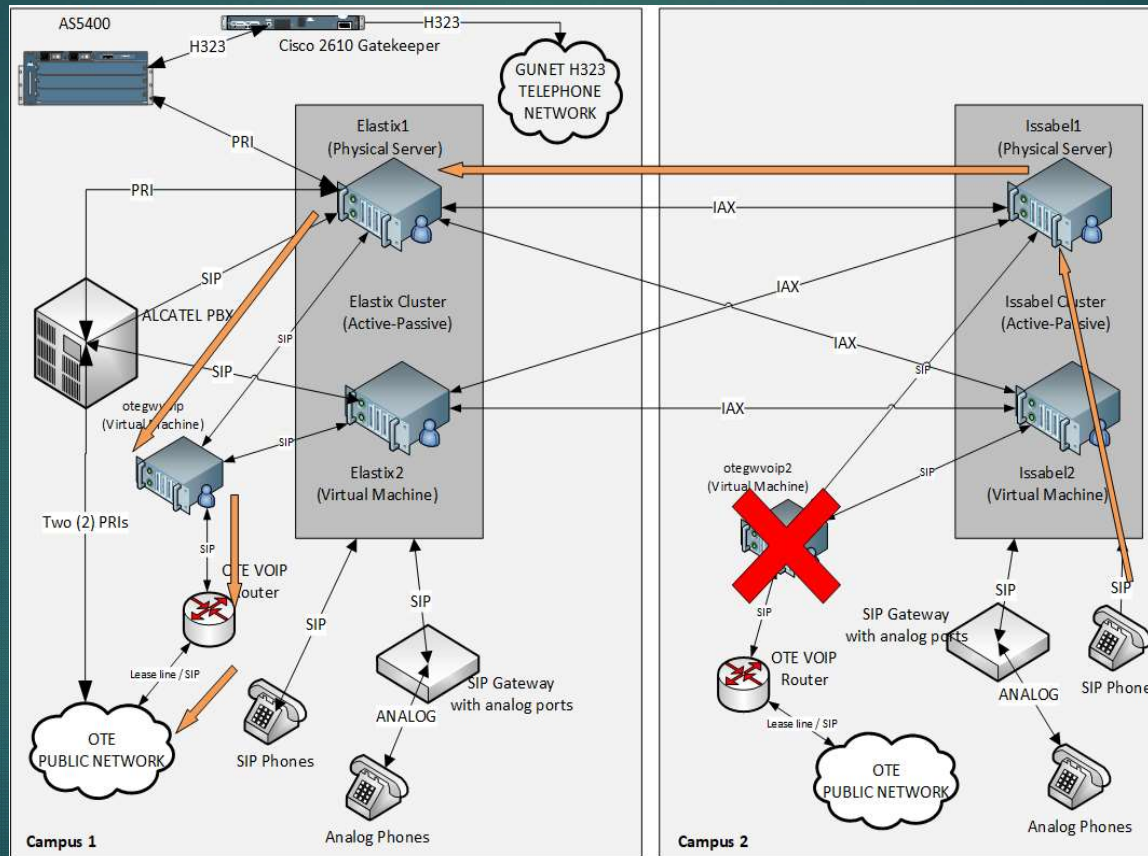
- ▶ Πολλαπλά IAX2 trunks μεταξύ των κέντρων των δύο Πανεπιστημιούπολεων.
- ▶ Δυναμική δρομολόγηση των κλήσεων σε περίπτωση βλάβης σε κάποιο κέντρο ή γραμμής ΟΤΕ.
- ▶ Δυναμική δρομολόγηση των κλήσεων σε περίπτωση congestion σε γραμμή ΟΤΕ.



Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Call routing

22

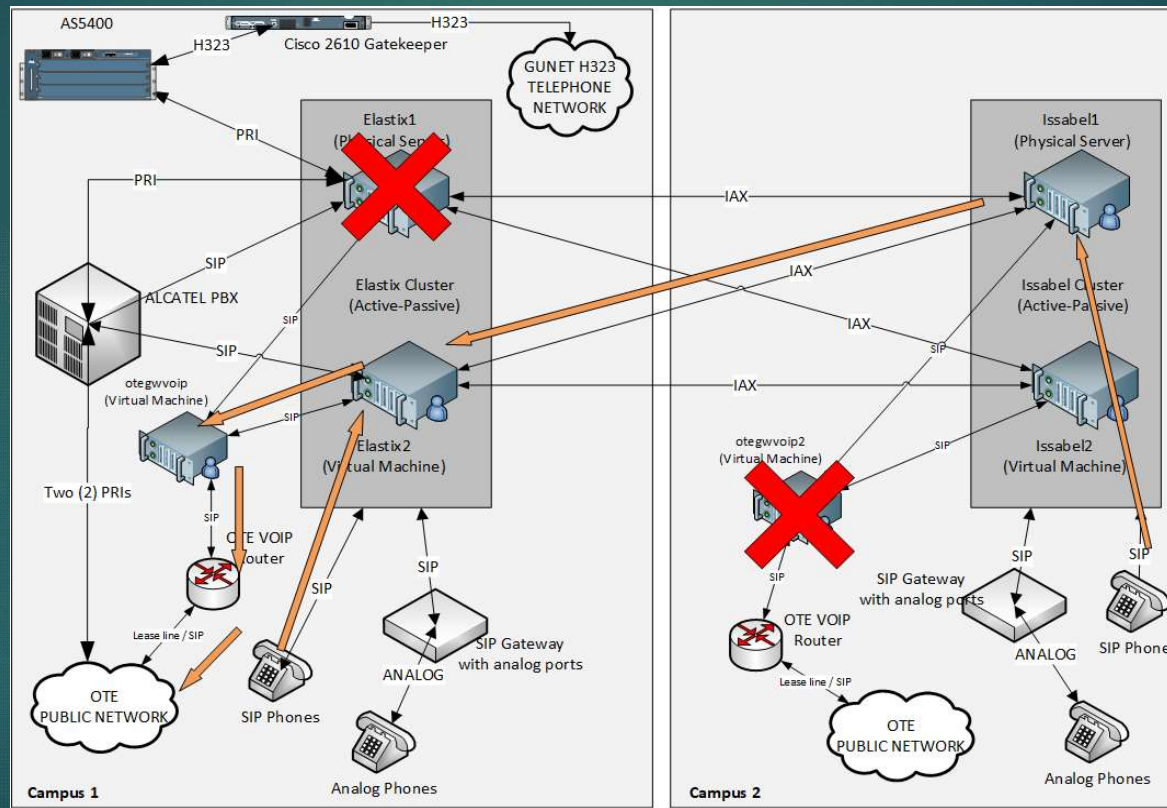


Call routing μετά από βλάβη σε OTE GW της Π2.

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Call routing

23



Call routing μετά από βλάβη σε OTE GW της P2 και ταυτόχρονα απώλεια κύριου κέντρου Π1.

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Cosmote Business Flexible Voice

