

ΤΕΙ Κρήτης - Παράρτημα Χανίων
Τμήμα Ηλεκτρονικής



ΠΕΡΑΜΑΤΙΚΗ Quality of Experience
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ WLAN ΔΙΚΤΥΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΝΟΜΑ: ΓΙΑΝΝΗΣ ΣΑΡΡΗΣ
A.M: 3620

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΛΙΟΔΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ABSTRACT

IPTV is the set of multimedia services (television, video, audio, text, graphics and data) that are distributed through an IP network. In general, in an IPTV network the video and audio streams are sent in MPEG packages through the Real Time Protocol (RTP). This protocol supports real-time media streaming, with control mechanisms, to synchronize the different audio and video flows.

As it concerns performance issues for IPTV distribution, the concept of Quality of Experience (QoE) has been proposed in the last few years in order to define the overall performance of the system under consideration from the point of view of the users. The associated QoE parameters can be measured in the transport layer and the application layer of the underlying TCP/IP network.

Such an experimental QoE performance evaluation of IEEE 802.11g WLAN networks for IPTV streaming is carried out in this thesis. More specifically, by the use of the VLC Media Player software, IPTV video streaming is transferred through the WLAN of the Technological Educational Institute of Crete – Branch of Chania and QoE measurements are provided by the Agilent Framescope Pro device. Various unicast scenarios are examined and a comparative QoE study is provided.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ IPTV ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Περίληψη.....	5
1. Εισαγωγή στη τεχνολογία IPTV	6
1.1. Ιστορικό	8
1.2. Μεταγωγή IPTV.....	9
1.3. Ποιότητα.....	9
1.4. Ορισμός τηλεοπτικής ποιότητας	10
1.5. Υποκειμενική τηλεοπτική ποιότητα.....	10
1.6. Αντικειμενική ποιότητα.....	10
1.7. Υποκειμενικά συστήματα μέτρησης.....	11
1.8. QoE ποιότητα εμπειρίας	12
1.9. IPTV παράμετροι QoE μέτρησης	14
1.10. IPTV QoE παραμετροποίηση	15
1.11. Μέθοδοι μέτρησης QoE.....	16
1.12. Μέθοδοι βελτίωσης του QoE.....	17
1.13. Χαρακτηριστικά τηλεόρασης internet.....	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΤΑΔΟΣΗ IPTV ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

2.1. Ασύρματη IPTV (wireless iptv).....	21
2.2. Αρχιτεκτονική πλατφόρμας	22
2.3. Αξιοπιστία των συσκευών της IPTV.....	23
2.4. Δίκτυο διανομής IP.....	25
2.5. Συμπεράσματα για τις αιτίες κακής ποιότητας.....	26
2.6. IPTV μέσω WIMAX.....	26
2.7. IPTV μέσω WiFi.....	27
2.8. IPTV μέσω τεχνολογίας DSL.....	27
2.9. DSLAM.....	30
2.10. Αρχιτεκτονική DSLAM.....	31
2.11. Κωδικοποίηση H.264/AVC μέσω DSL.....	32
2.12. Πλεονεκτήματα H.264/AVC.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ IPTV ΣΕ
ΔΙΚΤΥΑ 800.11g WLANs

3.1. Πειραματική μελέτη IPTV(QoE) μετάδοσης σε WLAN.....	35
3.1.1 Ρυθμίσεις VLC Player.....	37
3.1.2 Ρυθμίσεις του Client.....	43
3.1.3 Τρόπος διεξαγωγής ενός IPTV test.....	45
3.1.4 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και VLC client με ένα access point.....	48
3.1.5 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και 2 VLC clients με ένα access point.....	52
3.1.6 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και 2 VLC clients με δυο access point.....	56
3.1.7 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και VLC client με ένα access point στο χώρο του Τ.Ε.Ι. με 1024 Kbps.....	60
3.1.8 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και VLC client με ένα access point στο χώρο του Τ.Ε.Ι. με 512 Kbps.....	64
3.1.9 Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων.....	68
Παράρτημα.....	72
Βιβλιογραφία.....	77

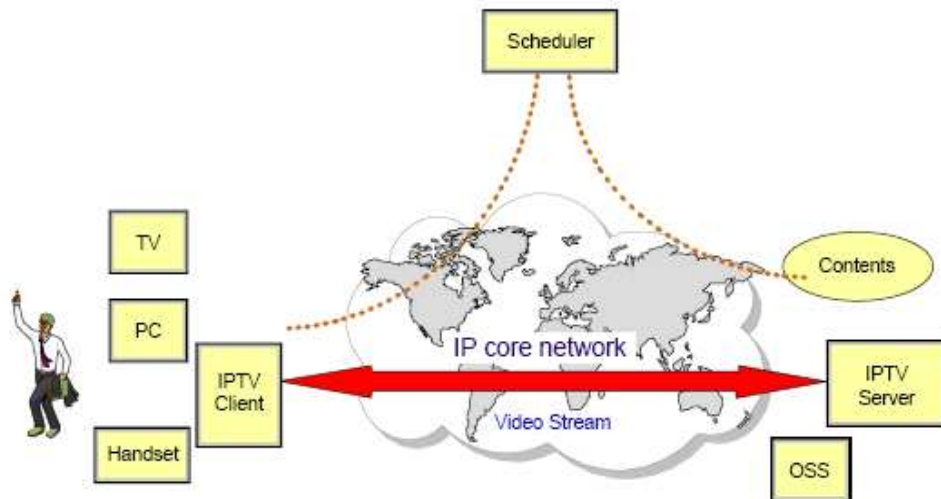
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο βασικός στόχος της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας επικεντρώνεται στην λήψη μετρήσεων ποιότητας εμπειρίας (QoE) της IPTV σε WLAN τεχνολογίες, οι μετρήσεις θα γίνουν με ένα κατάλληλο εργαλείο της AGILENT το Framescope. Η εργασία περιλαμβάνει τόσο θεωρητική όσο και πρακτική γνώση όσον αφορά την ποιότητα εμπειρίας στις τεχνολογίες που προαναφέραμε. Αρχικά γίνεται μια γενικότερη εισαγωγή στην IPTV, την ποιότητα εμπειρίας και στις μεθόδους μέτρησης και βελτίωσης της, γίνεται μια αναφορά για να αντιληφθούμε τον ορισμό της αντικειμενικής και υποκειμενικής τηλεοπτικής ποιότητας όσον αφορά τις παραμέτρους της QoE και βγάζουμε κάποια συμπεράσματα για αιτίες κακής ποιότητας. Στο επόμενο στάδιο βλέπουμε πιο συγκεκριμένα την IPTV σε WLAN, WIMAX τεχνολογίες. Αναφερόμαστε σε αρχιτεκτονικές DSLAM και πλατφόρμας αναλυτικά μέσα από γραφήματα. Στο τελευταίο στάδιο βλέπουμε την διαδικασία την οποία ακολουθήσαμε για την πραγματοποίηση των μετρήσεων και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τις τεχνολογίες που ασχολούμαστε. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω το συμφοιτητή μου Τσαϊρίδη Μιχάλη για την ουσιαστική του βοήθεια, στη διεκπεραίωση των μετρήσεων σε WLAN δίκτυα καθώς και στην υλοποίηση των δικτύων αυτών στο περιβάλλον του T.E.I.

1. Εισαγωγή στη τεχνολογία IPTV

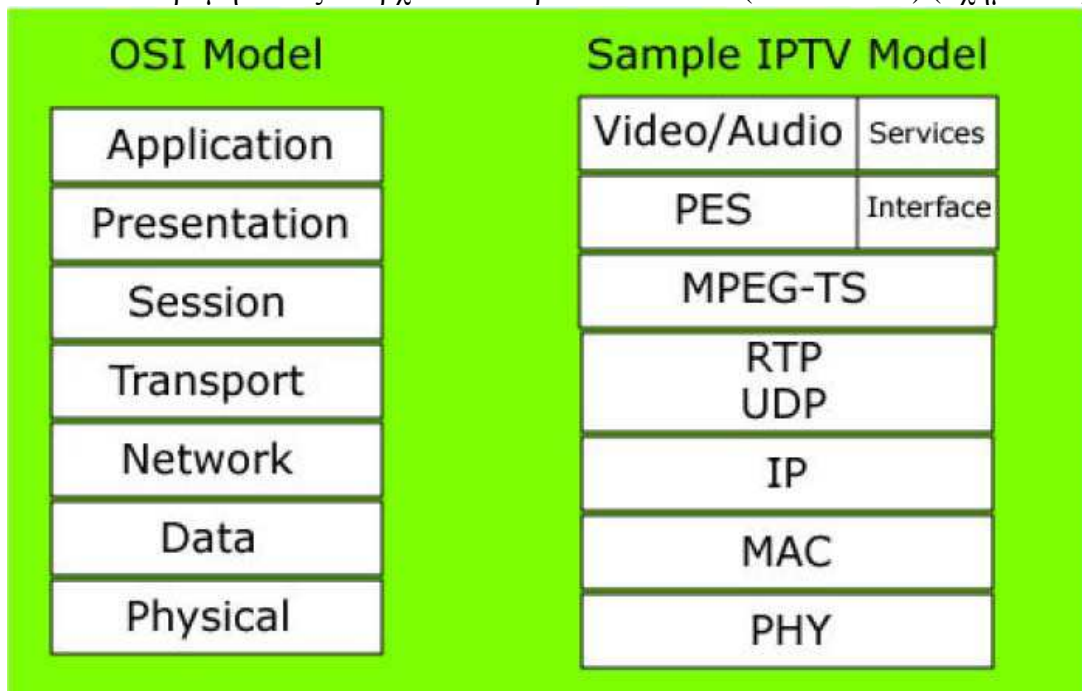
Το IPTV (Internet Protocol Television) είναι ένα σύστημα όπου η υπηρεσία ψηφιακής τηλεόρασης παραδίδεται με τη χρησιμοποίηση του Πρωτοκόλλου Διαδικτύου πάνω από μια υποδομή δικτύων, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει την παράδοση από μια σύνδεση ευρείας ζώνης (ένα ενδεικτικό σχήμα είναι το παρακάτω 1.1). Ένας γενικός καθορισμός IPTV είναι: τηλεοπτικό περιεχόμενο που, αντί να παραλαμβάνεται μέσω των παραδοσιακών τυποποιήσεων μετάδοσης ή των καλωδίων, παραλαμβάνεται από το θεατή μέσω των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για τα δίκτυα υπολογιστών. Μόλις ένα σήμα IPTV εισέλθει στην οικία του χρήστη, ένα set-top-box αποκωδικοποιεί το σήμα και το στέλνει στην τηλεόραση για μετάδοση. Με αναφορά το Σχήμα 1.1, σημειώνουμε ότι:

- Οι χρήστες μπορούν να λάβουν και να εμφανίσουν το περιεχόμενο σε μια TV, ένα PC, ή ακόμα και με μια φορητή συσκευή σε κίνηση,
- Οι κεντρικοί υπολογιστές (servers) στεγάζουν τις συλλογές τίτλων ταινιών. Το περιεχόμενο TV κωδικοποιείται συνήθως σε μια πρότυπη μορφή,
- Το περιεχόμενο μπορεί να είναι μετάδοση ή διανομή κατά απαίτηση, όλες ελεγχόμενες από τον κεντρικό υπολογιστή του server,
- Τα αιτήματα χρηστών τα χειρίζεται ο server του IPTV και οι ροές τεμαχίζονται σε ένα συρμό πακέτων IP.
- Τα πακέτα IP κινούνται εντός ενός κεντρικού IP δικτύου. Αντίθετα από τα πακέτα φωνής που απαιτούν μόνο 64 kbps ή λιγότερα λόγω συμπίεσης, τα συμπιεσμένα πακέτα video έχουν ανάγκη σχεδόν ένα μεγαμπίτ ανά δευτερόλεπτο για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των χρηστών. Αυτός είναι ο λόγος για την αναγκαιότητα μιας ευρυζωνική σύνδεσης.
Για να εξασφαλιστεί ομαλή παράδοση της υπηρεσίας TV, ένας φορέας παροχής υπηρεσιών θα πρέπει να παρέχει τις αφιερωμένες συνδέσεις και τους πόρους για να εξασφαλίσει ότι δεν θα υπάρξει καμία διακοπή. Επομένως, ένα εγγυημένο μονοπάτι από την αρχική πηγή στην τελική διανομή να πρέπει να είναι κάτω από συνεχή παρακολούθηση από έναν φορέα παροχής υπηρεσιών. Τα σύνθετα συστήματα υποστήριξης λειτουργίας (OSS) οργανώνονται για να εκπληρώσουν τη παραγγελία υπηρεσιών, τη διαβεβαίωση υπηρεσιών, και τις λειτουργίες τιμολόγησης.



ΣΧΗΜΑ 1.1

Για τους χρήστες, το IPTV παρέχεται συχνά από κοινού με Βιντεοπαραγγελία (Video On Demand - VoD) και μπορεί να “συνενωθεί” με Υπηρεσίες Διαδικτύου όπως η πρόσβαση Ιστού και το VoIP. Η εμπορική συνένωση της πρόσβασης IPTV, VoIP και διαδικτύου αναφέρεται ως «Triple Play» υπηρεσία (αν προστεθεί και η κινητικότητα (mobility) καλείται «Quadruple Play»). Στο IPTV παρέχονται χαρακτηριστικά από έναν φορέα παροχής υπηρεσιών (service provider) χρησιμοποιώντας μια κλειστή υποδομή δικτύων. Αυτή η κλειστή υποδομή δικτύων είναι σε ανταγωνισμό με την παράδοση υπηρεσιών σε TV μέσω του δημόσιου διαδικτύου, αποκαλούμενη Τηλεόραση Διαδικτύου (Internet TV). Για την παρουσίαση στους υπολογιστές και στις τηλεοράσεις του περιεχομένου που στέλνουν οι προμηθευτές υπάρχουν τα παρακάτω επίπεδα (OSI επίπεδα) (Σχήμα 1.2).



ΣΧΗΜΑ 1.2

1.1. Ιστορικό

Ο όρος IPTV εμφανίστηκε αρχικά το 1995 με την δημιουργία του Precept Software. Σχεδίασαν και έχτισαν ένα τηλεοπτικό προϊόν διαδικτύου που ονομάστηκε «IP/TV». Το IP/TV ήταν μια εφαρμογή συμβατή με τα Windows και τα Unix και μπορούσαν να δώσουν από χαμηλή ποιότητα ως την ποιότητα DVD, χρησιμοποιώντας το unicast και το IP πολλαπλής διανομής (multicast) RTP/RTCP. Η Cisco διατηρεί το εμπορικό σήμα «IP/TV». Το Κίνγκστον ήταν μια από τις πρώτες επιχειρήσεις στον κόσμο που εισήγαγε το IPTV και τη IP VoD μέσω ADSL.

Στο παρελθόν, αυτή η τεχνολογία έχει περιορισμούς λόγω του χαμηλού εύρους ζώνης. Στα ερχόμενα έτη, εντούτοις, το IPTV (που θα χρησιμοποιείται από τους χρήστες στα σπίτια τους) αναμένεται για να αυξηθεί με μεγάλο ρυθμό δεδομένου ότι η τεχνολογία ευρείας ζώνης ήταν διαθέσιμη σε περισσότερες από 200 εκατομμύρια οικογένειες παγκοσμίως στο έτος 2005, για να αυξηθεί σε 400 εκατομμύρια μέχρι το έτος 2010.

Πολλοί από τους σημαντικούς προμηθευτές τηλεπικοινωνιών παγκοσμίως εξερευνούν το IPTV ως νέα ευκαιρία εσόδων από τις υπάρχουσες αγορές τους και ως αμυντικό μέτρο ενάντια στις συμβατικότερες υπηρεσίες καλωδιακών τηλεοράσεων. Στο μεταξύ, υπάρχουν χιλιάδες εγκαταστάσεις IPTV μέσα σε σχολεία, εταιρίες, και άλλα όργανα που δεν απαιτούν τη χρήση συνδέσεων ευρείας ζώνης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ιστορικά έχουν υπάρξει πολλοί διαφορετικοί ορισμοί της "IPTV" όπως: στοιχειώδης συνεχής ροή πάνω από IP δίκτυα, μεταφορές συνεχούς ροής πάνω από IP δίκτυα, κ.λ.π.

Παρόλο που είναι πρόωρο να πούμε ότι υπάρχει πλήρης συναίνεση ακριβώς τι πρέπει να σημαίνει, δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι ο πιο ευρέως αποδεκτός ορισμός σήμερα είναι: πολλαπλά προγράμματα μεταφοράς συνεχούς ροής τα οποία προέρχονται από το ίδιο δίκτυο που κατέχει ή ελέγχει άμεσα και το "Last Mile" στο χώρο του πελάτη. Αυτός ο έλεγχος στην παράδοση δίνει τη δυνατότητα εγγυημένης ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών, και επιτρέπει επίσης στον πάροχο των υπηρεσιών να προσφέρει μια βελτιωμένη εμπειρία στον χρήστη, όπως καλύτερο οδηγό προγράμματος, διαδραστικές υπηρεσίες, κλπ.

1.2. Μεταγωγή IPTV

Το IPTV απαιτεί μεγάλο εύρος ζώνης (5 Mbps έως 30 Mbps). Ο πίνακας παρακάτω χωρίζει τις απαιτήσεις εύρους ζώνης για ένα υποθετικό σενάριο

<u>ΕΦΑΡΜΟΓΗ</u>	<u>ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ</u>
HDTV	10 Mbps
2 TV	2 x 1.5 Mbps=3 Mbps
Σύνολο 3 TV	13 Mbps
Εγγραφή για παρακολούθηση αργότερα	1.5 Mbps
Μεγάλης ταχύτητας Internet	3 Mbps
Σύνολο	17.5 Mbps

Οι βελτιώσεις πρόσβασης στο δίκτυο είναι απαραίτητες. Υπάρχουν δύο τύποι ευρυζωνικών βελτιώσεων δικτύων:

- Fiber to the home (FTTH- Οπτική ίνα στο σπίτι)
- Fiber to the neighborhood (FTTN- Οπτική ίνα στη γειτονιά)

Το κεντρικό IP δίκτυο πρέπει να παρέχει την τηλεοπτική ποιότητα του χαρακτηρισμού κλάσης προτεραιότητας υπηρεσιών (QoS).

1.3. Ποιότητα

Ο όρος ποιότητα μπορεί να συμπεριλάβει πολλές ιδιότητες των δικτύων, αλλά χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγραφεί η διαδικασία της μετάδοσης των δεδομένων με ένα αξιόπιστο τρόπο ή έστω με ένα τρόπο καλύτερο από τον κανονικό. Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει τον παράγοντα της απώλειας δεδομένων, την ελάχιστη ή όχι προκαλούμενη καθυστέρηση, σταθερά χαρακτηριστικά καθυστέρησης (jitter) και τη δυνατότητα να καθορίζουμε την αποδοτικότερη χρήση των πόρων του δικτύου (όπως την ελάχιστη απόσταση ανάμεσα σε δύο άκρα ή τη μέγιστη αποδοτικότητα της χωρητικότητας του κυκλώματος). Ποιότητα μπορεί επίσης να σημαίνει ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα, έτσι ο κόσμος χρησιμοποιεί τον όρο ποιότητα για να καθορίσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά εφαρμογών δικτύων ή πρωτοκόλλων.

1.4. Ορισμός τηλεοπτικής ποιότητας

Η ποιότητα είναι υποκειμενική. Αυτός είναι ο λόγος ότι δεν υπάρχει κανένα παγκοσμίως εγκεκριμένο επιστημονικό μέτρο της τηλεοπτικής ποιότητας.

Η μέτρηση της υποκειμενικής διαφάνειας των οπτικών αντικειμένων με ακρίβεια και αξιοπιστία είναι δύσκολη. Επομένως το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας εστίασε στις μετρήσεις βασισμένες στα πρότυπα του ανθρώπινου οπτικού συστήματος που δοκιμάστηκαν για να αξιολογήσουν τις μετρήσεις ενάντια στο Mean Opinion Score (MOS). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αυτοματοποιημένη μέτρηση της τηλεοπτικής ποιότητας ταιριάζει μέχρι 90% με τα μέσα αποτελέσματα Γνώμης διάφορων θεατών που είχαν εκτεθεί ανεξάρτητα στην ίδια τηλεοπτική αναπαραγωγή.

1.5. Υποκειμενική τηλεοπτική ποιότητα

Το διεθνές πρότυπο ITU-R BT.500-10 προσδιορίζει ένα σύνολο μεθόδων που εξετάζει πώς να οργανώσει μια υποκειμενική δοκιμή για την αξιολόγηση των εικόνων TV.

Ένας μεγάλος αριθμός παραμέτρων προσδιορίζεται, όπως το μέγεθος ακροατηρίων, ο χρόνος παρακολούθησης, και κάποιες στατιστικές μέθοδοι. Αν και τα πρότυπα δεν ισχύουν πραγματικά στο ψηφιακό βίντεο γενικά παρέχουν τουλάχιστον κάποιες πληροφορίες ως προς τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να οργανώσουν μια υποκειμενική δοκιμή.

Δεδομένου ότι οι υποκειμενικές μέθοδοι περιλαμβάνουν μια ομάδα εστίασης και έναν ειδικευμένο εξοπλισμό, είναι συχνά πάρα πολύ περίπλοκες και ακριβές για να χρησιμοποιηθούν από μικρές ερευνητικές ομάδες με περιορισμένο προϋπολογισμό.

1.6. Αντικειμενική ποιότητα

Είναι ιδανικές για την αξιολόγηση της υποβάθμισης όταν το μη αλλοιωμένο σήμα πηγής είναι διαθέσιμο ως αναφορά.

Μια αντικειμενική μέθοδος ποιοτικής αξιολόγησης εικόνων χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που παρέχονται και μια μέθοδο για να παράγουν την μέτρηση.

Η αποτελεσματικότητα των αντικειμενικών μεθόδων συγκρίνεται συχνά με τα υποκειμενικά στοιχεία. Οι αντικειμενικές μέθοδοι ταξινομούνται συχνά σε σχέση με πόσες πληροφορίες απαιτούν προκειμένου να κριθεί μια εικόνα και είναι επομένως συχνά ταξινομημένες με βάση αυτό.

Οι πλήρεις μέθοδοι αναφοράς χρησιμοποιούν μια πλήρη μη διαστρεβλωμένη έκδοση της εικόνας προκειμένου να την αξιολογήσουν. Η μέγιστη αναλογία σήματος/διαταραχή (PSNR) είναι δημοφιλής και ευρέως χρησιμοποιημένη σαν πλήρης αντικειμενική μέτρηση αναφοράς. Το δομικό ευρετήριο ομοιότητας (SSIM) είναι μάλλον μια νέα πλήρης αντικειμενική μέθοδος αναφοράς που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντικατάσταση για το PSNR σε μερικές εφαρμογές.

1.7. Υποκειμενικά συστήματα μέτρησης

Τα υποκειμενικά συστήματα μέτρησης, όπως το ITU-R BT.500-11 παρέχουν ένα λεπτομερές μοντέλο για την αξιολόγηση της ποιότητας της εικόνας παίρνοντας μια ομάδα που αποτελείται από μη ειδικούς ακροατές για να συγκρίνουν τις τηλεοπτικές ακολουθίες και να τις βαθμολογήσουν σε μια δεδομένη κλίμακα. Αυτό απαιτεί ιδιαίτερους πόρους για να είναι σε θέση να εκτελέσει τη δοκιμή, και για αυτό χρησιμοποιείται για να συγκρίνει codecs, ρυθμούς μετάδοσης, ανάλυση εικόνας και απόδοση κωδικοποιητή.

Ένας διαχειριστής δικτύων IP δεν μπορεί να έχει μια ομάδα ανθρώπων να εξετάζουν συνεχώς τις εικόνες για να αξιολογήσει την ποιότητα εικόνων, ιδιαίτερα με τον αριθμό καναλιών που υπάρχουν αυτές τις μέρες. Επομένως εξετάζουν την ποιότητα με τα αυτοματοποιημένα συστήματα μέτρησης που παρέχουν ελέγχους σε πραγματικό χρόνο και που υποβάλλουν έκθεση μέσα στο δίκτυο και την υποδομή υπηρεσιών. Τα συστήματα μέτρησης χρησιμοποιούν συνήθως κάποια υποκειμενική είσοδο για να συσχετίσουν μια βασική γραμμή στην οποία οι αντικειμενικές μέθοδοι μέτρησης μπορούν να χαρτογραφηθούν. Ένας χειριστής επεκτείνει συνήθως τους ελέγχους στα κρίσιμα σημεία στο δίκτυο, που υποβάλλουν σαν έκθεση στο σύστημα διαχείρισης δικτύων (NMS) ένα σύνολο μετρήσεων που θα προκαλέσουν τους συναγερμούς βασισμένους στις προκαθορισμένες ευαισθησίες.

Όταν συγκρίνονται με ένα παραδοσιακό περιβάλλον μετάδοσης, οι τηλεοπτικές υπηρεσίες που μεταφέρονται μέσα από μια υποδομή IP εισάγουν πρόσθετες απαιτήσεις ελέγχου. Οι δύο βασικές κατηγορίες απαιτήσεων είναι:

- Το δίκτυο μεταφορών IP:

Ενώ μεταφέρονται οι υπηρεσίες, τα πακέτα IP θα διασχίζουν τους πολλαπλάσιους κόμβους στο δίκτυο- που υποβάλλεται ενδεχομένως σε καθυστέρηση, σε jitter, ξαναπαραγγελία και την απώλεια πακέτων.

- Οι τηλεοπτικές stream μεταφορές (Mpeg-2 TS)

Παραδοσιακές TS λύσεις πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθούν για να εξασφαλίσουν ότι τα πακέτα TS είναι χωρίς σφάλματα.

Οι δύο κατηγορίες είναι επίσης συνήθως σε διαφορετικά τμήματα:

Ο έλεγχος μεταφορών IP είναι μέσα στο κέντρο διαδικασιών δικτύων, και ο τηλεοπτικός έλεγχος μεταφοράς μέσα στο κέντρο διανομής. Ένα από τα κλειδιά για μια καλή ποιότητα εμπειρίας στην IP είναι μερικές φορές η καλή επικοινωνία και ανίχνευση λαθών στα διαφορετικά τμήματα.

1.8. QoE ποιότητα εμπειρίας

QoE μπορεί να οριστεί ως η συνολική απόδοση του συστήματος από την άποψη των χρηστών. Αυτοί οι χρήστες έχουν αισθήσεις, αντιλήψεις και γνώμες, όταν αυτά αλληλεπιδρούν με την υπηρεσία IPTV.

Επιπλέον, η QoE αποτελεί δείκτη του πόσο καλά το σύστημα πληροί τις ανάγκες των χρηστών και ποσοτικά όσον αφορά την (MOS). Η κλίμακα MOS ορίζεται στη Διεθνή τηλεπικοινωνιακή ένωση (ITU). Επιπλέον, η ITU παρουσιάζει μια μέτρηση της ποιότητας (QoE) πλαίσιο που μπορεί να οριοθετηθεί σε διάφορα συγκεκριμένα σημεία μέτρησης.

Το πρώτο σημείο που έχει τοποθετηθεί είναι πριν από τη μετάδοση, το δεύτερο είναι στο εσωτερικό του δικτύου, και, τέλος, το τρίτο είναι στην συσκευή λήψης. Για να υπάρξει μια σωστή υπηρεσία IPTV στους τελικούς χρήστες, οι πάροχοι IPTV πρέπει να διαθέτουν κατάλληλη IP του δικτύου για να εγγυηθεί ποιότητα QoE σε επίπεδο υπηρεσιών. Μια τοπολογία του δικτύου IPTV μπορεί να χωριστεί σε πέντε μέρη (μπορεί να δει κανείς στο σχήμα 1.3 υποδομή της IPTV):

- Το πρώτο μέρος είναι η επικεφαλίδα του δικτύου. Σε αυτό το μέρος τους διακομιστές στείλετε το περιεχόμενο στους συνδρομητές.

Θα μπορούσε να είναι οι συσκευές που λαμβάνουν, μετασχηματίζουν και διανέμουν το περιεχόμενο.

- Το δίκτυο πυρήνα διανέμει την ροή της εικόνας από την επικεφαλίδα στο δίκτυο διανομής του πάροχου υπηρεσιών.

- Η κατανομή του δικτύου πηγαινει από το τέλος του πυρήνα του δικτύου με το router συγκεντρωσης, όπου το δίκτυο πρόσβασης ξεκινά. Ενδέχεται να υπάρξουν επίσης διακομιστές διανομής βίντεο.

Η κυρία λειτουργία του είναι προς το περιεχόμενο multiplex από διαφορετικές εταιρείες παροχής υπηρεσιών και προσαρμόζει τις μεταφορές συστήματος στα ειδικά χαρακτηριστικά του βρόχου συνδρομητή.

- Το δίκτυο πρόσβασης επιτρέπει στο χρήστη να συνδεθεί με το φορέα παροχής υπηρεσιών και επιτρέπει την πρόσβαση στο περιεχόμενο πολυμέσων. Η πρώτη προϋπόθεση ενός δικτύου πρόσβασης είναι να έχει αρκετό εύρος ζώνης για να υποστηρίξει πολλαπλά κανάλια IPTV για κάθε συνδρομητή, ενώ επιτρέπει και άλλες υπηρεσίες (τηλεφωνία και δεδομένα).

Τέλος, το δίκτυο των πελατών επιτρέπει την επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των υπολογιστών και συσκευών που συνδέονται στο σπίτι με τις υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω των κατοικιών.

Ο φορέας παροχής υπηρεσιών πρέπει να επαληθεύσει ότι οι υπηρεσίες IPTV μπορούν να ικανοποιήσουν τις προσδοκίες των χρηστών.

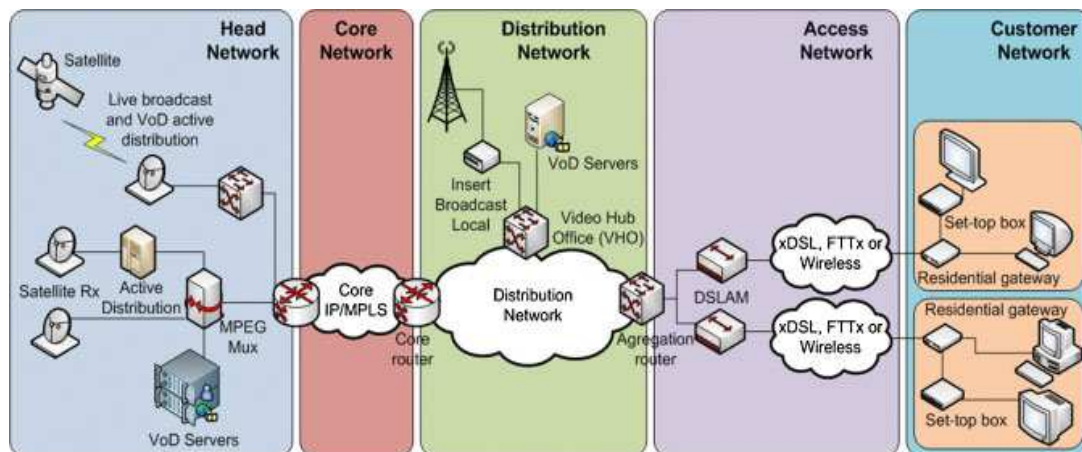
Οι χρήστες δεν θα ανεχθούν διακοπή της υπηρεσίας, κακής ποιότητας εικόνα ή μακρούς χρόνους αλλαγής των καναλιών. Οι τέσσερις κύριες υπεύθυνες των συστημάτων διανομής των υπηρεσιών IPTV είναι το βίντεο κεφαλίδα του δικτύου, του δικτύου IP, το middleware και τις set-top box.

Κάθε ένα από αυτά μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα της εμπειρίας (QoE) με διαφορετικό τρόπο. Σε ένα περιβάλλον υπηρεσιών IPTV, η παρακολούθηση της ποιότητας του video streams πρέπει να διενεργείται σε όλα τα τμήματα του δικτύου.

Είναι μια δύσκολη εργασία, επειδή υπάρχουν αυστηρές απαιτήσεις δικτύου και είναι δύσκολο να απομονωθούν IPTV ζητήματα από άλλες υπηρεσίες.

Η υποβάθμιση του βίντεο θα μπορούσε να επηρεάσει μόνο μια ομάδα πελατών σε ένα συγκεκριμένο τμήμα της αγοράς του δικτύου.

Γενικότερα η ποιότητα εμπειρίας (QOE) είναι η αντιληπτή από τον χρήστη εμπειρία σε σχέση με το τι παρουσιάζεται από μια υπηρεσία επικοινωνίας ή μια ενδιάμεση με τον χρήστη εφαρμογή. Αυτό είναι ιδιαίτερα υποκειμενικό και λαμβάνει υπόψη στους υπολογισμούς πολλούς διαφορετικούς παράγοντες πέρα από την ποιότητα της υπηρεσίας, όπως η τιμολόγηση υπηρεσιών, περιβάλλον παρουσίασης και τα λοιπά. Σε ένα δίκτυο IP, λαμβάνοντας υπόψη την ποικιλομορφία και την πολλαπλότητα του δικτύου, αυτό είναι δυσκολότερο και επομένως κρισιμότερο στην επιτυχία απ'ό,τι σε άλλα δίκτυα.



ΣΧΗΜΑ 1.3

1.9. IPTV παράμετροι QoE μέτρησης

Η παραμετρος QoE μπορεί να μετρηθεί στο επίπεδο μεταφοράς του επιπέδου εφαρμογής του πρωτοκόλλου TCP / IP δίκτυου.

Αν και υπάρχουν πολλές υποκειμενικές παράμετροι που μπορούν να περιληφθούν στο QoE, όπως η διάθεση αναπροσαρμογής του περιεχομένου, ευκολία και διαθεση περιεχομενου, αναπροσαρμογή του περιεχομένου, περιβαλλον εργασιας χρήστη, χρώματων της παλέτας, εργονομία, σχεδίαση πλοήγησης και το εγχειρίδιο του προγράμματος, υπάρχουν δύο κύριες περιοχές όπου η ποιότητα IPTV εμπειριών μπορεί να μετρηθεί αντικειμενικά:

- **Μετρήσεις Zapping:**

Δείχνουν το πόσο γρήγορα οι πελάτες αλλάζουν απο ενα καναλι σε ένα αλλο κανάλι και να επαληθεύει ότι βλέπουν το σωστό. Μια καθυστέρηση του 1sec θεωρείται ως αποδεκτή για αλλαγή καναλιών, και μεταξύ 100 και 200 msec, θεωρείται στιγμιαία

- **Παράμετροι ποιότητας εικόνας και ήχου:**

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που θέτουν σε κίνδυνο τις δυνατότητες ήχου και VQ. Από τη μία πλευρά, υφίσταται η και το υψοζτων συνδρομητών IPTV, τη συμπεριφορά τους και την triple-play σύγκλιση και από την άλλη πλευρά, υπάρχουν οι παράμετροι δικτύου που επηρεάζονται από πολυ σημαντικούς παραγοντες όπως: το εύρος ζώνης, οι απώλειες πακέτων, jitter και τον λανθανοντα χρονο.

Όλοι τους θα πρέπει να ελέγχονται από την κεφαλίδα του δικτύου σε όλους τους καταναλωτες του δικτύου ανεξάρτητα να εξασφαλιστει η ποιότητα (QoE) τους.

Είναι αποδεκτή από τη βιομηχανία για να ελεγχθεί η ποιότητα των βίντεο και ήχου Media Delivery Index (MDI) μέσα από τα στοιχεία του δικτύου σε ένα βίντεο υποδομων διανομής.

MDI ορίζεται στο RFC 4445 και υποστηρίζεται από την ip Video Quality Alliance (IPVQA). Τα κύρια συστατικά της MDI είναι ο συντελεστής καθυστέρησης (DF) και audio video Loose Ratio (MLR).

Είναι με βάση το Jitter και Packet παραμέτροι Απώλειας. Οι MDI παράμετροι είναι ακομα πιο σημαντικοι για να βρουμε την απόδοση του εξοπλισμού δικτύου από την VQM με βάση την κωδικοποίηση και της ιδιότητες συμπίεσης του codec. Για να απομονώσουν την επίδραση των συσκευών του δικτύου του QoE, του μετρικού θα πρέπει να βασίζεται στις μετρήσεις μεταφορας πακετων.

Επειδή MDI δεν βασίζεται με την αποκωδικοποίηση, οι μετρήσεις μπορούν να προσαρμοστούν σε χιλιάδες καταναλωτες.

1.10. IPTV QoE παραμετροποίηση

Η έννοια αυτή (QoE) περιλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος των χαρακτηριστικών λαμβανομένου υπόψη τις παραμέτρους που εμπλέκονται στην IPTV QoE που μπορούν να μετρηθούν, χωρίσαμε το QoE σε δύο μέρη. Αφενός από την μια έχουμε, QoE του δικτύου (QoEN), καθώς και από την άλλη πλευρά, του χρήστη QoE (QoEU).

Για να ορίσετε την παράμετρο QoEN, εξετάσαμε την καθυστέρηση Jitter και είδαμε ότι έχουν παρόμοιες τιμές σε δίκτυα.

Όταν είναι υψηλή, η QoEN παράμετρος θα πρέπει να έχουν χαμηλή τιμή. Από την άλλη πλευρά, οι απώλειες πακέτων είναι πολύ κακές για την QoE, θα μπορούσαν να είναι μηδέν, έτσι ώστε να μην μπορεί να πολλαπλασιάσει άμεσα. Υψηλότερες τιμές απωλειών πακέτων επηρεάζει την τιμή της QoE περισσότερο, εξού και το e-number που μας δίνει την κατάλληλη διατυπωση.

Λαμβανομένης υπόψη τις παραπάνω σκέψεις, η παραμετρος QoEN ορίζεται ως το πρώτο μέρος φαίνεται στην (έκφραση 1).

Για τη μέτρηση της QoEU, έχουμε μελετήσει τις παραμέτρους που μπλέκονται στην εν λόγω έννοια: VQ, ο χρόνος συγχρονισμού μεταξύ ήχου και εικόνας (sync) και το ζάπινγκ χρόνο (ZAP).

Όταν η QoEU είναι υψηλή, η VQ του σήματος IPTV από το χρήστη θα είναι καλύτερη. Για τον εντοπισμό της ποιότητας του βίντεο η καλύτερη λύση θα ήταν η σύγκριση του βίντεο που μεταδίδεται από το δίκτυο βίντεο επικεφαλίδας με το βίντεο που ελήφθη από το χρήστη. Η VQ κυμαίνεται από 2 έως 10, όπου το 2 σημαίνει ότι το βίντεο δεν είναι αντιληπτό και το 10 σημαίνει ότι έχουμε ένα βίντεο με την καλύτερη ποιότητα.

$$QoE=QoEN +QoEU \\ \equiv [k1 \cdot (\text{Delay} + K3 \cdot \text{Jitter}) \cdot e^{\text{PacketLoss}}] + [(k2 \cdot \log_{10} VQ) \cdot \text{zap}] + K4 \cdot \text{sync}]$$

όπου K1 και K2 μονάδες είναι χιλιοστά του δευτερολέπτου (αφήνοντας να είναι η QoE παράμετρος αδιάστατη) K3 προσφέρει ακομη μεγαλύτερη σημασία στην παράμετρο jitter εναντίον της καθυστέρησης. K4 είναι μια σταθερά που δίνει περισσότερη ή λιγότερη σημασία στις sync εναντίον του χρόνου ζάπινγκ. K1 και K2 μπορεί να επιλεγεί μεταξύ 0 έως 1, διότι τόσο QoEN και QoEU βρίσκονται στην ίδια κλίμακα περίπου. Και θα μπορούσε να εκλέγονται 0 - 1, διότι Delay και Jitter έχουν τιμές στην ίδια περιοχή, αλλά K4 κυμαίνεται μεταξύ 0 και 20 επειδή οι τιμές συγχρονισμού είναι της τάξης των εκατοντάδων χιλιοστών του δευτερολέπτου ενώ Zapping οι χρόνοι είναι χαμηλότερο από 10 δευτερόλεπτα, γι 'αυτό θα μας επιτρέψει να τεθούν και οι δύο παράμετροι στην ίδια κλίμακα.

K1, K2, K3 και K4 θα πρέπει να εκλέγονται, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του δικτύου.

1.11. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ QoS

Η βασική μεθοδολογία μέτρησης για το δίκτυο μεταφορών IP είναι το ευρετήριο παράδοσης MEDIA (MDI). Τα MDI χωρίζονται σε δύο μικρά τμήματα Παράγοντας καθυστέρησης (DF) και ποσοστό απώλειας MEDIA (MLR) που και οι δύο που μετριοούνται κατά τη διάρκεια μιας περιόδου δειγμάτων ενός δευτερολέπτου.

Το DF καθορίζει το jitter που εισάγεται μέχρι τον inter-arrival χρόνο μεταξύ των πακέτων. Αυτό δεν πρέπει να εμφανιστεί ως απόλυτη αξία αλλά είναι σχετικά μια μέτρηση σε ένα δεδομένο σημείο στο δίκτυο. Το jitter μπορεί να εισαχθεί σε διαφορετικά σημεία όπως τους κωδικοποιητές, τους πολυπλέκτες, τις μαζικές αναλογικές συσκευές κρυπτοφώνησης, τους κόμβους δικτύων ή άλλες συσκευές. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την αναμενόμενη DF αξία, η οποία μπορεί να καθοριστεί από μια μέτρηση βασικών γραμμών στους ιδανικούς λειτουργούντες όρους. Η τιμή μπορεί να αλλάξει αναλόγως από τον τύπο ρευμάτων: Τα σταθερού ρυθμού δεδομένα (CBR) πρέπει να έχουν έναν σταθερό inter-arrival χρόνο ενώ τα μεταβλητά (VBR) θα έχουν ποικίλε τιμές. Μόλις καθοριστεί μια τιμή βασικών γραμμών, τίθετε μια ώθηση επάνω από αυτήν την τιμή αφού πρώτα προειδοποιείται μέσω ενός συναγερμού.

Το MLR παρέχει τον αριθμό πακέτων TS που χάνονται εντός μιας περιόδου δειγμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με τον έλεγχο των μετρητών συνοχής μέσα στο TS. Εάν ο συρμός δεδομένων περιέχει μια επικεφαλίδα RTP, ο αριθμός ακολουθίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των χαμένων πακέτων χωρίς την ανάγκη να εξεταστεί το ωφέλιμο φορτίο πακέτων IP. Αυτό θα μειώσει τις υπολογιστικές απαιτήσεις και θα επιταχύνει τη διαδικασία ελέγχου.

Ο συνδυασμός του MDI και του ETR 290 παραδίδει μια εξελικτική και οικονομικώς αποδοτική μέθοδο για τα σχετικά με τη μεταφορά ζητήματα. Με το να προκαλέσουν τους συναγερμούς στο επίπεδο IP και TS, αυτοί μπορούν να αθροιστούν και να συσχετιστούν μέσα στο NMS για να παραγάγουν ένα ακριβές εργαλείο υποβολής εκθέσεων μεταξύ των διαφορετικών γεγονότων και η εισαγωγή τους δείχνει μέσα στην υποδομή δικτύων.

1.12. Μέθοδοι βελτίωσης του QoE

Η βελτίωση του QoE (άρα και του QoS αφού μειώνονται οι απώλειες πακέτων και οι καθυστερήσεις) γίνεται με τον κώδικα FEC και με αναμετάδοση. Το DVB έχει ιδιαίτερη εμπειρία στα σχέδια διορθώσεων σφαλμάτων και απόκρυψης για τα διάφορα περιβάλλοντα, έτσι ήταν φυσικό -λαμβάνοντας υπόψη τη δυσκολία της μεταφοράς βίντεο μέσω του DSL - ότι η ειδική ομάδα IPI έπρεπε να εργαστεί σε αυτήν την περιοχή. Ξόδεψαν σημαντικό χρόνο εξετάζοντας όλες τις πτυχές της προστασίας από σφάλματα, συμπεριλαμβανομένων των λεπτομερών προσομοιώσεων των διάφορων σχεδίων διορθώσεων σφάλματος (FEC) και των απαιτήσεων της ποιότητας εμπειρίας (QoE).

Το αποτέλεσμα είναι ένα προαιρετικό πρωτόκολλο τοποθετημένο σε στρώσεις, βασισμένο σε έναν συνδυασμό δύο κωδικών FEC - ένα στρώμα βάσης και ένα ή περισσότερα προαιρετικά στρώματα αυξήσεων. Το στρώμα βάσης είναι ένας απλός βασισμένος σε πακέτο κώδικας ισότητας XOR που βασίζεται στον Mpeg COP3 και το στρώμα αυξήσεων είναι βασισμένο στον κώδικα FEC της ψηφιακής πηγής. Επιτρέπει την ταυτόχρονη υποστήριξη των δύο κωδικών FEC που συνδυάζονται στο δέκτη για να επιτύχουν την απόδοση διορθώσεων σφάλματος καλύτερα από έναν ενιαίο κώδικα μόνο. Το FEC έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε πολλές περιπτώσεις, εντούτοις, μια άλλη τεχνική στην IP μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για επισκευή σφαλμάτων: Αναμετάδοση RTP που αναλύθηκε παραπάνω. Αυτό λειτουργεί μέσω του μετρητή ακολουθίας που είναι σε κάθε επικεφαλίδα RTP που προστίθεται σε κάθε πακέτο IP του τηλεοπτικού συρμού δεδομένων. Το STB μετρά το μετρητή ακολουθίας και εάν βρίσκει ένα ή περισσότερα πακέτα να λείπουν στέλνει ένα μήνυμα στον κεντρικό υπολογιστή αναμετάδοσης που απαντά με τα ελλείποντα πακέτα.

Ας κάνουμε μια παρένθεση εδώ για να αναλύσουμε την αρχιτεκτονική του FEC . Το πλαίσιο FEC περιγράφεται από την άποψη ενός πρόσθετου στρώματος πρωτοκόλλου μεταξύ του στρώματος μεταφορών (π.χ. UDP ή DCCP) και των πρωτοκόλλων εφαρμογής και μεταφορών που τρέχουν πέρα από αυτό το στρώμα μεταφορών. Τα παραδείγματα τέτοιων πρωτοκόλλων είναι RTP, RTCP, κ.λπ. Υπό αυτήν τη μορφή, η διεπαφή μεταξύ του πλαισίου FEC και των κάτω και πάνω στρωμάτων κάλυψης μπορεί να θεωρηθεί ως η ίδια με την πρότυπη διεπαφή στο στρώμα μεταφορών - δηλ. το στοιχείο που ανταλλάσσεται αποτελείται από τα ωφέλιμα φορτία των δεδομενογραμμάτων που το κάθε ένα συνδέεται με μια ενιαία ροή μεταφορών που προσδιορίζεται από το πρότυπο 5-tuple (IP διεύθυνση πηγής, θύρα πηγής, IP διεύθυνση προορισμού, θύρα προορισμού, πρωτόκολλο μεταφορών).

Το σχέδιο FEC παρέχει FEC κωδικοποιήσεις και απο αποκωδικοποιήσεις και περιγράφει τα πεδία και τις διαδικασίες πρωτοκόλλου που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τα στοιχεία ωφέλιμων φορτίων των πακέτων στα πλαίσια του σχεδίου FEC. Η διεπαφή μεταξύ του πλαισίου FEC και ενός σχεδίου FEC, είναι λογική, η οποία υπάρχει για λόγους προδιαγραφών μόνο. Σε έναν κωδικοποιητή, το πλαίσιο FEC περνά τις ομάδες ωφέλιμων φορτίων των πακέτων στο σχέδιο FEC για την κωδικοποίηση FEC.

Το σχέδιο FEC επιστρέφει τα ωφέλιμα φορτία επισκευής, κωδικοποιημένες πληροφορίες ταυτότητας ωφέλιμων φορτίων για κάθε ένα από τα πακέτα επισκευής και σε μερικές περιπτώσεις, κωδικοποιεί τις πληροφορίες ταυτότητας ωφέλιμων φορτίων για κάθε ένα από τα πακέτα πηγής. Σε έναν αποκωδικοποιητή, το πλαίσιο FEC περνά τα ωφέλιμα φορτία (πηγή και επισκευή) στο σχέδιο FEC το οποίο επιστρέφει πρόσθετα ανακτημένα πακέτα πηγής.

Το πλαίσιο FEC δεν καθορίζει πώς οι πληροφορίες διαμόρφωσης πλαισίου για το συρμό διαβιβάζονται από τον πομπό στο δέκτη. Αυτό πρέπει να καθοριστεί από οποιαδήποτε προδιαγραφή πρωτοκόλλου παράδοσης.