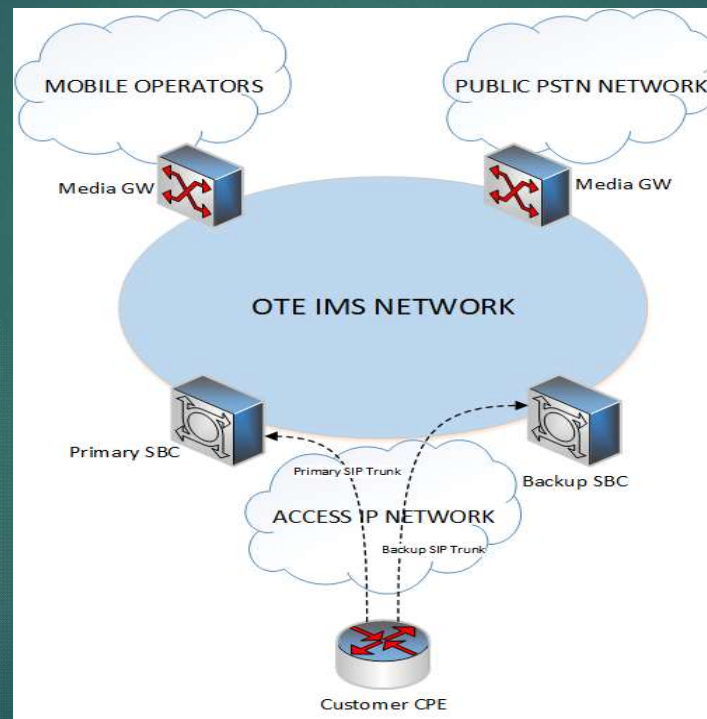
24

- ▶ Ο ΟΤΕ έχει υλοποιήσει ένα εθνικό δίκτυο επόμενης γενιάς NGN, που τα επόμενα χρόνια θα αντικαταστήσει το δημόσιο δίκτυο PSTN.
- ▶ Είναι σχεδιασμένο να παρέχει αδιάλειπτες υπηρεσίες σε επίπεδο διαθεσιμότητας 99,999%.
- ▶ Βασίζεται στο πρωτόκολλο SIP.
- ▶ Δυναμικό SIP Registration βάση DNS SRV.
- ▶ Σε κάθε πελάτη του ΟΤΕ, παρέχεται ένα voice gateway. Αν ο πελάτης διαθέτει σύγχρονο κέντρο, το SIP Registration γίνεται από αυτό, διαφορετικά το υλοποιεί το voice gateway και στον πελάτη παρέχεται PRI διασύνδεση.

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Cosmote Business Flexible Voice