Σε αυτήν την αρχιτεκτονική υποθέτουμε ότι η διεπαφή στο στρώμα μεταφορών υποστηρίζει τις έννοιες των ωφέλιμων φορτίων που μεταφέρονται και των ροών μεταφορών στις οποίες εκείνα τα ωφέλιμα φορτία μεταφέρονται. Δεδομένου ότι αυτό είναι μια διεπαφή εσωτερική στην αρχιτεκτονική, δεν προσδιορίζουμε αυτήν την διεπαφή ρητά, εκτός από το να πούμε ότι οι ροές μεταφορών που είναι ευδιάκριτες από την άποψη στρώματος μεταφορών (παραδείγματος χάριν, ευδιάκριτες ροές UDP) είναι επίσης ευδιάκριτες στη διεπαφή μεταξύ του στρώματος μεταφορών και του πλαισίου FEC.

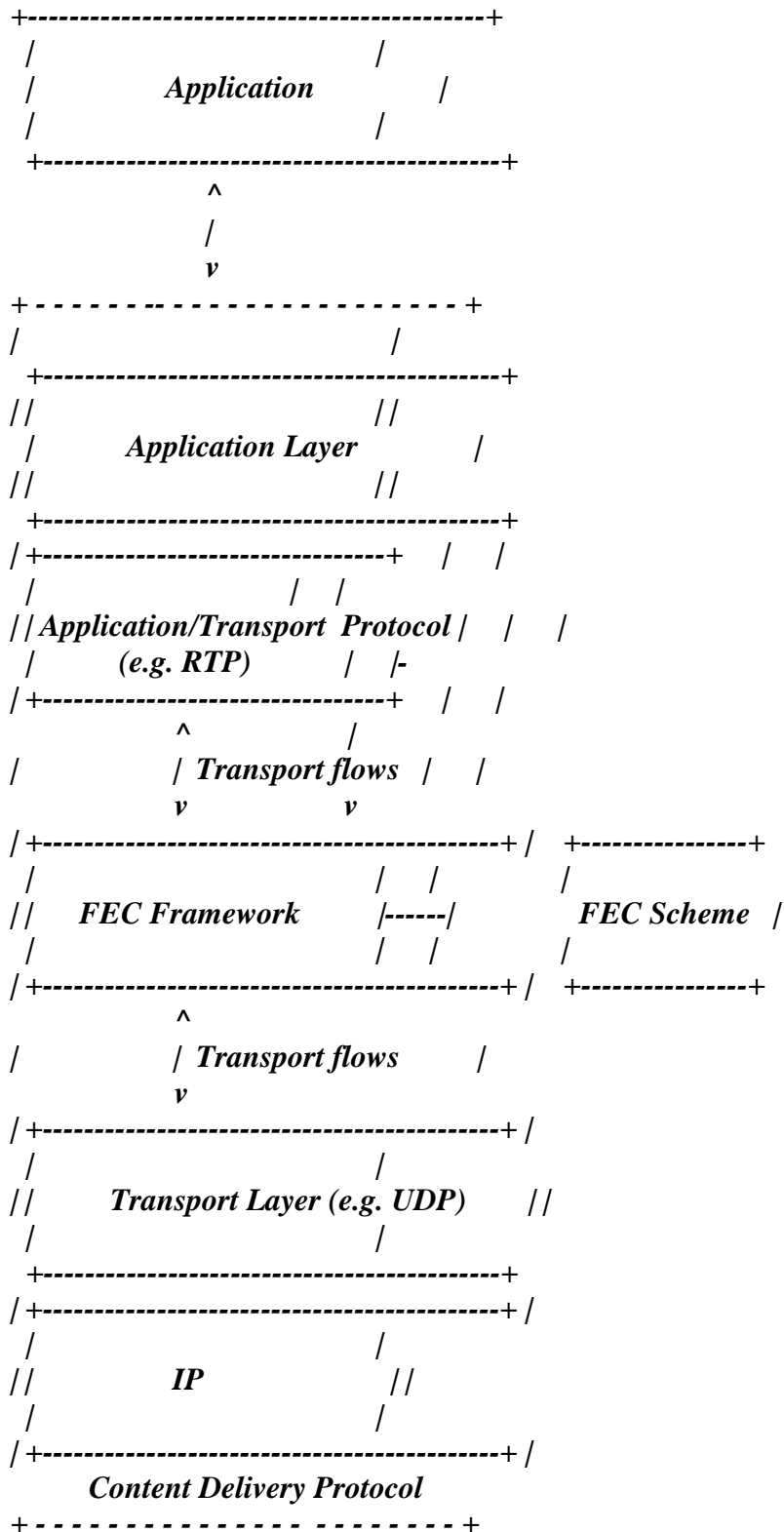
Η αρχιτεκτονική που περιγράφεται ανωτέρω είναι διευκρινισμένη στο σχήμα παρακάτω.

Στον πομπό, το πλαίσιο FEC περνά τα ωφέλιμα φορτία για μια δεδομένη ομάδα δεδομένων στο σχέδιο FEC για την κωδικοποίηση FEC. Το σχέδιο FEC εκτελεί τη λειτουργία κωδικοποίησης FEC και επιστρέφει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Το προαιρετικά, κωδικοποιημένο ωφέλιμο φορτίο FEC για κάθε ένα από τα ωφέλιμα φορτία πηγής.
- Ένα ή περισσότερα ωφέλιμα φορτία πακέτων επισκευής.
- Κωδικοποιημένο ωφέλιμο φορτίο FEC ID για κάθε ένα από τα ωφέλιμα φορτία πακέτων επισκευής

Το πλαίσιο FEC εκτελεί έπειτα δύο διαδικασίες: Αρχικά, επισυνάπτει το ωφέλιμο φορτίο FEC ID, εάν παρέχεται, σε κάθε ένα από τα ωφέλιμα φορτία πηγής, και στέλνει τα προκύπτοντα πακέτα, γνωστά ως "πακέτα πηγής FEC", στο δέκτη και αφετέρου τοποθετεί κατάλληλα τα παρεχόμενα "ωφέλιμα φορτία πακέτων επισκευής FEC" και το αντίστοιχο "ωφέλιμο φορτίο επισκευής FEC", στα πακέτα επισκευής FEC και τα στέλνει στο δέκτη. Σημειώστε ότι τα πακέτα επισκευής FEC στέλνονται σε μια διαφορετική ομάδα πολλαπλής διανομής ή στις ομάδες πακέτων πηγής. Στο δέκτη, τα αρχικά ωφέλιμα φορτία πηγής ανακτώνται από το πλαίσιο FEC άμεσα από οποιαδήποτε πακέτα πηγής, που παραλαμβάνονται απλά με την αφαίρεση της ταυτότητας ωφέλιμων φορτίων πηγής. Ο δέκτης περνά επίσης το περιεχόμενο των λαμβανόμενων ωφέλιμων φορτίων πηγής, συν το ωφέλιμο φορτίο τους στο σχέδιο FEC για την πιθανή αποκωδικοποίηση.

Εάν οποιαδήποτε ωφέλιμα φορτία πηγής σχετικά με μια δεδομένη ομάδα δεδομένων πηγής έχουν χαθεί, το σχέδιο FEC μπορεί να εκτελέσει την αποκωδικοποίηση FEC για να ανακτήσει τα ελλείποντα ωφέλιμα φορτία πηγής. (βλεπε σχημα Αρχιτεκτονική FEC (Σχήμα 1.4))



ΣXHMA 1.4

1.13. Χαρακτηριστικά τηλεόρασης internet

- Η τηλεόραση διαδικτύου, είναι αρκετά διαφορετική από την άποψη του προτύπου για τον καταναλωτή, τον εκδότη και για την υποδομή που χρησιμοποιείται.
- Το πρότυπο είναι ανοικτό σε οποιοδήποτε κάτοχο δικαιωμάτων, δεδομένου ότι είναι βασισμένο στο ίδιο πρότυπο έκδοσης που υπάρχει στον Ιστό: καθένας μπορεί να δημιουργήσει ένα end-point και να το δημοσιεύσει σε παγκόσμια βάση.
- Η τηλεόραση διαδικτύου είναι ανοικτή σε οποιοδήποτε κάτοχο δικαιωμάτων ασχέτως εάν αυτό είναι ένα άτομο που δημιουργεί ένα βίντεο για ένα πολύ μικρό ακροατήριο ή έναν παραδοσιακό εκδότη που προσφέρει τα γραμμικά καλωδιακά κανάλια.
- Η τηλεόραση διαδικτύου έχει ένα άμεσο κανάλι επικοινωνίας με τον καταναλωτή. Ο εκδότης είναι σε θέση να φτάσει άμεσα στους καταναλωτές μέσω ενός μεγάλου αριθμού συσκευών. Η τηλεόραση διαδικτύου είναι στην πραγματικότητα μια προσέγγιση που προσπαθεί να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ανεξάρτητη συσκευών. Χάρη στα ανοιχτά πρότυπα που έχουν βοηθήσει να δημιουργήσουν αυτήν την ευκαιρία, η τηλεόραση διαδικτύου θέλει να είναι ακριβώς όπως είναι ο Ιστός σήμερα. Προσιτός από οποιοδήποτε τύπο υπολογιστή και σύνδεση σε όλο τον κόσμο.
- Η τηλεόραση Διαδικτύου θα ενσωματωθεί βαθιά στην υπάρχουσα εμπειρία χρηστών του Ίντερνετ και στους μηχανισμούς που οι χρήστες χρησιμοποιούν στις υπηρεσίες πρόσβασης και στο κοντινό μέλλον αναμένεται να συγχωνευθεί με τον κόσμο των υπηρεσιών βίντεο και τηλεόρασης.
- Η τηλεόραση διαδικτύου χρησιμοποιεί ένα παγκόσμιο επιχειρησιακό πρότυπο προσιτότητας, όπου οι υπηρεσίες βίντεο και τηλεόρασης που προσφέρονται από μια γεωγραφική περιοχή μπορούν να προσεγγιστούν από οποιαδήποτε άλλη περιοχή.
- Η τηλεόραση Διαδικτύου υπόσχεται την πρόσβαση σε πολλά νέα προϊόντα.

IPTV

Ελεγχόμενο δίκτυο
Διαθέσιμο σε τηλεόραση
Εγγύηση ποιότητας υπηρεσίας
Κανάλια μετάδοσης
VoD
EPG (Οδηγός προγράμματος)
Pay TV
Κλειστό δίκτυο

Internet TV

Δημόσιο διαδίκτυο
Διαθέσιμο σε υπολογιστή
QoS με καλύτερη προσπάθεια
Συνεχής ροή (stream)
"Κατέβασμα" video
Ιστοσελίδες
Δωρεάν
Ανοιχτό δίκτυο

2.1. Ασύρματη IPTV (wireless iptv)

Το Ασύρματο IPTV στοχεύει να καταστήσει το παραδοσιακό IPTV και τις σχετικές υπηρεσίες διαθέσιμα στους χρήστες οπουδήποτε, οποτεδήποτε, σε οποιαδήποτε συσκευή, και μέσω οποιουδήποτε δικτύου . Αυτός ο στόχος απαιτεί προηγμένη τεχνολογία όπου τα δίκτυα, οι υπηρεσίες, και το περιεχόμενο να είναι ιδιαίτερα ευπροσάρμοστα, και έτσι, ικανά να ανταποκριθούν στις ανάγκες των καταναλωτών

στις διαφορετικές καταστάσεις χρήσης, τις προτιμήσεις του χρήστη και τους περιορισμούς στις ικανότητες των κινητών συσκευών και των δικτύων. Έναντι στο σταθερό περιβάλλον δικτύων, αυτή η στοιχειώδης εργασία είναι ιδιαίτερα δύσκολη στα ασύρματα δίκτυα λόγω του επιρρεπούς σε λάθη καναλιού. Επιπλέον, δεν υπάρχει συνήθως καμία εγγύηση QoS διαθέσιμη στα -αυτήν την περιοδο-χρησιμοποιημένα δίκτυα IP, τα οποία μπορούν προκαλέσουν μεγάλες διαφορές στην ικανότητα μετάδοσης του δικτύου. Στα σταθερά δίκτυα αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί, αλλά στα ασύρματα δίκτυα αυτό δεν είναι δυνατό.

Επίσης η κινητικότητα των τερματικών έχει επιπτώσεις στη σύνδεση, ειδικά εάν περιλαμβάνει τη μετατροπή από μια τεχνολογία δικτύων σε άλλη (π.χ. 3G σε 2G ή WLAN σε 3G) ή μεταξύ δικτύων που ανήκουν σε διαφορετικές διοικητικές δικτυακές γειτονιές.

Τα βασικά συστατικά για την προσαρμοστική μετάδοση μέσω ασύρματων δικτύων είναι ο κωδικοποιητής πηγής, μια μονάδα μετάδοσης, ένας μηχανισμός δικτύων μεταφορών, έλεγχος δικτύων, ο χρήστης και μια ανατροφοδότηση ή κανάλι ελέγχου. Ο μηχανισμός ελέγχου δικτύων παρέχει τις πληροφορίες ελέγχου για τις συνθήκες δικτύων με τη συλλογή των απ' άκρο-σ' άκρο στατιστικών σύνδεσης.

Γενικά, ο μηχανισμός ελέγχου χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο ελέγχου στρώματος εφαρμογής όπως το RTCP ή ένα πρωτόκολλο ελέγχου στρώματος μεταφορών όπως το TCP. Ο μηχανισμός ελέγχου μπορεί επίσης να εκμεταλλευτεί τις πληροφορίες από άλλα στρώματα, π.χ. δίκτυο ή φυσικό στρώμα. Με βάση αυτές τις πληροφορίες ο κωδικοποιητής πηγής ή η μονάδα μετάδοσης ρυθμίζει το ποσοστό δεδομένων πηγής.

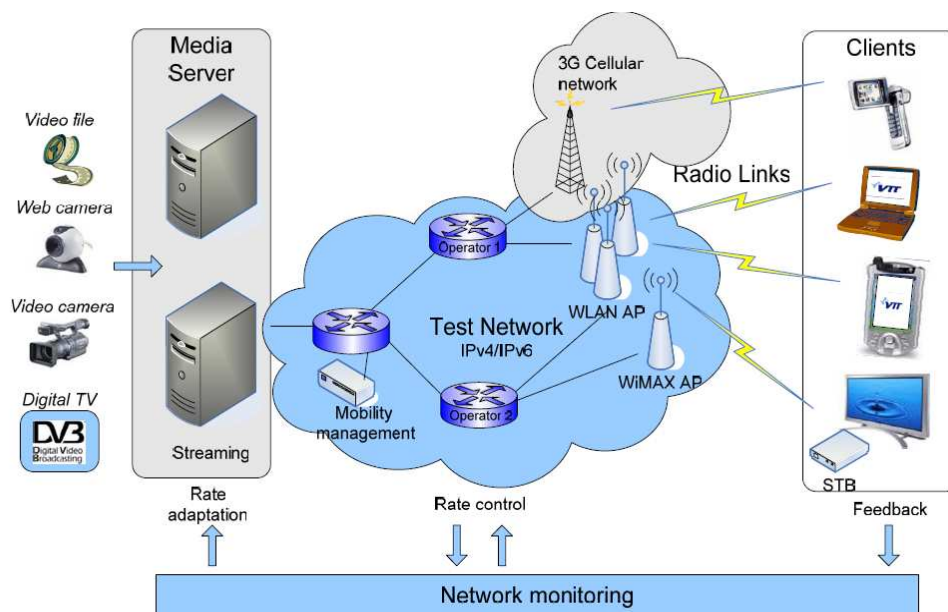
Προκειμένου να αναπτυχθούν οι προαναφερθέντες μηχανισμοί και οι υπηρεσίες σε ένα συγκλίνον περιβάλλον δικτύων, χρειαζόμαστε μια πλατφόρμα που να αντιστοιχεί στα χαρακτηριστικά των πραγματικών δικτύων και επιτρέπει σε μας να εξετάσουμε τα πραγματικά σενάρια χωρίς απώλεια της δυνατότητας να ελεγχθεί και να παρατηρηθεί το δίκτυο. Αν και μεγάλο μέρος της ανάπτυξης χρησιμοποιεί μόνο τα μιμούμενα περιβάλλοντα δικτύων, μια πλατφόρμα που περιέχει τα ρεαλιστικά και ελεγχόμενα δίκτυα δοκιμής απαιτείται προκειμένου να εξεταστούν και να αναπτυχθούν οι νέες εφαρμογές, οι αλγόριθμοι και τα πρωτόκολλα.

Σε αυτή την παράγραφο, περιγράφουμε μια ανοικτή ασύρματη πλατφόρμα ανάπτυξης που παρέχει ένα οικονομικώς αποδοτικό και ρεαλιστικό περιβάλλον για τη δοκιμή και την ανάπτυξη του φάσματος των τηλεοπτικών τεχνολογιών μετάδοσης. Η πλατφόρμα καθιστά πιθανή την ενσωμάτωση των νέων υπηρεσιών και εφαρμογών όπως η IPTV.

Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να εξεταστούν και να επικυρωθούν σε ένα ρεαλιστικό και ελεγχόμενο δίκτυο που υποστηρίζει τον έλεγχο QoS, IPv6, κινητικότητας και δικτύων. Επιπλέον η πλατφόρμα υποστηρίζει διάφορες κινητές συσκευές και χρήστες.

2.2. Αρχιτεκτονική πλατφόρμας

Η ασύρματη πλατφόρμα ανάπτυξης IPTV που παρουσιάζεται στο σχήμα παρακάτω αποτελείται από έναν κεντρικό υπολογιστή μέσω, ένα εργαλείο δικτύων δοκιμής, έλεγχο δικτύων, τους διοικητικούς μηχανισμούς κινητικότητας, και τους τηλεοπτικούς χρήστες για τις διαφορετικές συσκευές. Αντί της ύπαρξης μια στατικής δομής, νέες τεχνολογίες όπως οι εφαρμογές, τα codecs, και τα πρωτόκολλα μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα στην πλατφόρμα όπως φαίνεται στο(σχήμα 2.5 πλατφόρμα wireless IPTV)



ΣΧΗΜΑ 2.5

2.3. Αξιοπιστία των συσκευών της IPTV

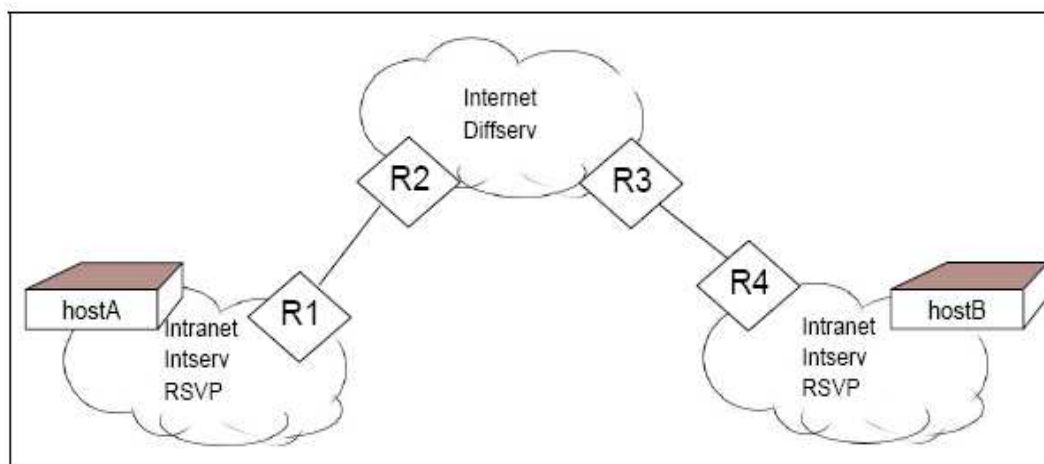
Μεταξύ των συστατικών στην αλυσίδα παράδοσης ψηφιακής τηλεόρασης (συσκευή συλλογής δεδομένων, ο κωδικοποιητής, το δίκτυο διανομής IP, ο δέκτης/αναπαγωγή (Playout), δύο από αυτά (συσκευή συλλογής δεδομένων και ο κωδικοποιητής) είναι σταθερά και έχουν αποδείξει την αξία τους στην αγορά με το πέρασμα των ετών και τη συνεχή χρήση τους καθημερινά από τις βιομηχανίες ψηφιακής μετάδοσης. Οι δύο παραπάνω συσκευές είναι γνωστές για την ποιότητα τους και για τον λόγο αυτό δεν μπορούν να θεωρηθούν ως η μεγαλύτερη πηγή του προβλήματος της ποιότητας υπηρεσίας.

Περισσότερο προβληματική είναι η παράδοση IP και το μέρος του δέκτη, δεδομένου ότι η βιομηχανία IPTV είναι μια νέα βιομηχανία που μόλις τώρα αρχίζει να αποδεικνύει ότι είναι σε θέση να παραδίδει υψηλής ποιότητας μεταδόσεις στους IP-δέκτες.

Ο δέκτης και το Playout είναι ο νούμερο ένα λόγος της κακής ποιότητας που γίνεται αντιληπτή από το θεατή. Είναι επομένως σημαντικό να εξεταστεί πόσοι δέκτες επηρεάστηκαν από την κακή ποιότητα προκειμένου να δοθεί προτεραιότητα στις διαδικασίες αποκατάστασης.

Οι δέκτες που χρησιμοποιούν την αποκωδικοποίηση υλικού είναι μια μικρότερη πηγή προβλήματος, δεδομένου ότι η εντατική λειτουργία αποκωδικοποίησης συμβαίνει στα αφιερωμένα τσιπ.

Οι δέκτες που χρησιμοποιούν την αποκωδικοποίηση λογισμικού παρέχουν μια πηγή αποτυχίας, αφού οι πόροι που αφιερώνονται στην τηλεοπτική υποδοχή, στην αποκωδικοποίηση, και στο playout μοιράζονται με άλλες διαδικασίες που τρέχουν στην ίδια μηχανή. Το παρακάτω(σχήμα 2.6) παρουσιάζει τα περιληφθέντα συστατικά για ένα PC:



ΣΧΗΜΑ 2.6

Για τους δέκτες αποκωδικοποίησης λογισμικού είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι η ισχυρότερη συμπίεση του βίντεο απαιτεί περισσότερη ΚΜΕ και μεγαλύτερη μονάδα προσωρινής αποθήκευσης για την αποκωδικοποίηση.

Η ισχυρή αποκωδικοποίηση επομένως επηρεάζει την καθυστέρηση και αυξάνει την ευπάθεια σε άλλες ιδιαίτερα εντατικές διαδικασίες στην ίδια μηχανή που μπορεί να καθυστερήσει τα πλαίσια για το playout και να οδηγήσει τελικά στην απώλεια του πλαισίου (στο βίντεο πραγματικού χρόνου) προκαλώντας την ορατή υποβάθμιση της ποιότητας.

Το ίδιο πράγμα συμβαίνει και για μεγαλύτερο τηλεοπτικό μέγεθος (χωρικό): το βίντεο υψηλής ανάλυσης (περισσότερα εικονοκύτταρα) απαιτεί περισσότερη επεξεργασία και μπορεί ευκολότερα να προκαλέσει δυσχέρειες στους πόρους του δέκτη με συνέπεια την απώλεια ποιότητας.

Επίσης, το ίδιο ισχύει για ένα μεγαλύτερο χρονικό τηλεοπτικό μέγεθος: Το υψηλής ευκρίνειας βίντεο (περισσότερα πλαίσια SEC) απαιτεί περισσότερη επεξεργασία, υψηλότερο εύρος ζώνης από τα συστατικά και μπορεί με μεγαλύτερη ευκολία να προκαλέσει δυσχέρειες στο δέκτη.

Η απώλεια πλαισίων πριν από το playout (αναπαραγωγή) μπορεί επίσης να προκληθεί από την απώλεια πακέτων IP προτού τα πακέτα φτάσουν στην μονάδα προσωρινής αποθήκευσης του δέκτη. Σε αυτήν την περίπτωση, η απώλεια προκαλείται στην πλειοψηφία των περιπτώσεων από το δίκτυο που χάνει τα πακέτα IP. Η άλλη αιτία της απώλειας πακέτων στο δέκτη μπορεί να είναι η ίδια η διεπαφή δικτύων-δεκτών. Η αντιληπτή ποιοτική υποβάθμιση του δέκτη αποκωδικοποίησης από την απώλεια πακέτων εξαρτάται κυρίως από τη δυνατότητα του αποκωδικοποιητή να διαχειριστεί τις χαμένες πληροφορίες. Μερικοί αποκωδικοποιητές είναι σε θέση να υποβιβάσουν σε μικρό βαθμό την τηλεοπτική ποιότητα, η οποία γίνεται αντιληπτή γενικά από τους θεατές από τις απότομες διακοπές λειτουργίας. Το Codec που χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακά για να διαβιβάσει τηλεόραση μέσω του διαδικτύου είναι προσαρμοσμένο ώστε να μπορεί να διαχειριστεί την απώλεια πακέτων μέσω της μικρής υποβάθμισης είναι το Mpeg-2.

2.4. Δίκτυο διανομής IP

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από τους δρομολογητές και τους διακόπτες που διαβιβάζουν και καθοδηγούν τα πακέτα IP από τους διάφορους αποστολείς στους διάφορους δέκτες, και μεταξύ των άλλων στέλνοντας επίσης τα πακέτα IP με το βίντεο από το κωδικοποιητή αποστολής στους δέκτες μετάδοσης.

Μέσα στους κόμβους δικτύων (δρομολογητής/διακόπτης) τα πακέτα μπορούν να καθυστερήσουν ή να χαθούν. Ένα IP δίκτυο γενικά δεν δίνει οποιαδήποτε εγγύηση (i) στην άφιξη πακέτων (ii) διπλασιασμό, ή (iii) καθυστέρηση της παράδοσης πακέτων.

Ενώ ο διπλασιασμός των πακέτων στα δίκτυα IP είναι ανήκει στο παρελθόν, η καθυστέρηση και η απώλεια πακέτων IP μπορούν να προκαλέσουν την απώλεια ποιότητας στους δέκτες.

Πολλάκις στο πλαίσιο των τηλεοπτικών δικτύων αναφέρεται η καθυστέρηση jitter, η οποία είναι η παραλλαγή της καθυστέρησης μεταξύ των επόμενων πακέτων από έναν μεγάλο αριθμό σταλμένων πακέτων. Σε IPTV το jitter μπορεί ακόμα και να παραμεληθεί, δεδομένου ότι τα μεγέθη απομονωτών (buffer) στους δέκτες IPTV είναι μεγάλα έναντι των σχετικά μικρών διαφορών στους χρόνους άφιξης πακέτων - ο απομονωτής στο δέκτη αποβάλλει αποτελεσματικά το jitter. Επομένως, η κύρια πηγή ποιοτικής απώλειας για τους θεατές είναι η απ'άκρο σ'άκρο καθυστέρηση των πακέτων και η απώλεια πακέτων από το δίκτυο.

Ο κυριότερος λόγος για την απώλεια πακέτων στα δίκτυα IP είναι η υπερχείλιση των απομονωτών στους κόμβους δικτύων στην εξερχόμενη διεπαφή. Εάν η συνολική κυκλοφορία IP από τις εισερχόμενες διεπαφές στην εξερχόμενη διεπαφή είναι πάρα πολύ υψηλή, οι απομονωτές από την εξερχόμενη διεπαφή θα γεμίσουν και επομένως ο απομονωτής θα είναι πλήρης και τα νέα πακέτα θα χαθούν, προκαλώντας την απώλεια πακέτων μέσα στο δίκτυο. Αυτός είναι όπως προαναφέρθηκε ο τυποποιημένος τρόπος λειτουργίας σε ένα δίκτυο IP.

2.5. Συμπεράσματα για τις αιτίες κακής ποιότητας

Είναι τελικά σημαντικό να υπάρξει η δυνατότητα να αντιμετωπιστούν με αξιώσεις τα αιτία του προβλήματος της κακής ποιότητας. Όλα τα παραπάνω δείχνουν ο δέκτης, και το δίκτυο διανομής IP είναι οι δύο κύριοι λόγοι της τηλεοπτικής ποιοτικής απώλειας στους δέκτες. Για τους δέκτες αποκωδικοποίησης λογισμικού το πρόβλημα των ανεπαρκών πόρων ή οι ιδιαίτερα απαιτητικές παράλληλες διαδικασίες είναι κύρια αιτία της απώλειας τηλεοπτικής ποιότητας.

Για αυτήν την περίπτωση, προτείνεται ο καθορισμός ενός ελάχιστου απαραίτητου υλικού και η προσαρμογή της τηλεοπτικής κωδικοποίησης ώστε να ταιριάζει με το υλικό για την υψηλή τηλεοπτική ποιότητα.

Για την απώλεια πακέτων μέσα στο δίκτυο διανομής IP, στη χειρότερη περίπτωση όλοι οι θεατές χάνουν την τηλεοπτική ποιότητα αλλά μόνο μερικοί δέκτες επηρεάζονται. Προκειμένου να επιλυθούν τα προβλήματα της απώλειας πρέπει να ανιχνευτεί γρήγορα η πρώτη απώλεια, και το ζήτημα να επιλυθεί.

Λόγω της διανεμημένης φύσης και του πιθανού μεγέθους ενός δικτύου IPTV που ελέγχει τις ενιαίες περιοχές χωριστά έχουμε ένα πολύ ακριβό δίκτυο. Ίδανικά, ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα παρέχει σε πραγματικό χρόνο ειδοποιήσεις και πληροφορίες στο χειριστή IPTV για την περίπτωση της απώλειας πακέτων - πριν από τις πρώτες κλήσεις θεατών για παράπονα λόγω κακής ποιότητας.

2.6. IPTV μέσω WiMAX

Το WiMAX όλο και περισσότερο χρησιμοποιείται για να παρέχει την ευρυζωνική σύνδεση διαδικτύου σε αγροτικές περιοχές όπου δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες όπως το DSL ή τα καλωδιακά modem.

Έχει χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα ανάπτυξης IPTV προκειμένου να καταδειχθεί η χρήση των υπηρεσιών IPTV στις συνδεδεμένες οικογένειες WiMAX. Το μέγιστο bit rate είναι 10 Mbps ανά τομέα που παρέχεται από το IEEE 802.16d WiMAX στο εύρος ζώνης 3,5 MHz και είναι αρκετό για τη ροή ενός μικρού αριθμού τηλεοπτικών καναλιών αλλά δεν είναι κατάλληλο για την ευρύτερη χρήση. Εντούτοις, η ερχόμενη κινητή έκδοση WiMAX (IEEE 802.16e) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παροχή των υπηρεσιών IPTV στις κινητές συσκευές με τη χρησιμοποίηση ενός χαμηλότερου bit rate

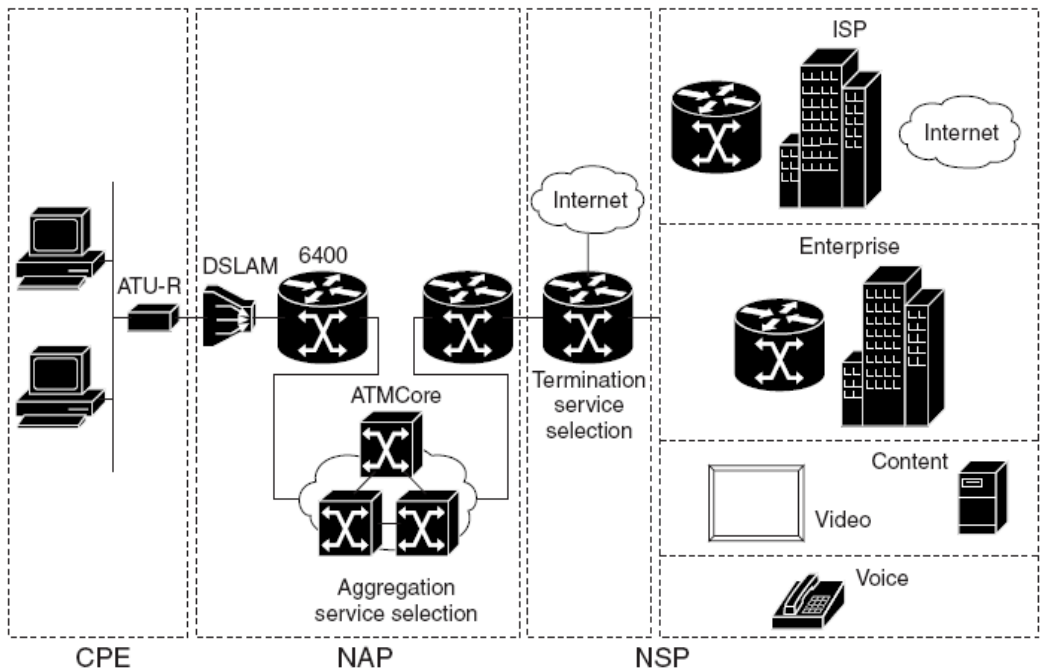
2.7. IPTV μέσω WiFi

WI-FI -- προκειμένου να βοηθήσουν να μειωθούν τα OPEX, οι φορείς παροχής υπηρεσιών χρειάζονται απλά εργαλεία που μπορούν να ελέγξουν και να ανιχνεύσουν λάθη στην τηλεοπτική ποιότητα κατά τη διάρκεια των δοκιμών και της εγκατάστασης καθώς επίσης και να προσφέρουν ανίχνευση λαθών στις θέσεις πελατών. Μια νέα διεπαφή WI-FI επιτρέπει στους προμηθευτές να κερδίσουν αμέσως τη διαφάνεια στην ποιότητα υπηρεσιών καθώς οι τηλεοπτικοί συρμοί IP ρέουν σε όλες τις θέσεις πελατών μέσω των 802.11 των δικτύων.

2.8. Αρχιτεκτονική DSL

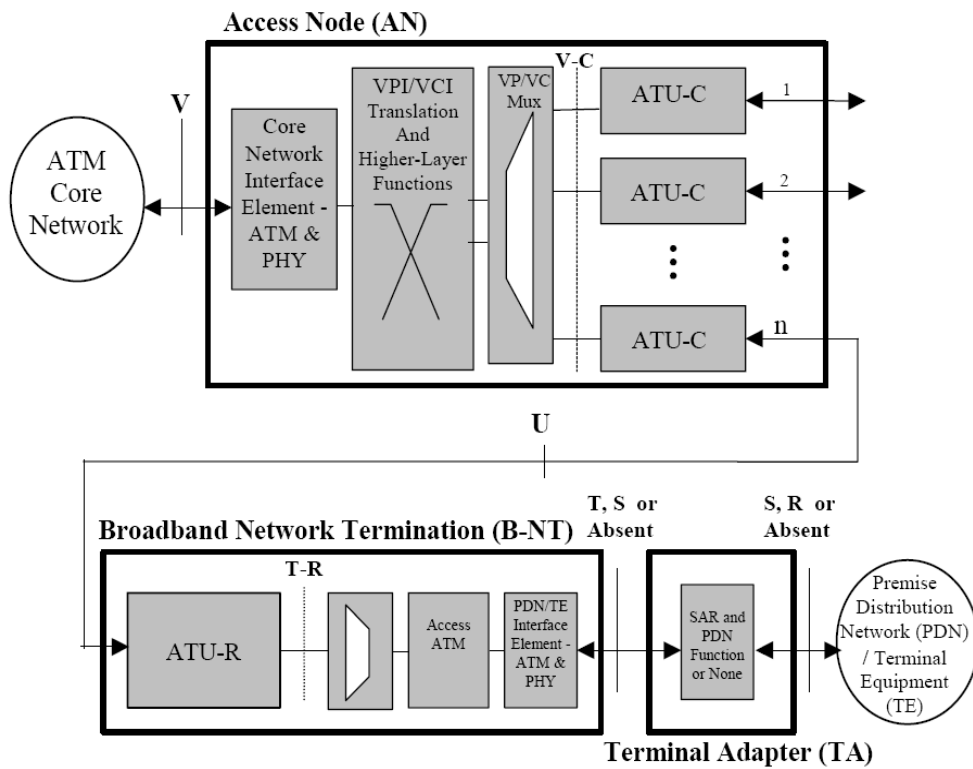
Αυτό το κεφάλαιο παρέχει μια συνοπτική επισκόπηση των διαθέσιμων προαιρετικών δυνατοτήτων αρχιτεκτονικής ασυμμετρικών DSL (ADSL) . Μια χαρακτηριστική αρχιτεκτονική υπηρεσιών DSL παρουσιάζεται στο σχήμα παρακάτω. Στην αρχιτεκτονική που διευκρινίζεται, το δίκτυο αποτελείται από τον εξοπλισμό πελατών (CBE), τον προμηθευτή πρόσβασης στο δίκτυο (NAP) και το φορέα παροχής υπηρεσιών δικτύων (NSP).

Η CBE αναφέρεται στους τερματικούς σταθμούς τελικών χρηστών (όπως ένα PC) μαζί με έναν ADSL αποδιαμορφωτή ή μονάδα απόληξης DSL(ATU-R). Το NAP παρέχει τη λήξη γραμμών ADSL με τη χρησιμοποίηση των πολυπλεκτών πρόσβασης DSL (DSLAM). Το DSLAM προωθεί την κίνηση στον τοπικό συμπυκνωτή πρόσβασης, ο οποίος χρησιμοποιείται από το από σημείο σε σημείο πρωτόκολλο (PPP) για την λήξη του στρώματος 3 . Από το στρώμα 2 του συμπυκνωτή πρόσβασης πρωτοκόλλου (LAC), οι υπηρεσίες επεκτείνονται μέσω του πυρήνα του ATM NSP.(βλεπε σχημα 2.7)



ΣΧΗΜΑ 2.7

Στο παρακάτω(σχημα 2.8) βλέπουμε το μοντέλο αναφοράς του DSL.



ΣΧΗΜΑ 2.8

Όπου:

- **Broadband Network Termination (B-NT):** Αυτή η λειτουργική ομάδα δεδομένων εκτελεί τις λειτουργίες της λήξης του ADSL σήματος που μπαίνει στις εγκαταστάσεις του χρήστη μέσω του στριμμένου ζευγαριού καλωδίου και που παρέχει είτε τη διεπαφή T, S, είτε την R προς το δίκτυο διανομής εγκαταστάσεων (PDN) είτε τον τερματικό εξοπλισμό (TE). Μια τέτοια διεπαφή μπορεί να είναι απύσα στην περίπτωση της ολοκλήρωσης αυτής της λειτουργικής ομάδας δεδομένων με το PDN/ TE.

- **Διεπαφή V:** Αυτή διεπαφή συνδέει τον κόμβο κεντρικών δικτύων και πρόσβασης. Μέσα στον κόμβο πρόσβασης, μια λογική διεπαφή αποκαλούμενη VC, συνδέει τις μεμονωμένες λειτουργίες ATU-G με τις αντίστοιχες λειτουργίες στρώματος του ATM.

- **Διεπαφή U:** Συνδέει το μεμονωμένο ATU-R στο απομακρυσμένο B-NT με το αντίστοιχο ATU-C στον κόμβο πρόσβασης.

- **Διεπαφή T ή S:** Διασυνδέει, την ομάδα λήξης δικτύων με το δίκτυο διανομής εγκαταστάσεων (PDN) ή τον τερματικό εξοπλισμό (TE). Μέσα στη λήξη δικτύων, μια λογική διεπαφή αποκαλούμενη TR, όπως καθορίζεται στις ADSL PHY συστάσεις, συνδέει τη λειτουργία ATU-R με τη λειτουργία στρώματος του ATM.

- **Διεπαφή S ή R:** Διασυνδέει, την τελική ομάδα προσαρμοστών με το δίκτυο διανομής εγκαταστάσεων μη-ATM (PDN) ή τον τερματικό εξοπλισμό (TE).

- **ATU-C :** Μονάδα μεταφοράς, πλευρά CO

- **ATU-R:** Μονάδα μεταφοράς, πλευρά Remote

- **CO:** Τηλεφωνικό κέντρο

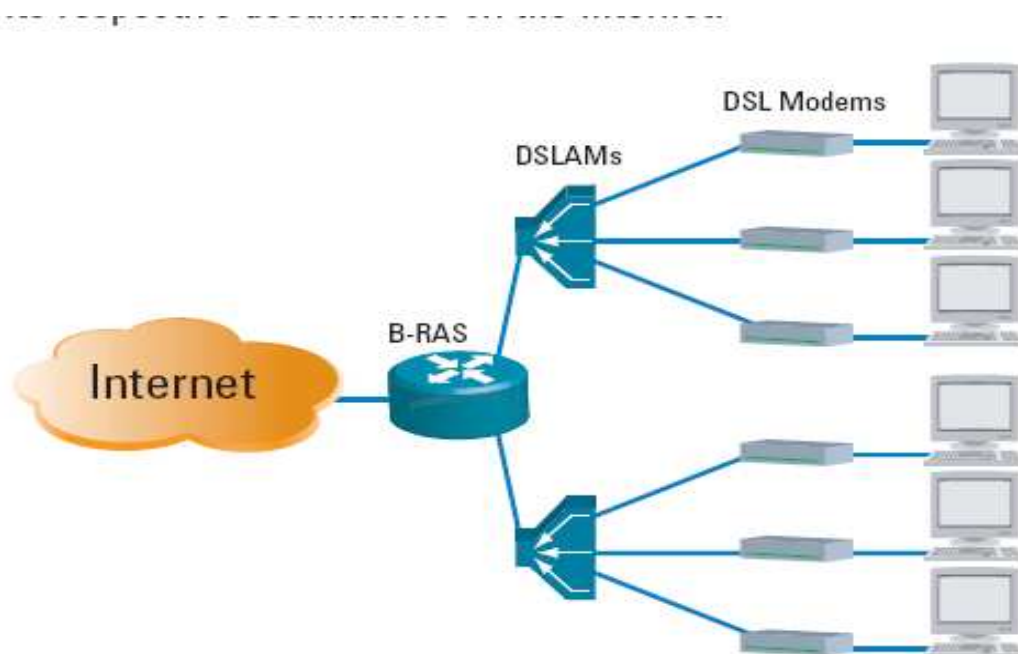
2.9. DSLAM

Όταν το ψηφιακό στοιχείο στέλνεται από τις εγκαταστάσεις ενός DSL συνδρομητή, ταξιδεύει από τον υπολογιστή ή το δίκτυο του συνδρομητή μέσω ενός αποδιαμορφωτή DSL και προς το άλλο τέλος της γραμμής στο κεντρικό γραφείο (CO) της τηλεφωνικής επιχείρησης. Στο τέλος της γραμμής (τοπικός βρόγχος) το στοιχείο παραλαμβάνεται από τον ψηφιακό πολυπλέκτη πρόσβασης γραμμών συνδρομητών (DSLAM). Το DSLAM αθροίζει τους συρμούς ψηφιακών στοιχείων που προέρχονται από διάφορους συνδρομητές επάνω σε ένα ενιαίο μεγάλης χωρητικότητας uplink στο φορέα παροχής υπηρεσιών διαδικτύου.

Στο ISP το αθροισμένο στοιχείο από τους πολλούς συνδρομητές υποβάλλεται σε επεξεργασία από τον ευρυζωνικό κεντρικό υπολογιστή πρόσβασης εξ' αποστάσεως

(B-RAS) που επικυρώνει τα πιστοποιητικά του συνδρομητή, επικυρώνει τις πολιτικές πρόσβασης χρηστών και καθοδηγεί τα στοιχεία στους αντίστοιχους προορισμούς τους στο διαδίκτυο.

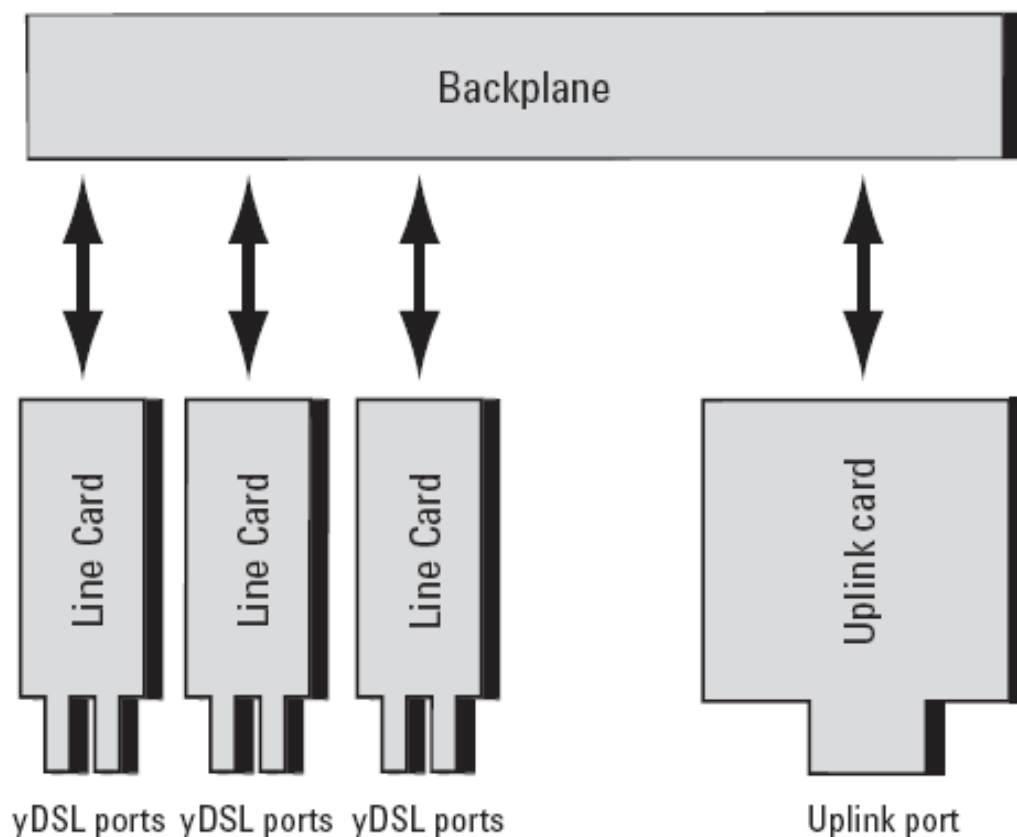
Με λίγα λόγια ο ψηφιακός πολυπλέκτης πρόσβασης γραμμών συνδρομητών ή DSLAM είναι ο εξοπλισμός που επιτρέπει πραγματικά στο DSL να πραγματοποιηθεί. Το DSLAM χειρίζεται τους συρμούς μεγάλων ψηφιακών δεδομένων που προέρχονται από τους αποδιαμορφωτές DSL των πολυάριθμων συνδρομητών και τα αθροίζουν σε ένα ενιαίο μεγάλης χωρητικότητας uplink - ATM ή Gigabit Ethernet στο φορέα παροχής υπηρεσιών Διαδικτύου. Το μόνο που βλέπει το DSLAM είναι ATM κελιά στην U διεπαφή.



ΣΧΗΜΑ 2.9

2.10. Αρχιτεκτονική DSLAM

Η υψηλού επιπέδου προοπτική ATM DSLAM, το Ethernet, η αρχιτεκτονική DSLAMs και IP- DSLAMs περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά διάφορες κάρτες γραμμών xDSL που ολοκληρώνουν τους τοπικούς βρόγχους συνδρομητών και ένα ή περισσότερα ATM Oc- 3/12/48 ή uplink Ethernet/Gigabit Ethernet κάρτες για backhaul κυκλοφορία. Οι κάρτες γραμμών και uplink διασυνδέονται από μεγάλης χωρητικότητας backplane συνάθροισης που μπορεί να λάβει τη μορφή του ATM ή μιας γέφυρας Ethernet ή ενός διακόπτη. Η πλειοψηφία των σύγχρονων DSLAM είναι για πολλές χρήσεις και υποστηρίζει τις τεχνολογίες DSL - δηλ. ADSL, ADSL2, ADSL2 +, SDSL και VDSL, κ.λπ... και επομένως αυτές οι συσκευές προσαρμόζουν τους πολλούς τύπους καρτών γραμμών xDSL.(βλεπε σχημα 2.10 αρχιτεκτονικη DSLAM).



ΣΧΗΜΑ 2.10

Η σχεδίαση ενός DSLAM βασίζεται σε τρεις παράγοντες:

1. Ο συνολικός ρυθμός των απαιτούμενων θυρών (access links)
2. Ο συνολικός ρυθμός των απαιτούμενων trunk θυρών (trunk links)
3. Η συνολική κίνηση που προσφέρεται στο διακόπτη (total ports)

Μέσα σε ένα τυπικό DSLAM μια ATM εισδοχή καρτών συνδέει τις κάρτες των ADSL modem (uplink card), ένα προαιρετικό πλεονάζων επεξεργαστή ελέγχου και ένα προαιρετικό πλεονάζων ATM trunk module (line card). Τα δεδομένα μπαίνουν στην DSLAM μέσω συνδέσεων στους pots splitters και στη συνέχεια δρομολογούνται σε κάθε μια από τις κάρτες modem. Αυτές εκτελούν την απαραίτητη επεξεργασία. Τα δεδομένα περνούν από την εισδοχή καρτών της DSLAM μέσα στο ATM trunk module. Αυτή η ενότητα συνδέεται με ένα συνδιασμένο αθροιστή ή με ένα δίκτυο ATM πρόσβασης.