25



Αρχιτεκτονική OTE IMS Network

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ

Gunet

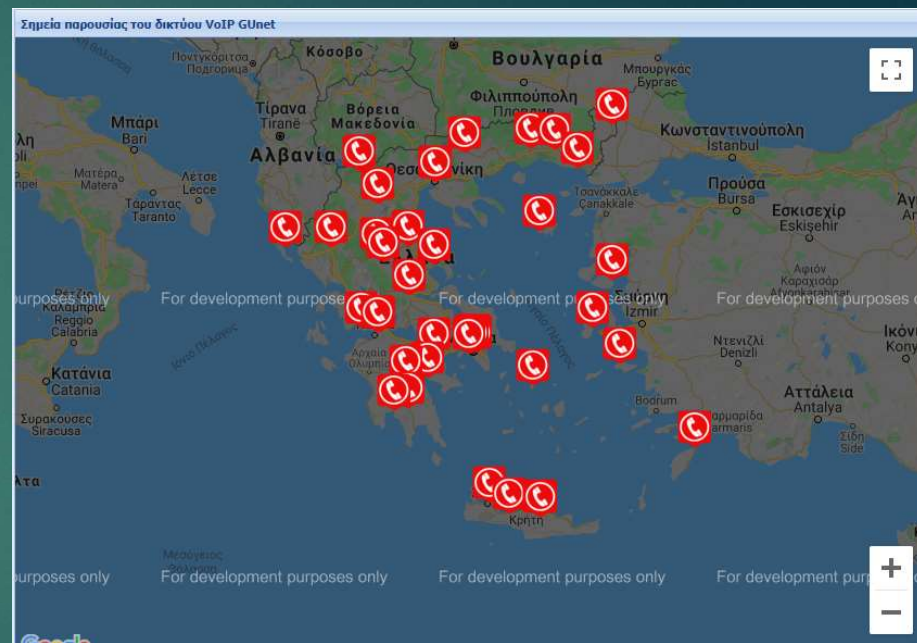
26

- ▶ Το Ακαδημαϊκό Διαδίκτυο (Gunet) αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια έναν οργανισμό με μέλη όλα τα ακαδημαϊκά ιδρύματα της χώρας. Είναι ένα δίκτυο συνεργασίας όλων των ΑΕΙ της Ελλάδας, προκείμενου να καταγράφονται οι κοινές ανάγκες και να σχεδιάζονται και να υλοποιούνται από κοινού τεχνικές λύσεις.
- ▶ Παρέχει ευρύ υπηρεσίες όπως:
 - Πύλη Αναζήτησης Ανοικτών Μαθημάτων
 - Υπηρεσίες Αποστολής και Λήξης Σύντομων Μηνυμάτων(SMS)
 - Αρχή Πιστοποίησης των Ακαδημαϊκών Ιδρυμάτων – HARICA
 - Τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου – VoIP

Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ GUNET

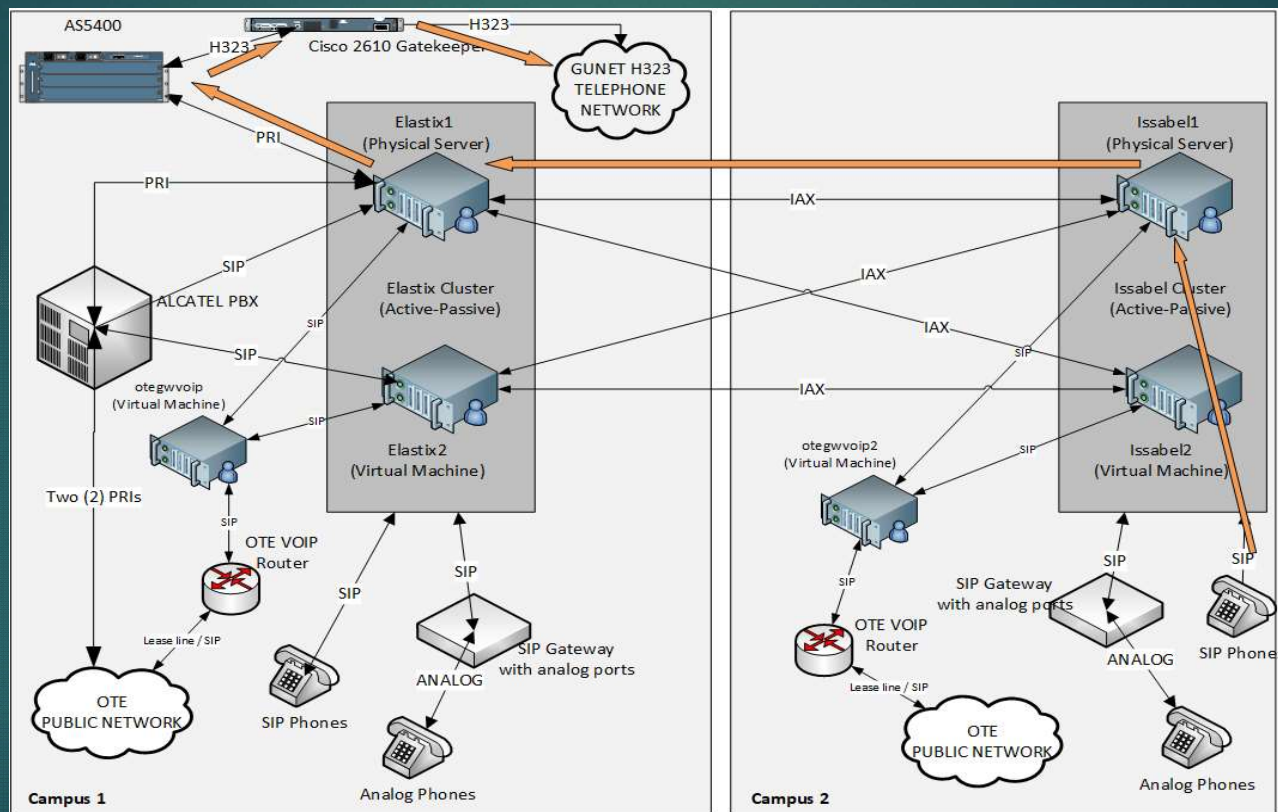
27

- ▶ Διαθέτει ένα πανελλαδικό δίκτυο VoIP τηλεφωνίας βασισμένο στο πρωτόκολλο H.323.
- ▶ Κάθε ίδρυμα για να συνδεθεί πρέπει να διαθέτει :
 - έναν H.323 Gatekeeper
 - έναν ή περισσότερους H.323 gateways
 - Τηλεφωνικό κέντρο συνδεδεμένο σε κάποιο H.323 gateway
- ▶ Στο ΠΑΔΑ απαιτείται το πρόθεμα «9» για να καλέσουμε τηλέφωνο μέσω GUNET.



Τηλεφωνική Υποδομή ΠΑΔΑ GUNET

28



Τηλεφωνική κλήση από την Π2 προς το δίκτυο της Gunet

Διαχείριση Τηλεφωνικών Συσκευών

Μαζική διαμόρφωση συσκευών

29

- ▶ Ανάγκη για μαζική διαμόρφωση μεγάλου αριθμού τηλεφωνικών συσκευών (>300).
- ▶ Η διαδικασία περιλαμβάνει:
 - Δημιουργία ενός πρότυπου «βασικού» configuration, κοινού για όλες τις συσκευές.
 - Παραγωγή ενός πλήρους «ξεχωριστού» configuration για κάθε συσκευή σε xml μορφή, με χρήση του εργαλείου «XML Configuration File Generator»
 - Ενεργοποίηση DHCP Server (με καθορισμό tftp server)
 - Ενεργοποίηση tftp server
- ▶ Η γενική ιδέα είναι ότι κάθε GrandStream συσκευή, κατά την εκκίνηση της, ψάχνει στον tftp server του δικτύου να βρει το configuration που της αντιστοιχεί (βάση mac address).

Διαχείριση Τηλεφωνικών Συσκευών

Μαζική αναβάθμιση firmware συσκευών

- ▶ Ανάγκη για μαζική αναβάθμιση firmware μεγάλου αριθμού τηλεφωνικών συσκευών (>300).
- ▶ Η διαδικασία περιλαμβάνει:
 - Κατέβασμα του firmware από το site της GrandStream και αντιγραφή σε κατάλογο ενός tftp server
 - Ενεργοποίηση DHCP Server (με καθορισμό tftp server)
 - Ενεργοποίηση του tftp server
- ▶ Η γενική ιδέα είναι ότι κάθε GrandStream συσκευή, κατά την εκκίνηση της, ψάχνει στον tftp server του δικτύου να βρει το firmware file που της αντιστοιχεί.

Διαχείριση Τηλεφωνικών Συσκευών

Ενεργοποίηση LDAP τηλεφωνικού καταλόγου σε συσκευές GrandStream

- ▶ Οι τηλεφωνικές συσκευές της GrandStream υποστηρίζουν την δυνατότητα χρήσης LDAP εξωτερικού τηλεφωνικού καταλόγου.
- ▶ Ο μηχανισμός αυτός έχει διπλή χρησιμότητα:
 - A. Παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη, μέσω της LCD οθόνης της συσκευής, να αναζητήσει το τηλέφωνο ενός χρήστη με βάση το ονοματεπώνυμο του.
 - B. Στις εισερχόμενες εσωτερικές κλήσεις εμφανίζει το ονοματεπώνυμο του χρήστη στον οποίο έχει καταχωρηθεί το νούμερο που κάνει την κλήση.

Διαχείριση Τηλεφωνικών Συσκευών

Ενεργοποίηση LDAP τηλεφωνικού καταλόγου σε συσκευές GrandStream

32



Εμφάνιση ονοματεπώνυμου χρήστη σε εισερχόμενη κλήση



Αναζήτηση τηλεφώνου βάση ονοματεπώνυμου χρήστη

Ευχαριστώ για την προσοχή σας...

Ερωτήσεις – Απορίες ;;;;