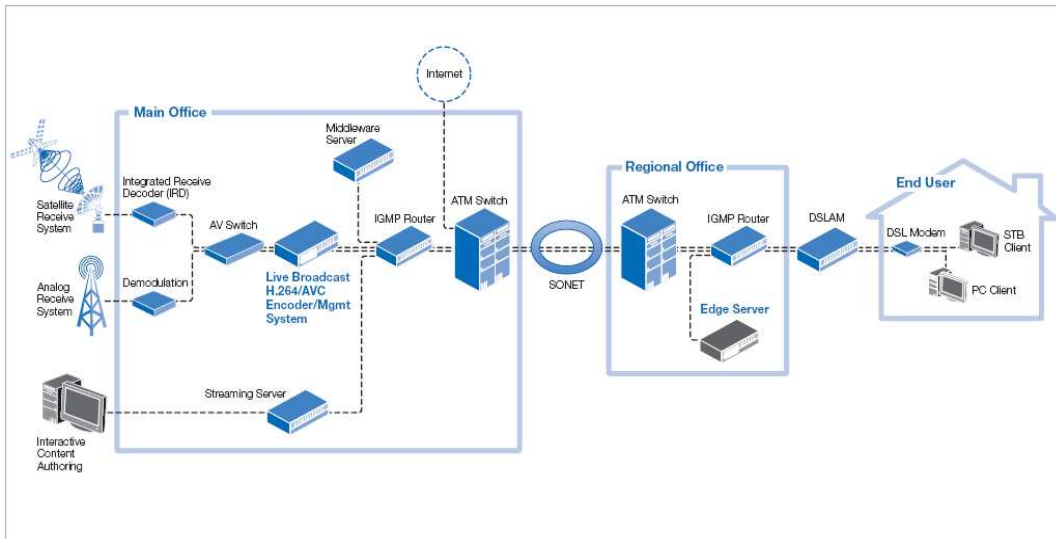
2.11. Κωδικοποίηση H.264/AVC μέσω DSL

Η κωδικοποίηση H.264/AVC κόβει στο μισό το εύρος ζώνης που απαιτείται για να παραδώσει το ποιότητας DVD ψηφιακό βίντεο στους καταναλωτές, και μειώνει τις πρότυπες απαιτήσεις εύρους ζώνης μετάδοσης τηλεοπτικής ποιότητας σε 700 Kbps και τα δύο σύμφωνα με τις ικανότητες ενός βρόχου 1,5 Mbps DSL [27].

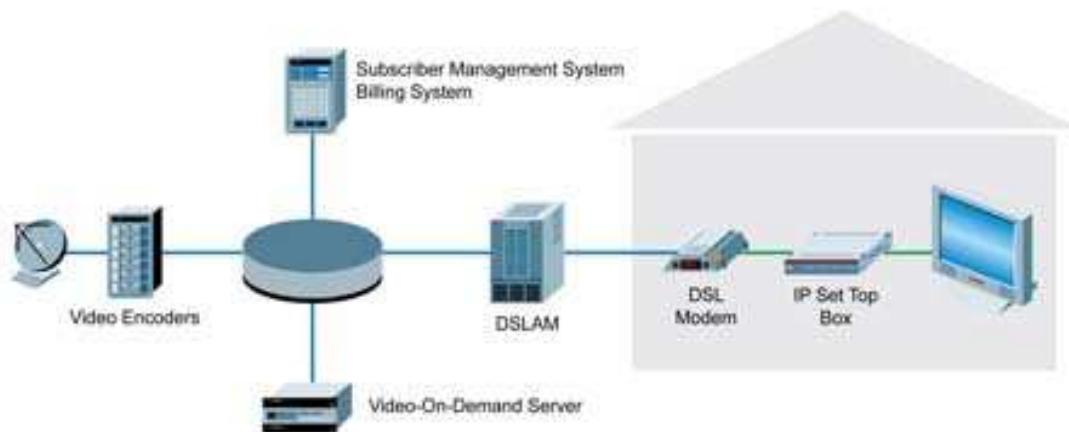
Χρησιμοποιώντας τις νέες πλατφόρμες παράδοσης H.264/AVC και πρότυπο PC ή STB, οι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί μπορούν να προσφέρουν την τηλεοπτική υπηρεσία IP, VoD, τοπικά και εθνικά προγράμματα τηλεόρασης, παιχνίδια, μουσική, ή, ακόμα και διαλογική τηλεόραση- στα σπίτια και τις επιχειρήσεις των πελατών χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή DSL.

Με την τεχνολογία DSL, οι οργανισμοί έχουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα για την παράδοση IPTV σε σύγκριση με την καλωδιακή τηλεόραση.

Στα παρακάτω (σχήματα 2.11 IPTV μέσω DSL 2.12 IPTV στο σπίτι μέσω DSL) βλέπουμε την αρχιτεκτονική παράδοσης IPTV μέσω DSL με κωδικοποίηση H.264/AVC.



ΣXHMA 2.11



ΣXHMA 2.12

Παρομοίως με το Mpeg-2, το H.264/AVC απαιτεί τεχνολογία κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης για να προετοιμάσει το τηλεοπτικό σήμα για τη μετάδοση και να το διαβάσει έπειτα στο δέκτη του πελάτη (STB και TV, ή PC). Στην πραγματικότητα, το H.264/AVC μπορεί να χρησιμοποιήσει τεχνολογίες μεταφορών συμβατές με Mpeg-2, απλοποιώντας μια βελτίωση από Mpeg-2 σε H.264/AVC για να βοηθήσει να προστατευθεί η επένδυση που έγινε στο Mpeg-2, επιτρέποντας τη μεταφορά μέσω του TCP/IP ή ασύρματα. Μια σημαντική διαφορά, εντούτοις, είναι ότι το H.264/AVC δεν απαιτεί το ακριβό, και συχνά ιδιόκτητο υλικό κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης από το οποίο εξαρτάται το Mpeg-2, καθιστώντας γρηγορότερο και ευκολότερο να επεκταθούν λύσεις για συστήματα επεξεργασίας, κεντρικούς υπολογιστές, και STB βασισμένα στο H.264/AVC. Αυτό επιτρέπει επίσης στους φορείς παροχής υπηρεσιών να παραδώσουν το περιεχόμενο στις συσκευές για τις οποίες τα Mpeg-2 δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως PDA και τα ψηφιακά τηλέφωνα κυττάρων.

Το H.264/AVC είναι ιδανικό για τηλεοπτικές υπηρεσίες μέσω DSL.

Το σύστημα κωδικοποιητών H.264/AVC μετατρέπει τα ακατέργαστα τηλεοπτικά σήματα που παραλαμβάνονται από τους προμηθευτές σε τηλεοπτικούς συρμούς H.264/AVC. Οι συρμοί μπορούν να συλληφθούν και να καταχωρηθούν σε έναν κεντρικό υπολογιστή στο άνω άκρο, ή να σταλούν σε έναν κεντρικό υπολογιστή σε ένα περιφερειακό ή κεντρικό γραφείο (CO), για τις τηλεοπτικές υπηρεσίες. Τα τηλεοπτικά δεδομένα μπορούν επίσης να σταλούν σαν ζωντανά προγράμματα μέσω του δικτύου. Ο πρότυπος εξοπλισμός δικτύωσης και μετατροπής καθοδηγεί τον τηλεοπτικό συρμό δεδομένων, και τον ενθυλακώνει στα πρότυπα πρωτόκολλα μεταφορών δικτύων, όπως το ATM. Ένα ειδικό μέρος του H.264/AVC, αποκαλούμενο στρώμα αφαίρεσης δικτύων (NAL), επιτρέπει την ενθυλάκωση του ρεύματος για τη μετάδοση μέσω του δικτύου TCP/IP, όπως είναι το δίκτυο υπηρεσιών πρόσβασης DSL.

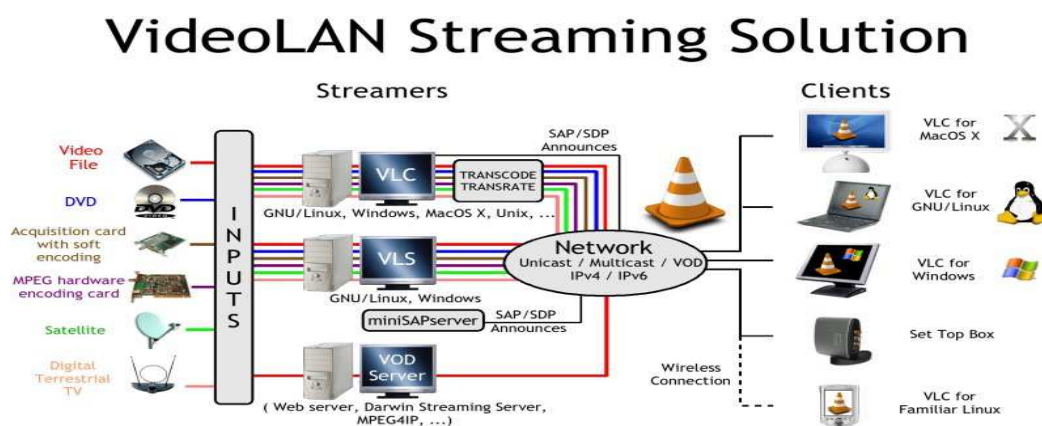
Όταν το τηλεοπτικό στοιχείο φθάνει στην περιοχή του πελάτη, καθοδηγείται στο χρήστη μέσω ενός αποδιαμορφωτή DSL και του τοπικού δικτύου του πελάτη (που συνδέονται με καλώδιο ή ασύρματα). Ένας χρήστης STB αποκωδικοποιεί το σήμα για την παρουσίαση σε μια τηλεόραση ή μια οθόνη, ενώ ένας χρήστης PC αποκωδικοποιεί τα δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα ειδικό πρόγραμμα (Real Player, Windows Media Player, κ.λπ).

2.12. Πλεονεκτήματα H.264/AVC

- Το H.264 συμπιέζει το βίντεο αποτελεσματικότερα, κόβοντας τις δαπάνες μετάδοσης μέσα από τις δορυφορικές ή επίγειες συνδέσεις
- Η πυκνότητα των υπηρεσιών για τους υπάρχοντες βρόγχους DSL είναι υψηλή: δύο standard-quality τηλεοπτικά ρεύματα μπορούν να διαβιβαστούν μέσα από έναν ενιαίο βρόχο 1,5 Mbps. Οι πελάτες μπορούν να παρακολουθήσουν δύο συρμούς βιντεοπαραγγελιών στον ίδιο χρόνο.
- Μπορεί να διαβιβαστεί περισσότερο περιεχόμενο επάνω σε μεγαλύτερους βρόγχους- σε περισσότερους πελάτες. Στο Mpeg-2 μπορούν να φθάσουν στους πελάτες σε μια περιοχή υπηρεσιών 9.000 ft² ανά CO, ενώ τα H.264/AVC μπορούν να φθάσουν στους πελάτες σε μια περιοχή υπηρεσιών 16.000 ft² ανά CO.

3.1. Πειραματική μελέτη IPTV(ΟοE) μετάδοσης σε WLAN

Για την λήψη των μετρήσεων χρειάστηκε η δημιουργία ενός δικτύου. Το δίκτυο αυτό αποτελούνταν από έναν υπολογιστή που ήταν ο server, το Agilent Framescope Pro και έναν ακόμα υπολογιστή που ήταν ο client. Η διάταξη του δικτύου και η χρήση του προγράμματος VLC βασίστηκαν στο σχήμα 3.13.



ΣΧΗΜΑ 3.13

Για την λήψη μετρήσεων πάνω σε δίκτυο στο οποίο μεταδίδεται σήμα video το Agilent Framescope Pro πρέπει να έχει εγκατεστημένο το λογισμικό IPTV (N2620A-070).

Το Agilent Framescope Pro μόλις συνδεθεί στο τοπικό δίκτυο ανιχνεύει όλα τα μηχανήματα συνδεδεμένα πάνω σε αυτό καθώς και τις διευθύνσεις τους.

Οπότε όταν κάποιο από αυτά μεταδίδει κάποιο σήμα video αυτό μας εμφανίζει την IP καθώς και την πόρτα που χρησιμοποιεί. Οι μετρήσεις που παίρνει είναι ανά 5 sec λειτουργώντας σαν παθητικός πελάτης του δικτύου.

Στους πελάτες καθώς και στο server του δικτύου εγκαταστήσαμε το πρόγραμμα VideoLan Client (VLC) για τη μετάδοση καθώς και την αναπαραγωγή του σήματος video. Η έκδοση του προγράμματος VLC Player που χρησιμοποιήθηκε είναι η 1.1.11.

Οι μετρήσεις που λήφθηκαν και μελετήθηκαν είναι τριών περιπτώσεων, οι οποίες είναι οι εξής :

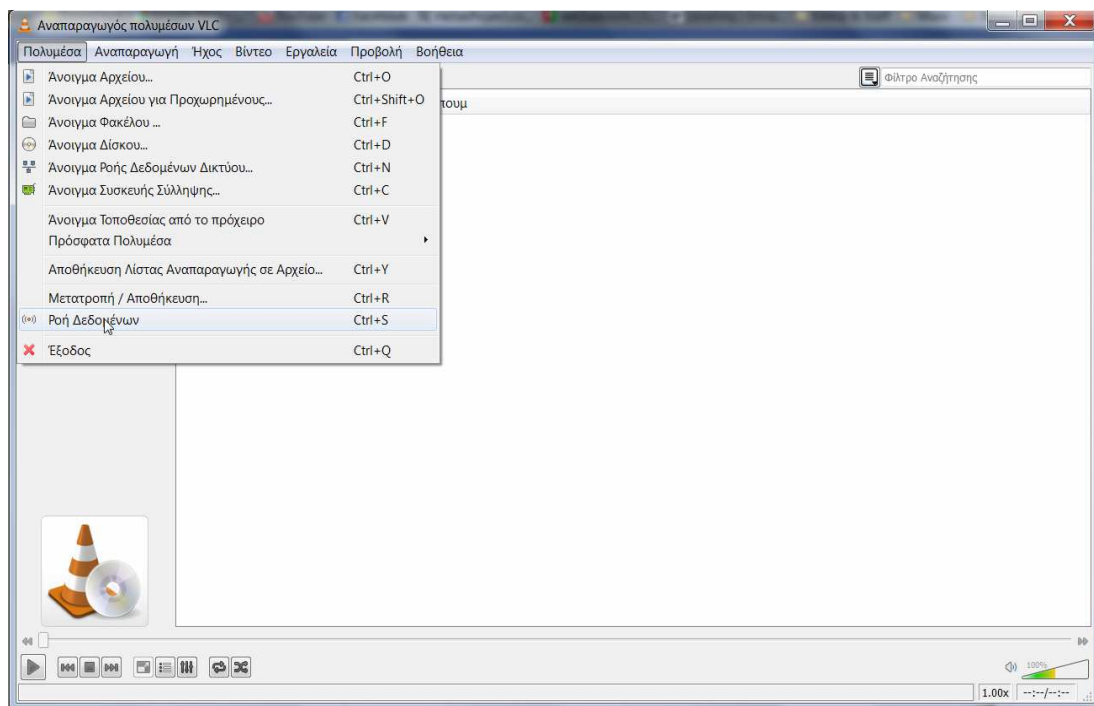
- ⤴ Unicast μετάδοση η οποία έγινε μεταξύ του server και του laptop client δια μέσου access point με παθητικό ρόλο το Agilent Framescope Pro.
- ⤴ Unicast μετάδοση μεταξύ του server και των δυο laptop clients δια μέσου access point με παθητικό ρόλο το Agilent Framescope Pro.
- ⤴ Unicast μετάδοση μεταξύ του server και των δυο laptop clients δια μέσου δύο access point με παθητικό ρόλο το Agilent Framescope Pro.

3.1.1 Ρυθμίσεις VLC Player

Ρυθμίσεις του server :

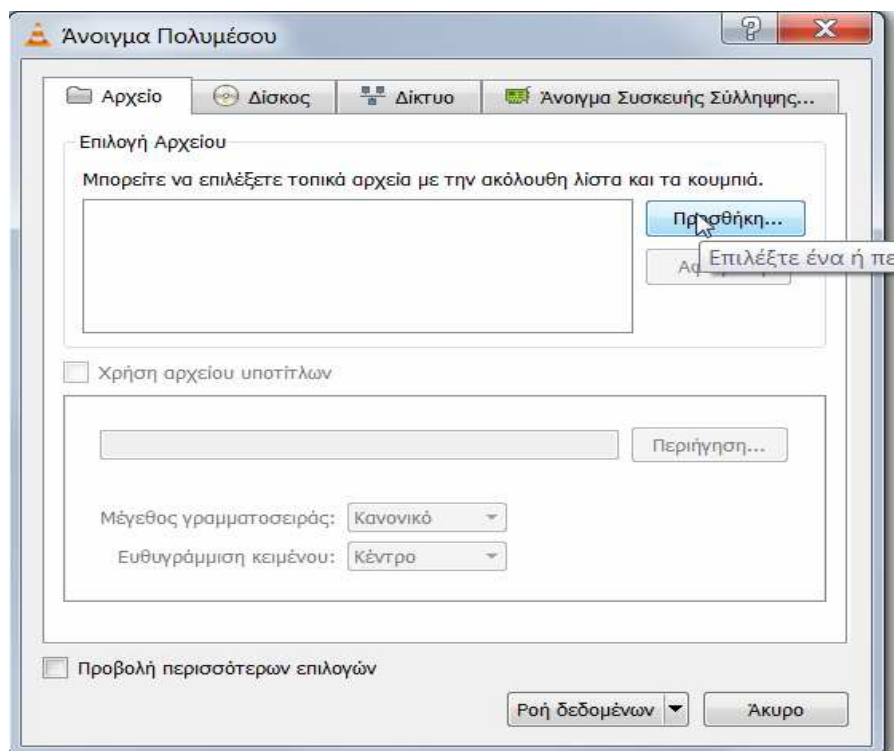
Η IP διεύθυνση που δώσαμε στο server μας είναι η 192.168.10.2 αλλά για τη μετάδοση την 239.0.0.1 και θύρα βάσης το 5004.

Αφού εγκαταστήσαμε το VLC το ανοίγουμε και από το μενού του Πολυμέσα επιλέγουμε το Ροή Δεδομένων...

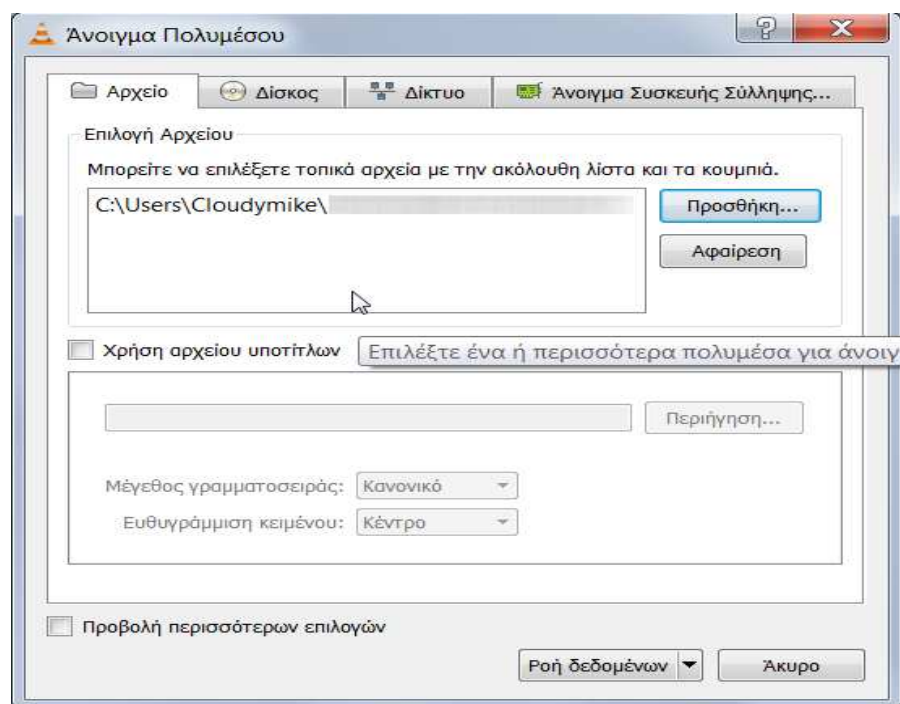


ΣΧΗΜΑ 3.14

Μόλις το επιλέξουμε εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο (σχήμα 3.15) στο οποίο και επιλέγουμε το Προσθήκη...



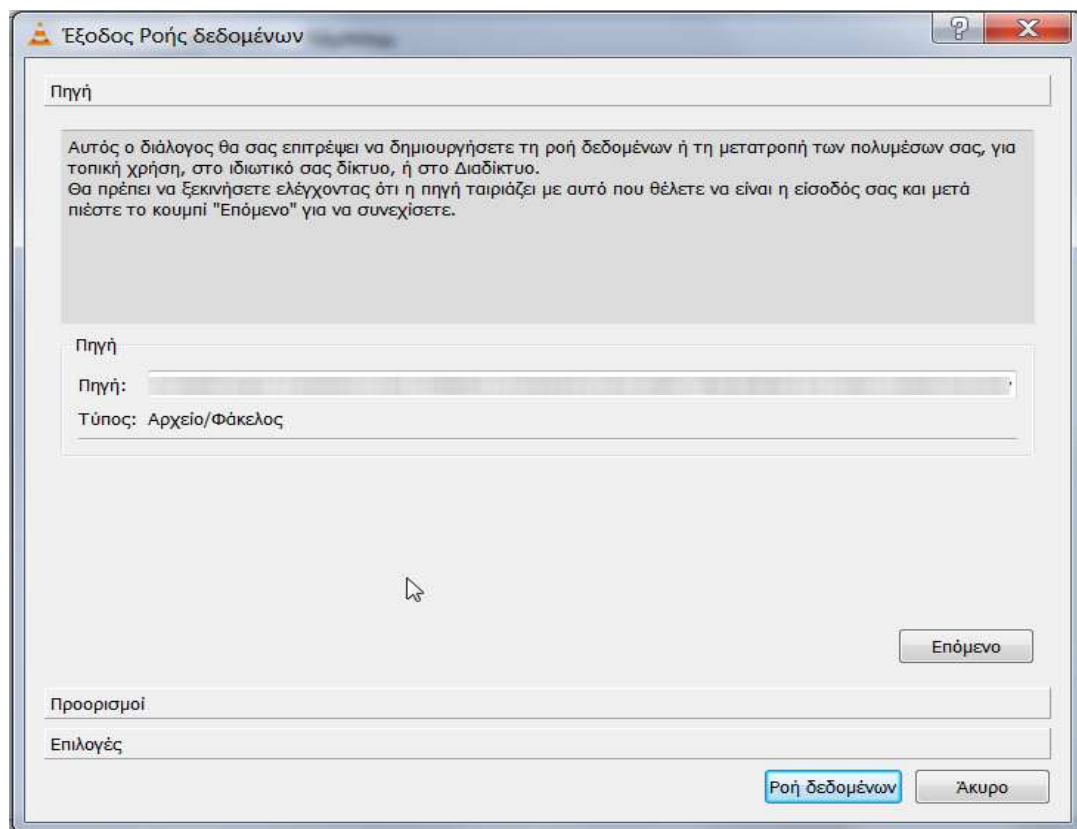
ΣΧΗΜΑ 3.15



ΣΧΗΜΑ 3.16

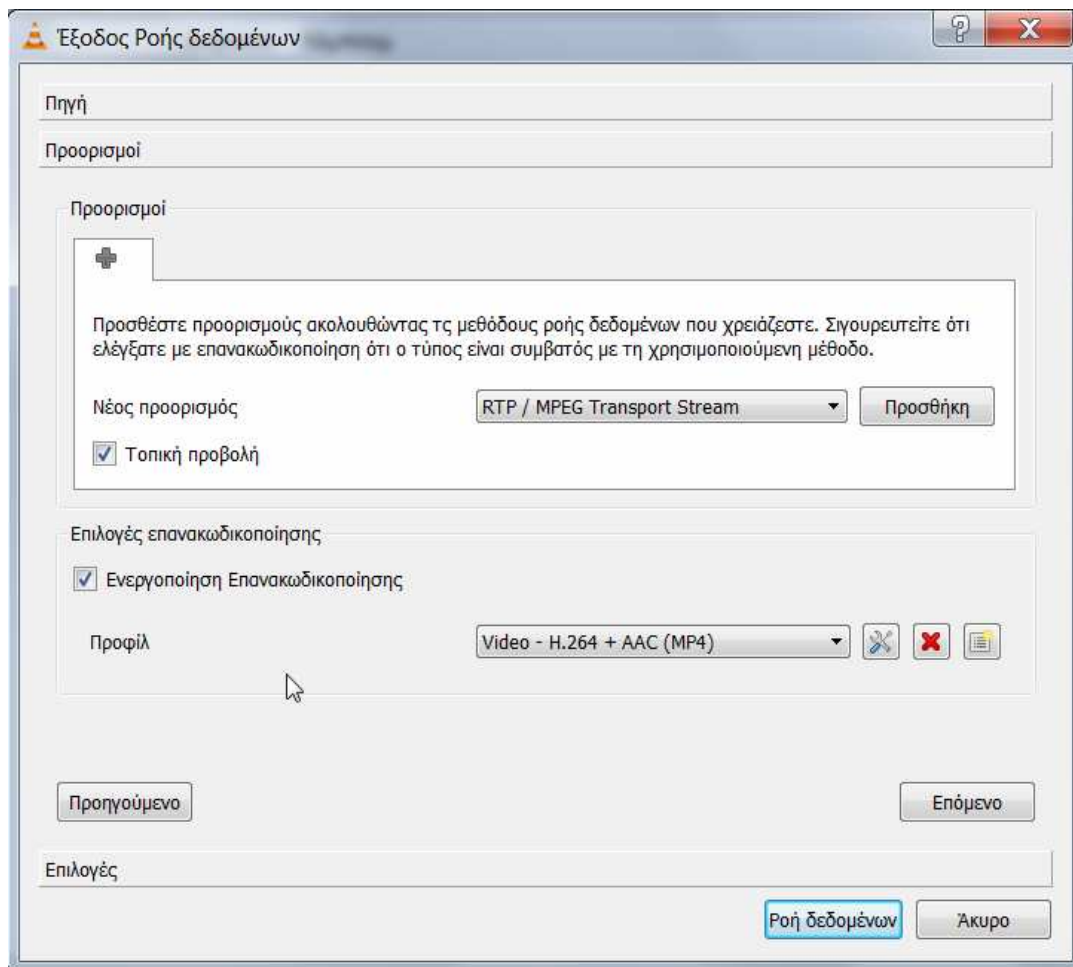
Αφού επιλέξουμε το αρχείο που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε επιλέγουμε το Ροή Δεδομένων...

Πατώντας το Ροή Δεδομένων... εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο (σχήμα 3.17).



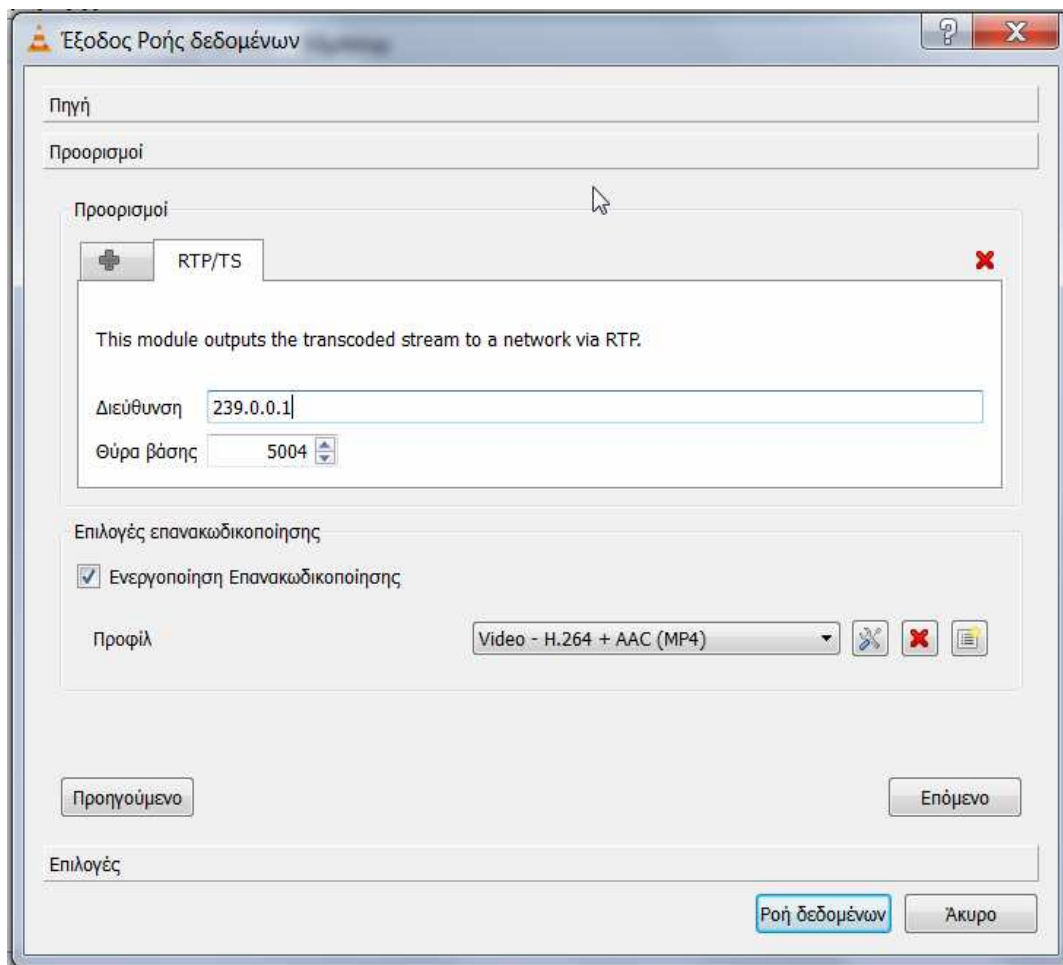
ΣΧΗΜΑ 3.17

Επιλέγουμε το Επόμενο και εμφανίζεται το παράθυρο προορισμοί... (σχήμα 3.18).

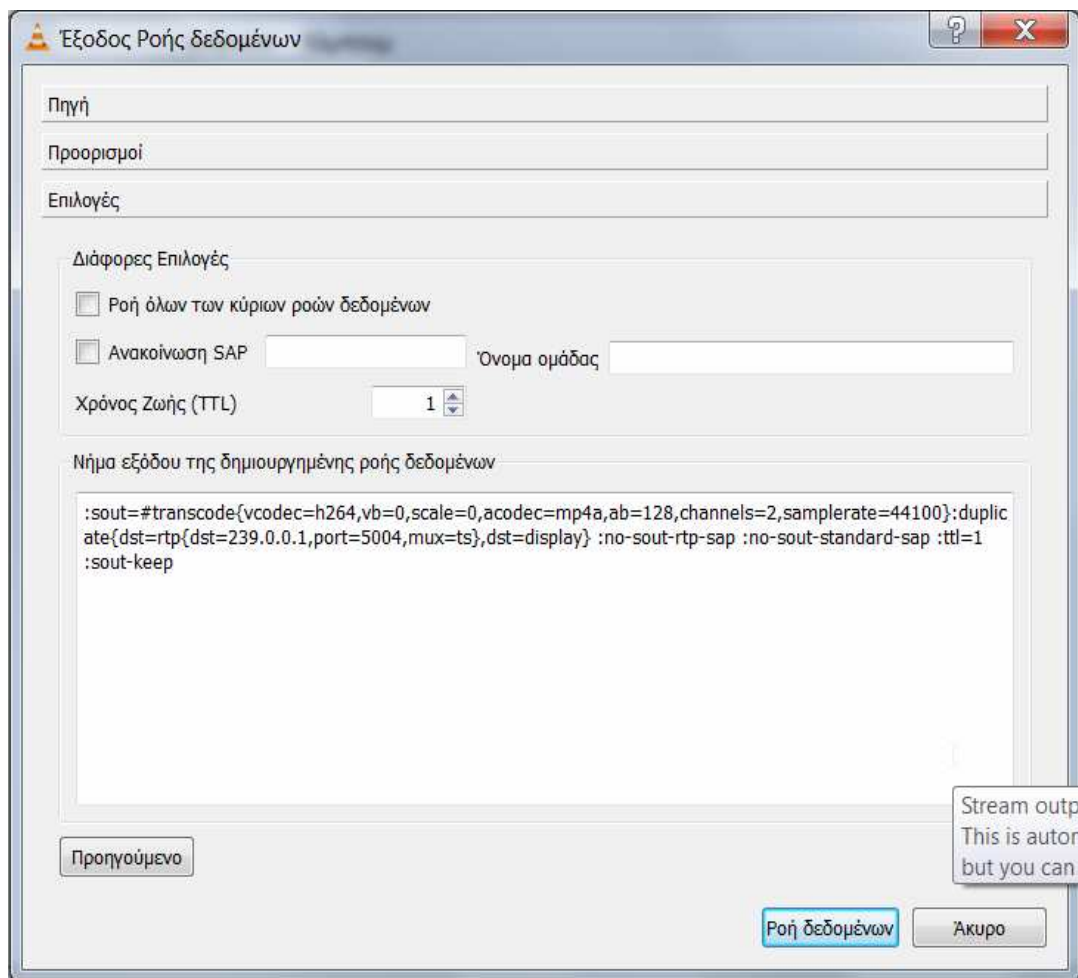


ΣΧΗΜΑ 3.18

Επιλέγουμε στο Νέος προορισμός την επιλογή RTP/MPEG Transport Stream καθώς και στο Επιλογές επανακωδικοποίησης το προφίλ Video – H.264 + AAC (MP4) και επιλέγουμε το Επόμενο...

**ΣΧΗΜΑ 3.19**

Στο παραπάνω σχήμα 3.19, βλέπουμε ότι μας εμφανίστηκε ο προορισμός που επιλέξαμε πιο πρίν. Στη θέση Διεύθυνση γράφουμε την IP που δώσαμε στο server και από κάτω ακριβώς τη θύρα βάσης που του δώσαμε, και επιλέγουμε το Επόμενο...



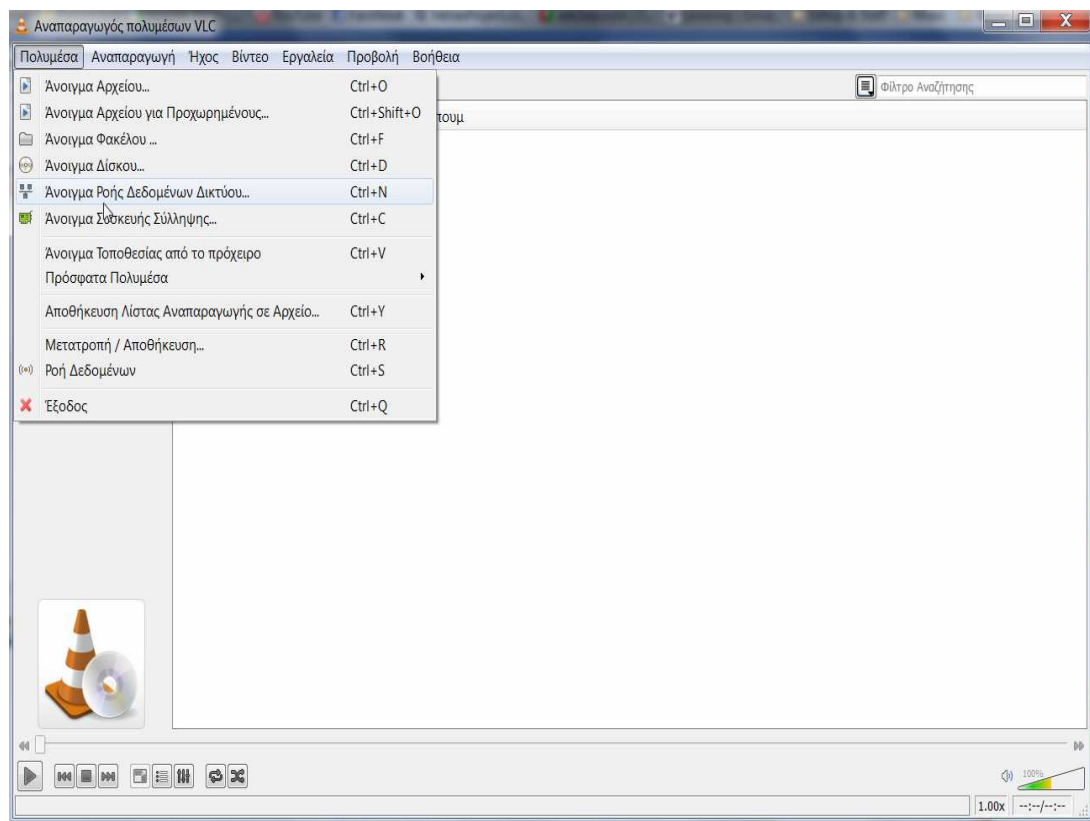
ΣΧΗΜΑ 3.20

Τέλος όπως βλέπουμε και στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 3.20) ρυθμίζουμε το Χρόνος Ζωής (TTL) ώστε να είναι 1. Αυτή η ρύθμιση προσδιορίζει από πόσα router επιτρέπουμε το σήμα μας να περάσει, και επιλέγουμε το Ροή Δεδομένων.

3.1.2 Ρυθμίσεις του Πελάτη

Για τη λήψη του video και την αναπαραγωγή του στον υπολογιστή του πελάτη θα πρέπει να γίνουν οι παρακάτω ρυθμίσεις.

Ανοίγουμε από το μενού του VLC το Πολυμέσα και επιλέγουμε το Άνοιγμα Ροής Δεδομένων Δικτύου...



ΣΧΗΜΑ 3.21

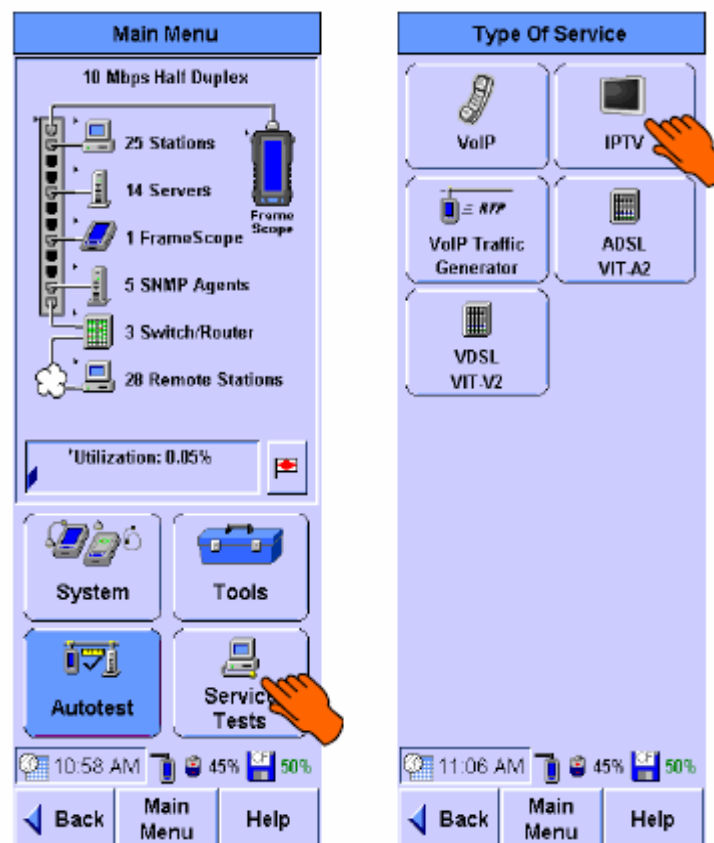
Μόλις εμφανιστεί το νέο παράθυρο επιλέγουμε τη καρτέλα Δίκτυο και τοποθετούμε στο πρωτόκολλο δικτύου την IP του server (βλ. Σχήμα 3.22) και στη συνέχεια πατάμε Αναπαραγωγή.



ΣΧΗΜΑ 3.22

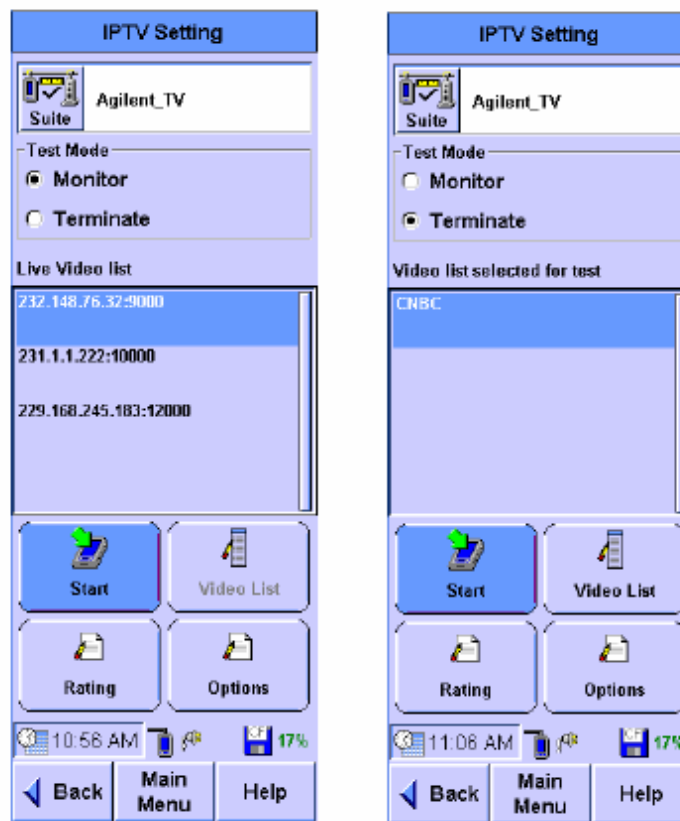
3.1.3 Τρόπος διεξαγωγής ενός IPTV test

Επιλέγουμε την επιλογή Service Tests από το κυρίως μενού για να ανοίξει το παράθυρο Type Of Service. Επιλέγουμε το IPTV.



ΣΧΗΜΑ 3.23

Η προεπιλεγμένη ρύθμιση είναι το Terminate mode. Επιλέγουμε το Monitor test mode εάν θέλουμε να εισέλθουμε σε μία ζωντανή μετάδοση video σε κίνηση από ένα set-top-box. Σε ζωντανό Monitor mode, μπορούμε να ελέγχουμε έως δέκα κανάλια.



ΣΧΗΜΑ 3.24

Στην δική μας περίπτωση χρησιμοποιήσαμε το Monitor mode.

Από την λίστα των καναλιών που μεταδίδουν επιλέγουμε αυτό που μας ενδιαφέρει αναγνωρίζοντας το από την IP διεύθυνση του και πατάμε Start.

Κατά την διάρκεια που εκτελείται η δοκιμή, το Frame Score μας εμφανίζει διάφορα αποτελέσματα. Όπως φαίνετε και στην παρακάτω εικόνα (σχήμα 3.25).

Στην δική μας περίπτωση δεν εμφανίστηκαν όλα αυτά τα αποτελέσματα λόγω του ότι δεν είχαμε και τα δύο λογισμικά N2620A-070 και -071 αλλά μόνο το 070.

The screenshot displays the 'IPTV Test' menu with the following sections and data:

- IGMP CHNL (VOD) Overall Rating IN TEST**: 00:00:07, Overall Rating: 1
- RTP Results**:

Total Packets	202	
Jitter (ms)	15.0	1
Loss Ratio (%)	15.0	1
Loss Packets	213	
- MPEG2-TS Results**:

Total Packets	1799	
Sync Loss	13	1
Transport Error	6	1
Cont. Error	1	2
PCR Error	14	1
MDI:DF (ms)	1.0	3
MDI:LR (pps)	14.0	1
- IGMP Results**:

ZAP time (ms)	3.0	3
---------------	-----	---

Navigation buttons: Details, Save, Stop Test. Status bar: 7:32 PM, 45% battery, 50% storage. Bottom menu: Back, Main Menu, Help.

Annotations:

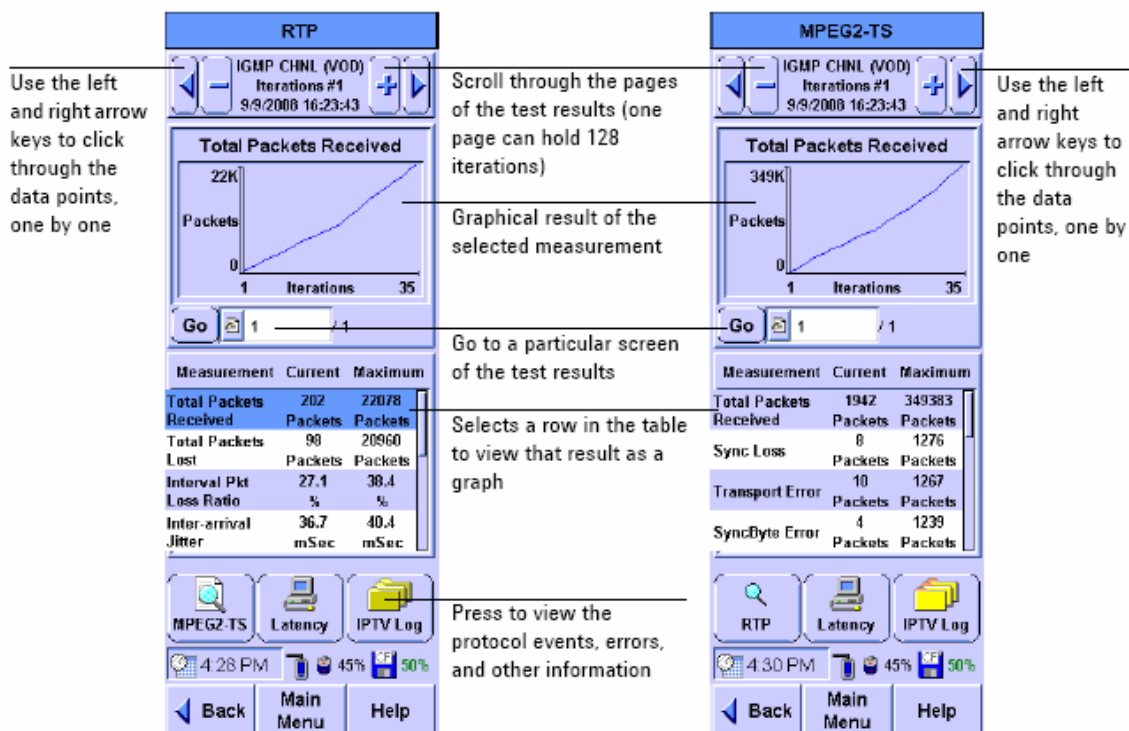
- RTP results with ratings**: Points to the RTP test results table.
- MPEG2-TS results with ratings. Only shown if the MPEG2-TS measurements are made.**: Points to the MPEG2-TS test results table.
- IGMP results with ratings. Only shown if the IGMP measurements are made.**: Points to the IGMP test results table.
- Video information.**: Points to the top section of the menu.
- Use the left and right arrows to view the IP address, RTP port, test status, test duration, and so forth.**: Points to the navigation arrows at the top of the menu.

ΣΧΗΜΑ 3.25

Η δοκιμή εκτελείται μέχρι ο χρήστης να πατήσει Stop.

Εάν θέλουμε να αποθηκεύσουμε τις μετρήσεις πατάμε Save Results οι οποίες αποθηκεύονται στην κάρτα μνήμης.

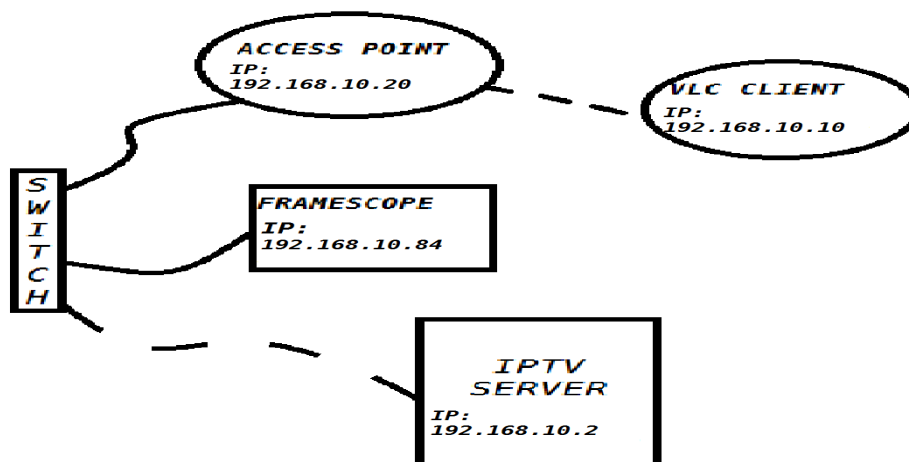
Εάν πατήσουμε την επιλογή Details από το κεντρικό μενού του IPTV Setting θα μπορέσουμε να δούμε τα αποτελέσματα της δοκιμής.



ΣΧΗΜΑ 3.26

3.1.4 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και VLC client με ένα access point

Η Unicast μετάδοση που πραγματοποιήσαμε έγινε μεταξύ του Video Server και του VLC client (σχήμα 3.27) με παθητικό ρόλο το Framescope Pro σε ένα access point. Ακολουθήσαμε τα βήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω για να ρυθμίσουμε το Server



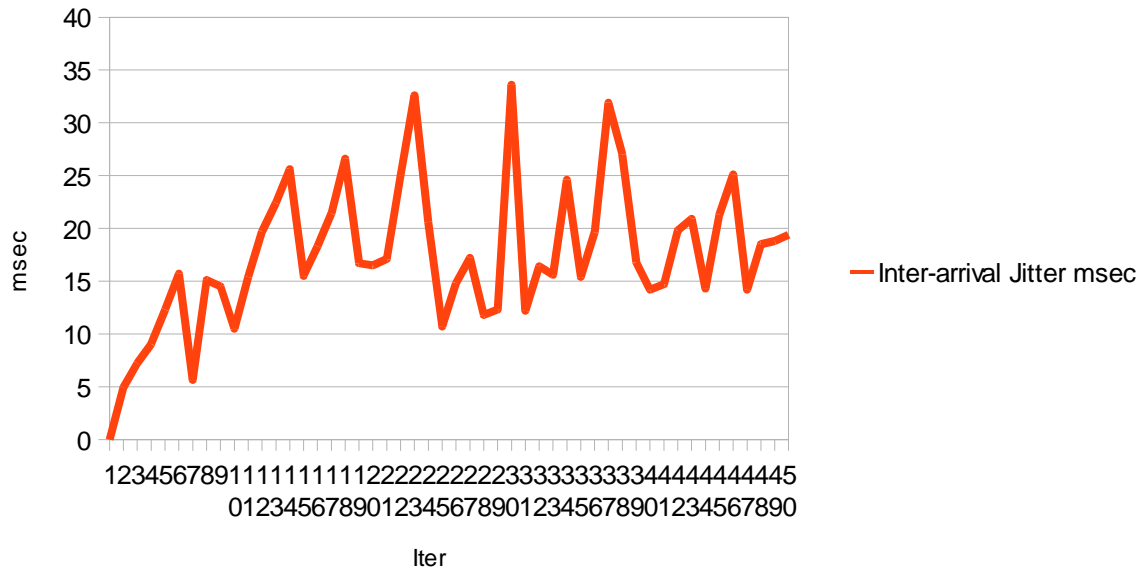
και το VLC client.

Μερικές από τις μετρήσεις που προέκυψαν από το σενάριο αυτό είναι οι παρακάτω:

Iter	Inter-arrival Jitter msec	Utilization %	MDI:DF msec	Avg Throughput kbps
1	0	0	0	0
2	4,93	0,4	410	4388
3	7,23	0,4	418	4600
4	9,04	0,4	450	4323
5	12,3	0,4	422	4084
6	15,7	0,4	489	3991
7	5,65	0,3	454	3756
8	15,1	0,2	465	3544
9	14,5	0,2	369	3473
10	10,5	0,1	573	3297
11	15,4	0,1	556	3126
12	19,7	0,1	692	2964
13	22,4	0,1	636	2838
14	25,6	0,3	638	2808
15	15,5	0,2	474	2753
16	18,3	0,2	367	2722
17	21,4	0,2	607	2665
18	26,6	0,2	611	2619
19	16,7	0,1	380	2591
20	16,5	0,2	409	2565
21	17,1	0,1	656	2524
22	25	0,1	622	2475
23	32,6	0,1	652	2412
24	20,6	0,1	592	2377
25	10,7	0,1	517	2342
26	14,8	0,1	523	2305
27	17,2	0,1	552	2265
28	11,8	0,3	573	2274
29	12,3	0,2	297	2280
30	33,6	0,1	482	2257
31	12,2	0,1	455	2235
32	16,4	0,1	415	2220
33	15,6	0,2	500	2210
34	24,6	0,2	578	2194
35	15,4	0,1	446	2176
36	19,6	0,1	756	2181
37	31,9	0,1	593	2163
38	27	0,2	528	2145
39	16,8	0,1	444	2129
40	14,2	0,1	441	2115
41	14,7	0,1	585	2096
42	19,8	0,1	667	2075
43	20,9	0,1	504	2057
44	14,3	0,1	510	2043
45	21,3	0,1	684	2020
46	25,1	0,1	450	2012
47	14,2	0,2	544	2013
48	18,5	0,1	329	2007
49	18,8	0,1	549	1993
50	19,4	0,1	497	1982
Maximum	53,9	0,5	2098	4600

Από τις παραπάνω μετρήσεις προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα:

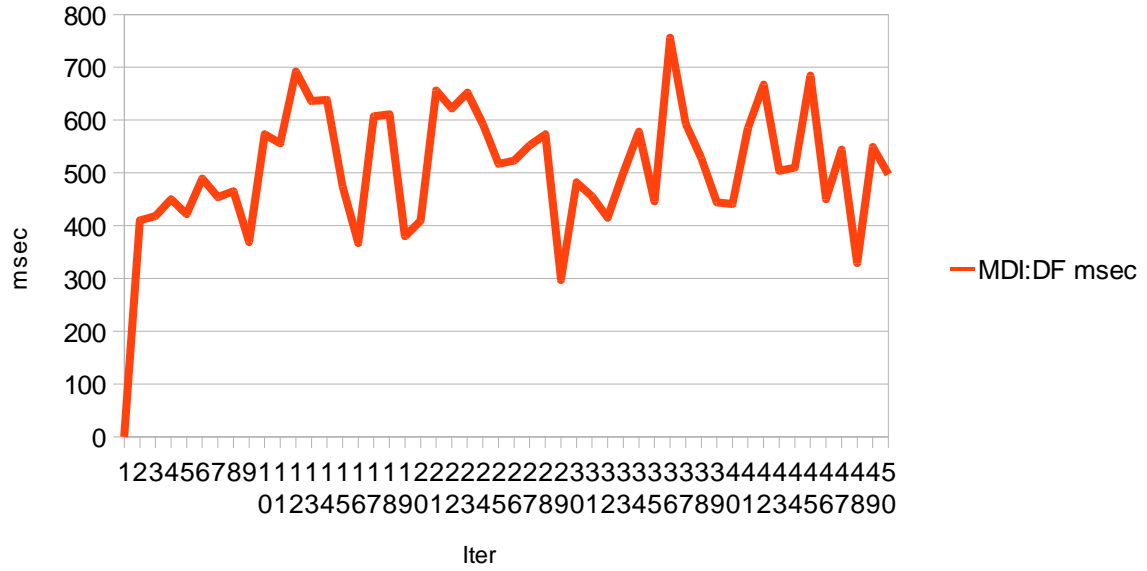
Inter-arrival Jitter (msec)



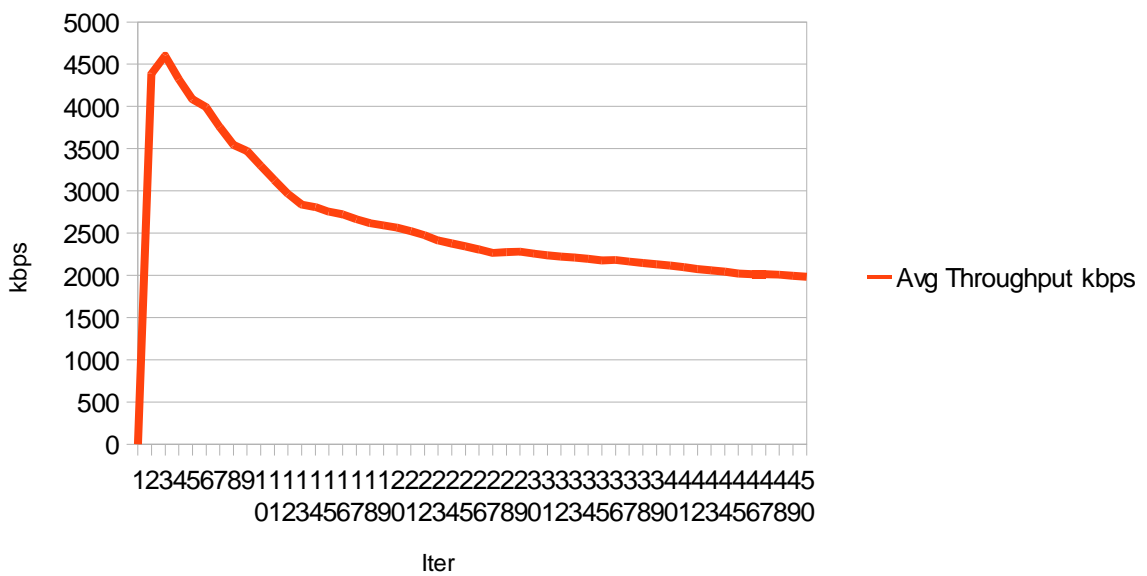
Utilization (%)



MDI:DF (msec)

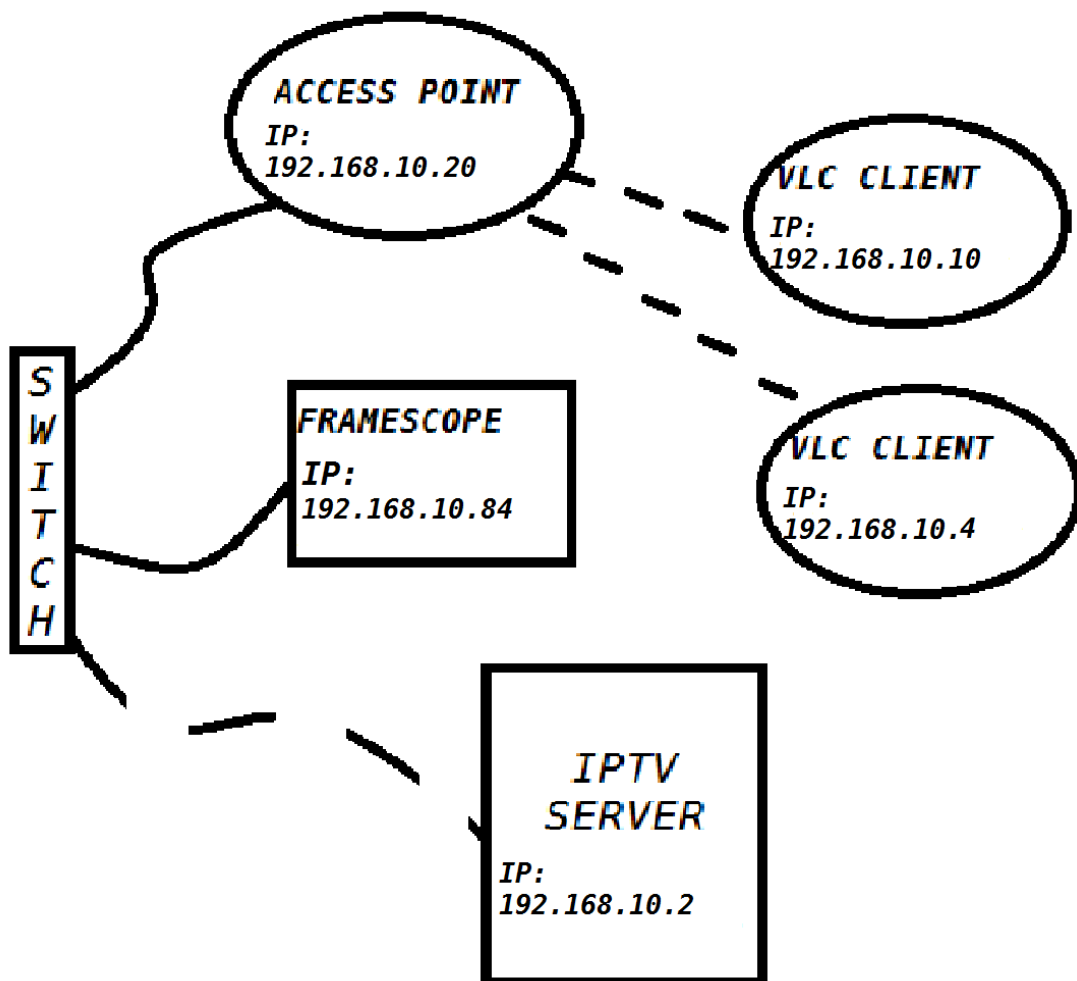


Avg Throughput (kbps)



3.1.5 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και 2 VLC clients με ένα access point

Σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιήσαμε τον Video Server μας, δυο VLC clients, ένα access point και το Framescope πάλι με παθητικό ρόλο όπως βλέπουμε και παρακάτω(σχήμα 3.28).



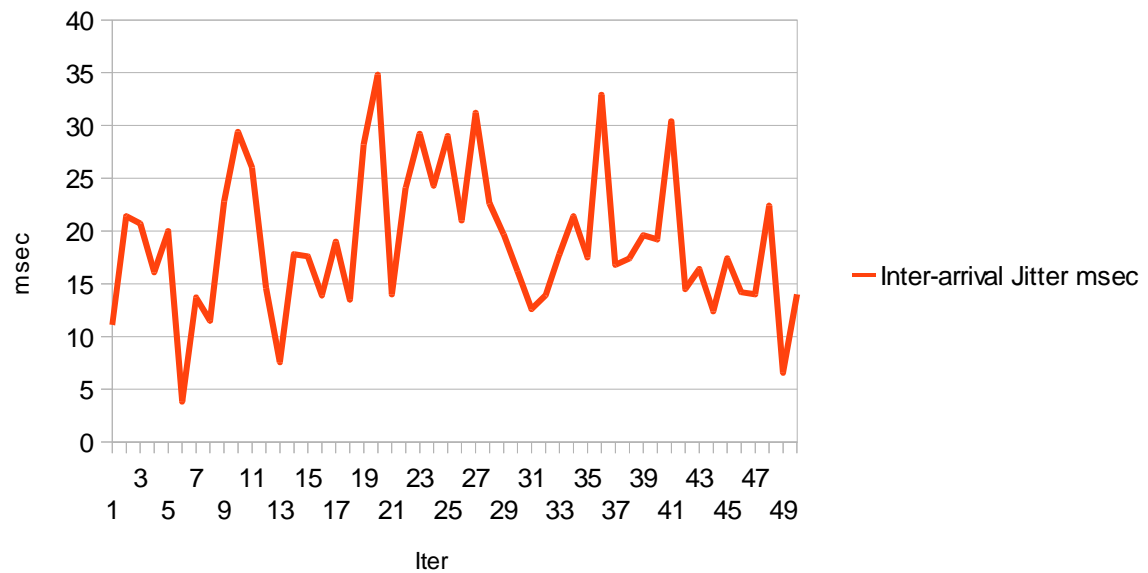
ΣΧΗΜΑ 3.28

Μερικές από τις μετρήσεις που προέκυψαν από το σενάριο αυτό είναι οι παρακάτω:

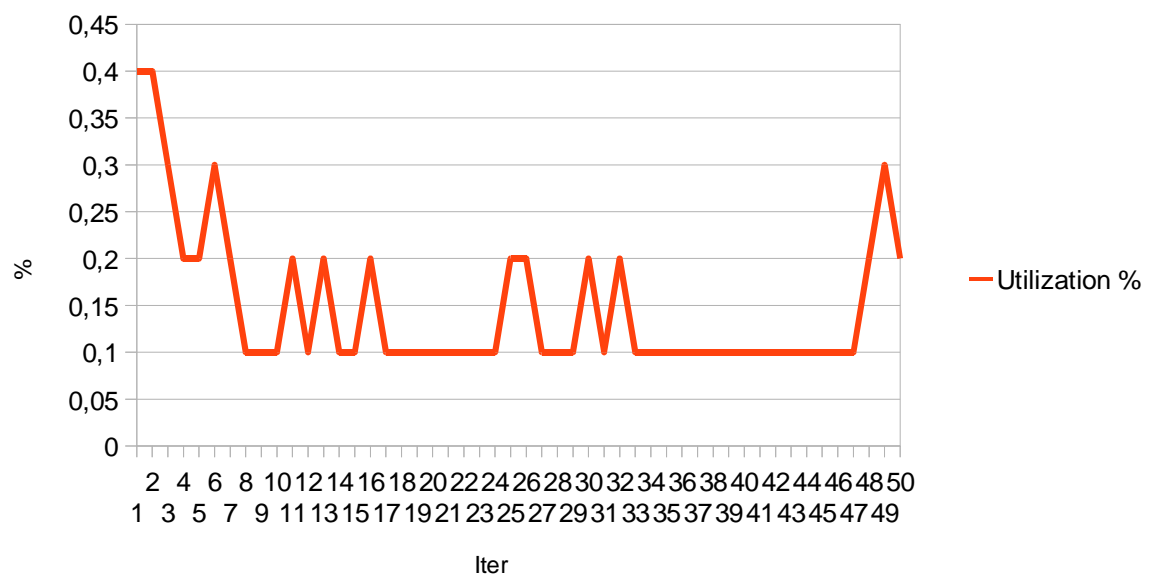
Iter	Inter-arrival Jitter msec	Utilization %	MDI:DF msec	Avg Throughput kbps
1	11,1	0,4	0	4273
2	21,4	0,4	391	3742
3	20,7	0,3	691	3700
4	16,1	0,2	403	3403
5	20	0,2	452	3206
6	3,84	0,3	275	3143
7	13,7	0,2	572	2967
8	11,5	0,1	515	2785
9	22,8	0,1	624	2624
10	29,4	0,1	564	2493
11	26	0,2	687	2490
12	14,6	0,1	396	2458
13	7,58	0,2	371	2439
14	17,8	0,1	520	2400
15	17,6	0,1	507	2357
16	13,9	0,2	238	2345
17	19	0,1	335	2332
18	13,5	0,1	572	2302
19	28,2	0,1	534	2257
20	34,8	0,1	557	2198
21	14	0,1	550	2168
22	24,1	0,1	495	2138
23	29,2	0,1	540	2106
24	24,3	0,1	573	2073
25	29	0,2	681	2092
26	21	0,2	448	2100
27	31,2	0,1	534	2081
28	22,6	0,1	428	2066
29	19,7	0,1	355	2058
30	16,2	0,2	597	2054
31	12,6	0,1	372	2041
32	13,9	0,2	472	2027
33	17,8	0,1	1034	2037
34	21,4	0,1	518	2021
35	17,5	0,1	589	2004
36	32,9	0,1	583	1995
37	16,8	0,1	378	1980
38	17,4	0,1	519	1965
39	19,6	0,1	507	1946
40	19,2	0,1	477	1931
41	30,4	0,1	639	1919
42	14,5	0,1	609	1898
43	16,4	0,1	674	1890
44	12,4	0,1	537	1896
45	17,4	0,1	337	1892
46	14,2	0,1	464	1880
47	14	0,1	465	1871
48	22,4	0,2	399	1873
49	6,58	0,3	593	1886
50	14	0,2	419	1892
Maximum	39,9	0,4	2003	4273

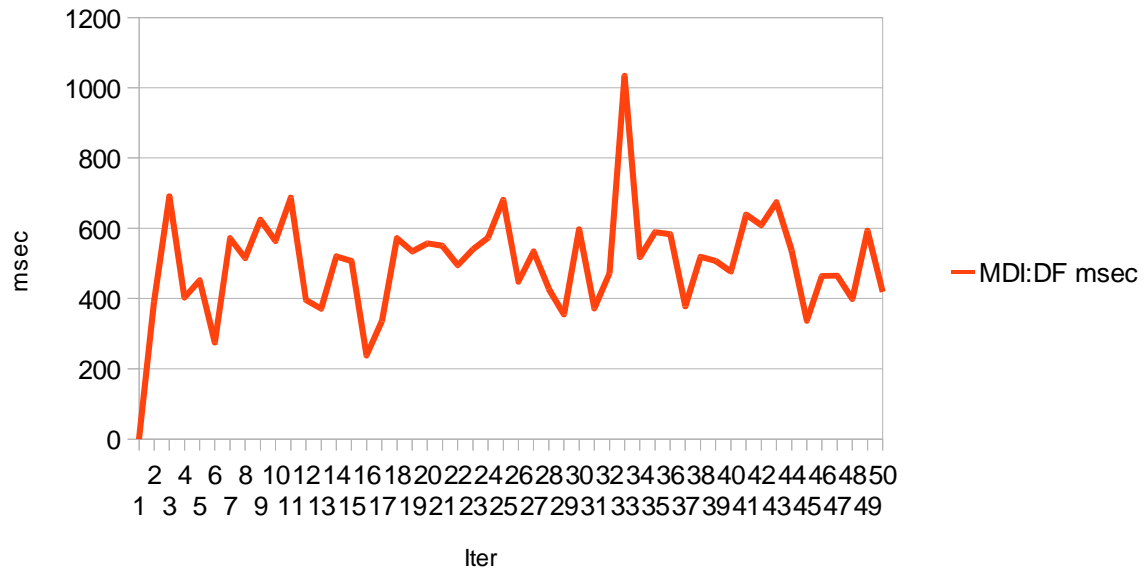
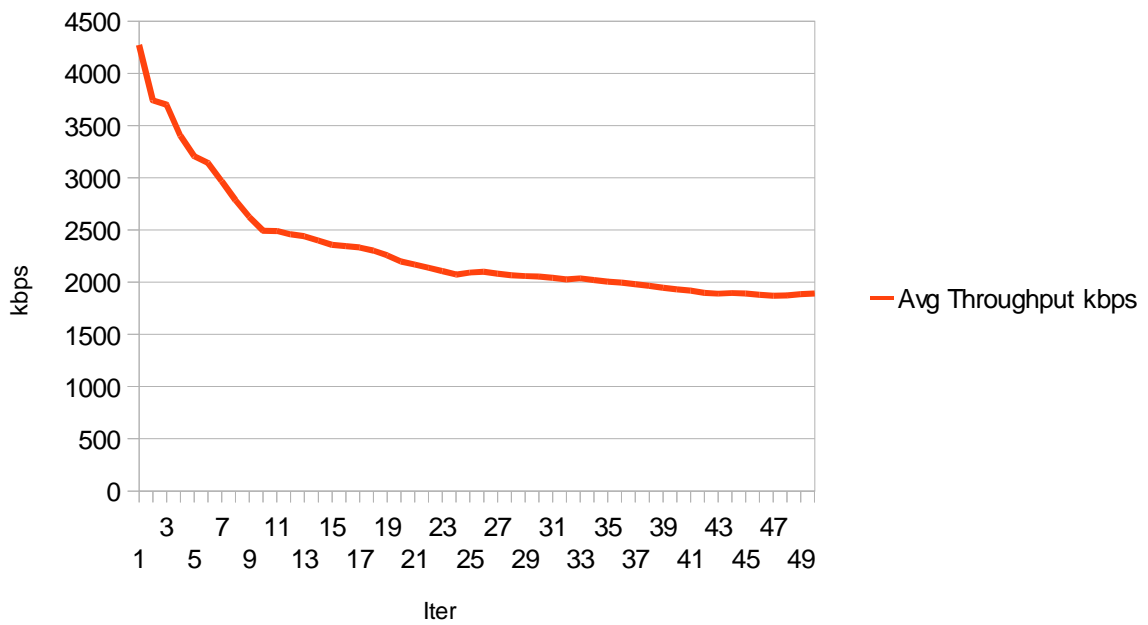
Από τις παραπάνω μετρήσεις προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα:

Inter-arrival Jitter (msec)



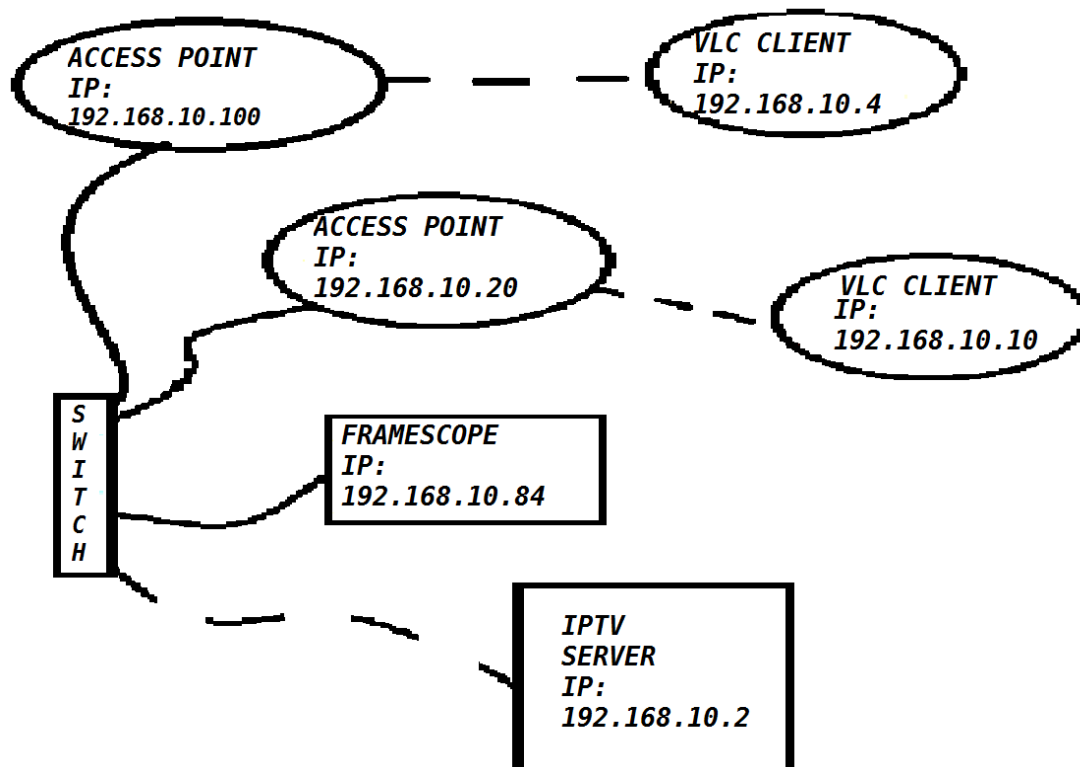
Utilization (%)



MDI:DF (msec)**Avg Throughput (kbps)**

3.1.6 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και 2 VLC clients με δυο access points

Σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιήσαμε τον Video Server μας, δυο VLC clients, δυο access points και το Framescope πάλι με παθητικό ρόλο όπως βλέπουμε και παρακάτω(σχήμα 3.29).



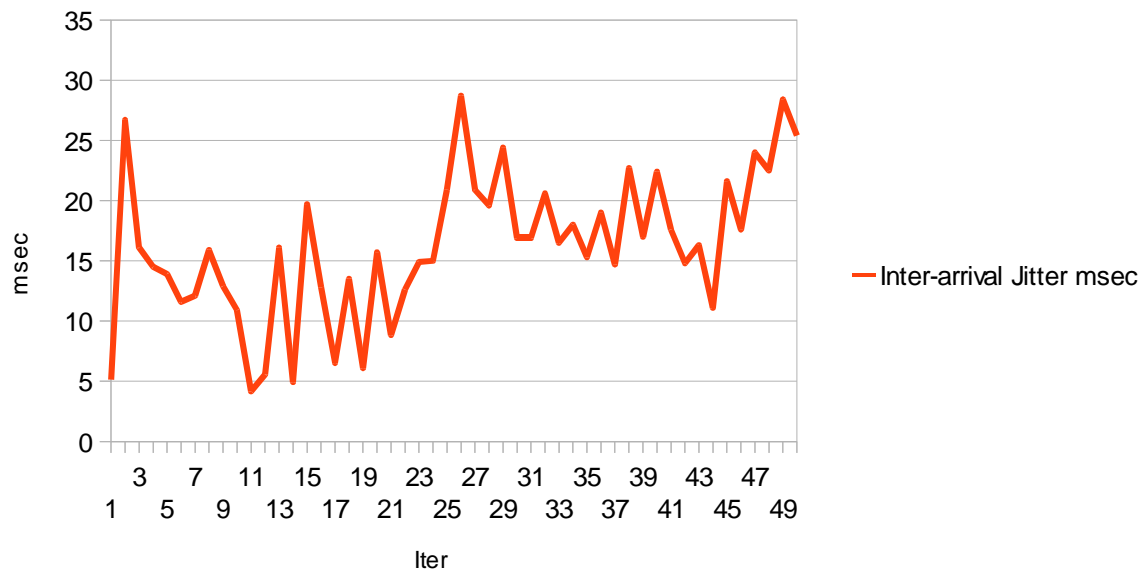
ΣΧΗΜΑ 3.29

Μερικές από τις μετρήσεις που προέκυψαν από το σενάριο αυτό είναι οι παρακάτω:

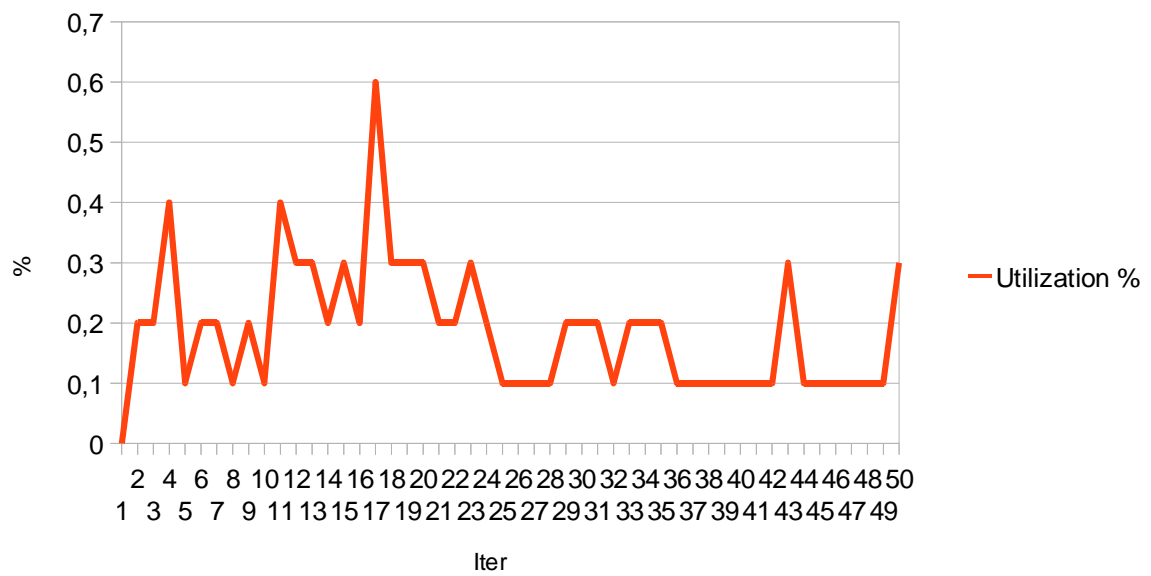
Iter	Inter-arrival msec	Jitter	Utilization %	MDI:DF msec	Avg Throughput kbps
1	5,13		0	0	4032
2	26,7		0,2	301	2285
3	16,1		0,2	433	2213
4	14,5		0,4	1083	2406
5	13,9		0,1	1691	2698
6	11,6		0,2	324	2697
7	12,1		0,2	377	2600
8	15,9		0,1	425	2581
9	12,9		0,2	393	2519
10	10,9		0,1	556	2417
11	4,17		0,4	1372	2591
12	5,56		0,3	470	2674
13	16,1		0,3	563	2756
14	4,93		0,2	339	2745
15	19,7		0,3	834	2791
16	12,8		0,2	446	2815
17	6,52		0,6	937	2962
18	13,5		0,3	442	3012
19	6,09		0,3	634	3045
20	15,7		0,3	392	3057
21	8,84		0,2	802	3076
22	12,6		0,2	294	3055
23	14,9		0,3	346	3035
24	15		0,2	346	3015
25	20,9		0,1	577	2962
26	28,7		0,1	674	2902
27	20,9		0,1	643	2839
28	19,6		0,1	622	2786
29	24,4		0,2	344	2788
30	16,9		0,2	487	2760
31	16,9		0,2	400	2748
32	20,6		0,1	667	2709
33	16,5		0,2	439	2687
34	18		0,2	431	2670
35	15,3		0,2	473	2658
36	19		0,1	591	2628
37	14,7		0,1	587	2590
38	22,7		0,1	620	2552
39	17		0,1	472	2529
40	22,4		0,1	521	2499
41	17,6		0,1	586	2472
42	14,8		0,1	541	2447
43	16,3		0,3	464	2457
44	11,1		0,1	459	2449
45	21,6		0,1	438	2429
46	17,6		0,1	484	2410
47	24		0,1	510	2396
48	22,5		0,1	494	2387
49	28,4		0,1	447	2366
50	25,4		0,3	437	2372
Maximum	81,9		0,6	1951	4032

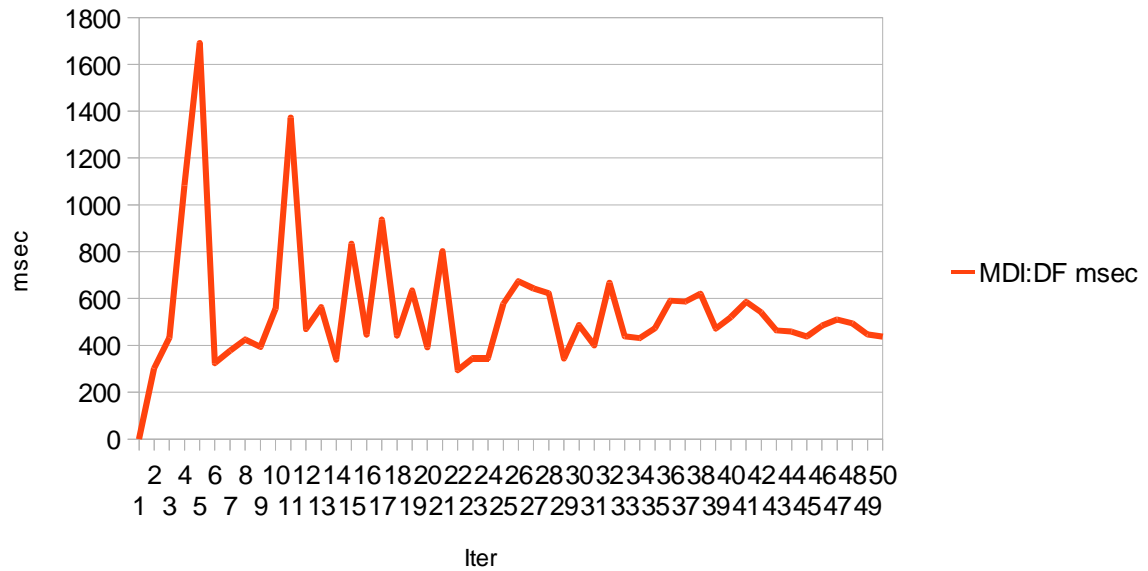
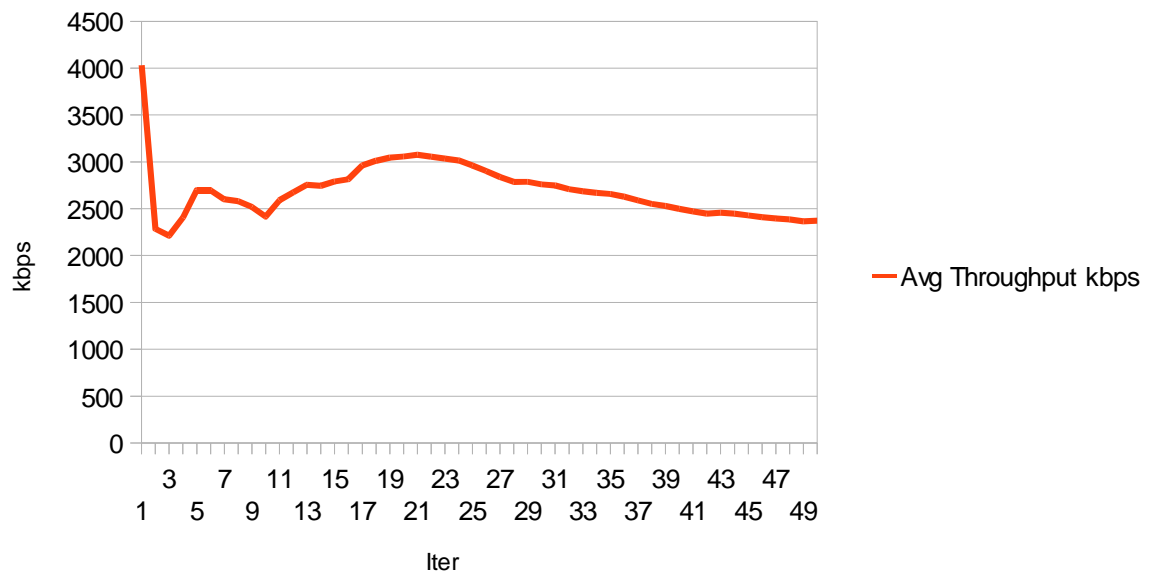
Από τις παραπάνω μετρήσεις προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα:

Inter-arrival Jitter (msec)



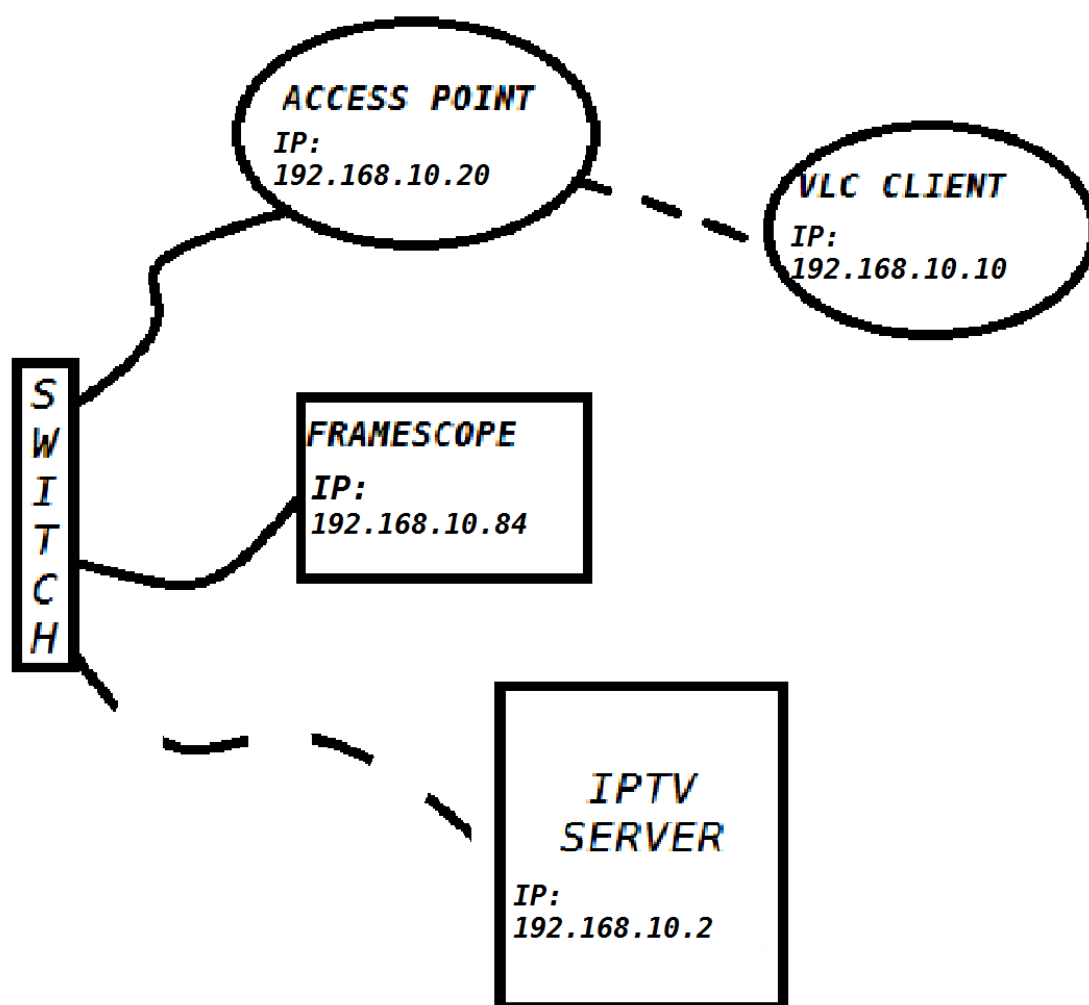
Utilization (%)



MDI:DF (msec)**Avg Throughput (kbps)**

3.1.7 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και VLC client με ένα access point στο χώρο του T.E.I. με 1024 Bitrate

Η Unicast μετάδοση που πραγματοποιήσαμε έγινε μεταξύ του Video Server και του VLC client με παθητικό ρόλο το Framescope Pro σε ένα access point στο χώρο του T.E.I. και με 1024 ρυθμό μετάδοσης. Ακολουθήσαμε τα βήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω (3.1.4) για να ρυθμίσουμε το Server και το VLC client.



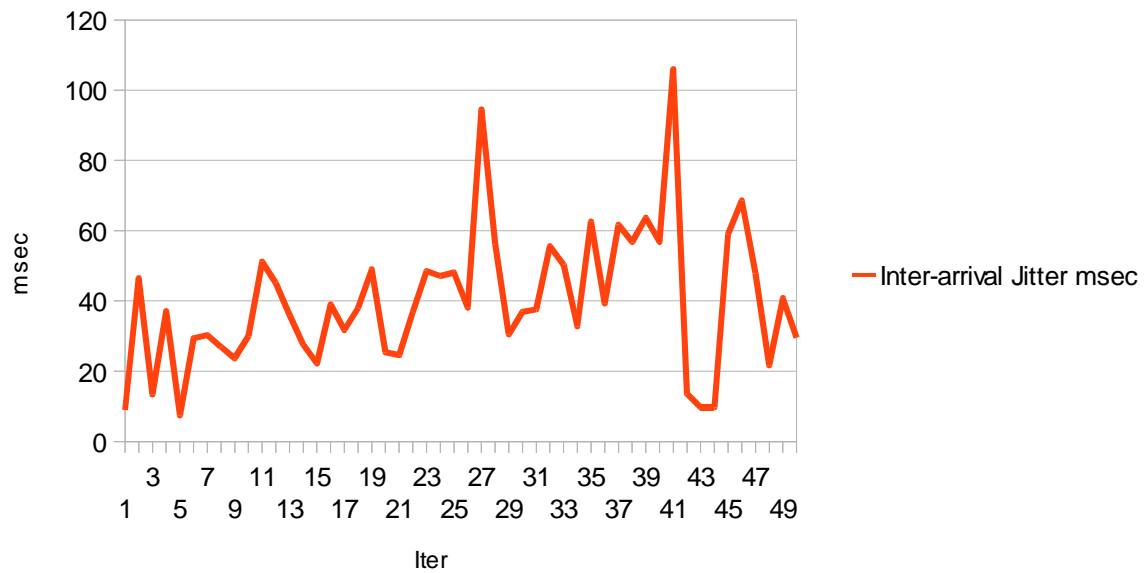
ΣΧΗΜΑ 3.30

Μερικές από τις μετρήσεις που προέκυψαν από το σενάριο αυτό είναι οι παρακάτω:

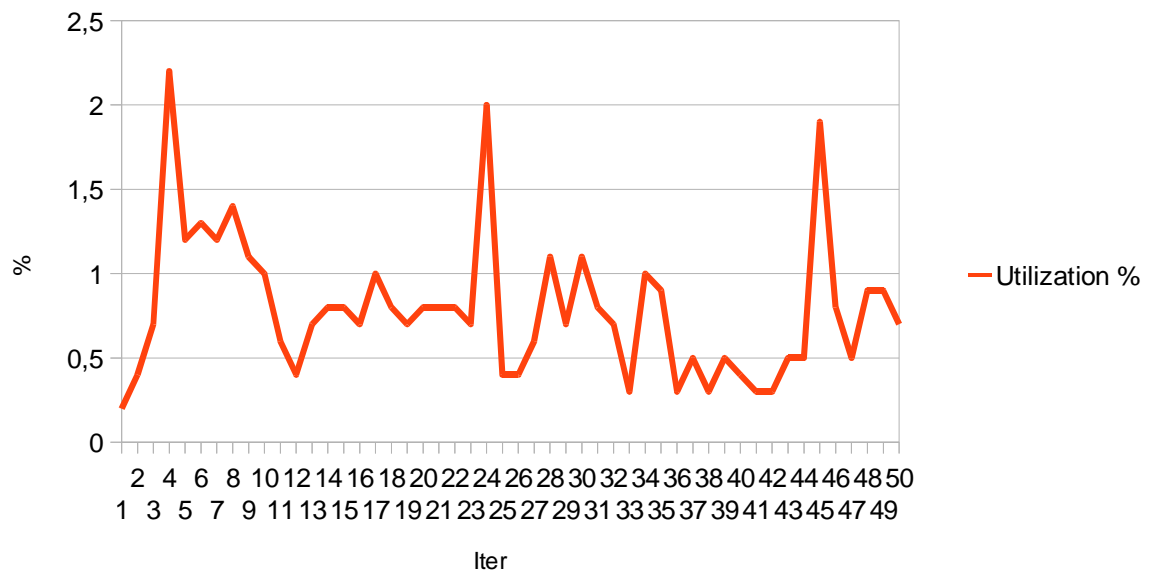
Iter	Inter-arrival Jitter msec	Utilization %	MDI:DF msec	Avg Throughput kbps
1	9	0,2	0	1400
2	46,5	0,4	557	941
3	13,4	0,7	493	894
4	37,1	2,2	1426	1065
5	7,45	1,2	536	1131
6	29,4	1,3	325	1135
7	30,3	1,2	520	1151
8	26,9	1,4	596	1180
9	23,7	1,1	349	1175
10	30	1	466	1165
11	51,2	0,6	637	1120
12	45,1	0,4	710	1071
13	36	0,7	581	1032
14	27,6	0,8	660	1007
15	22,2	0,8	994	1008
16	39	0,7	419	989
17	31,7	1	675	964
18	38	0,8	675	942
19	49	0,7	529	925
20	25,4	0,8	604	917
21	24,6	0,8	450	910
22	36,9	0,8	536	900
23	48,5	0,7	673	880
24	47,1	2	571	862
25	48,1	0,4	500	844
26	38,1	0,4	933	827
27	94,5	0,6	933	815
28	56,2	1,1	634	818
29	30,5	0,7	802	811
30	36,9	1,1	639	818
31	37,6	0,8	463	821
32	55,6	0,7	854	824
33	50,3	0,3	578	808
34	32,8	1	1294	816
35	62,6	0,9	1764	821
36	39,3	0,3	680	808
37	61,7	0,5	605	794
38	56,8	0,3	619	781
39	63,7	0,5	670	769
40	56,8	0,4	605	760
41	106	0,3	898	749
42	13,6	0,3	626	741
43	9,72	0,5	905	729
44	9,72	0,5	905	726
45	59	1,9	1561	731
46	68,6	0,8	1914	742
47	47,9	0,5	455	740
48	21,7	0,9	482	739
49	40,8	0,9	401	739
50	29,6	0,7	523	738
Maximum	256	2,2	2061	1400

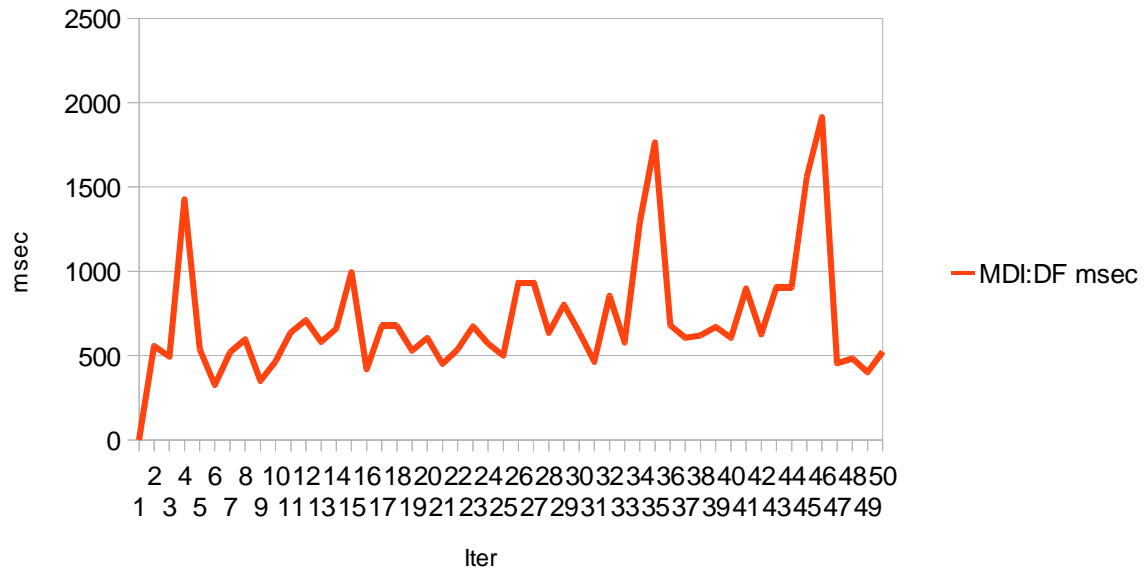
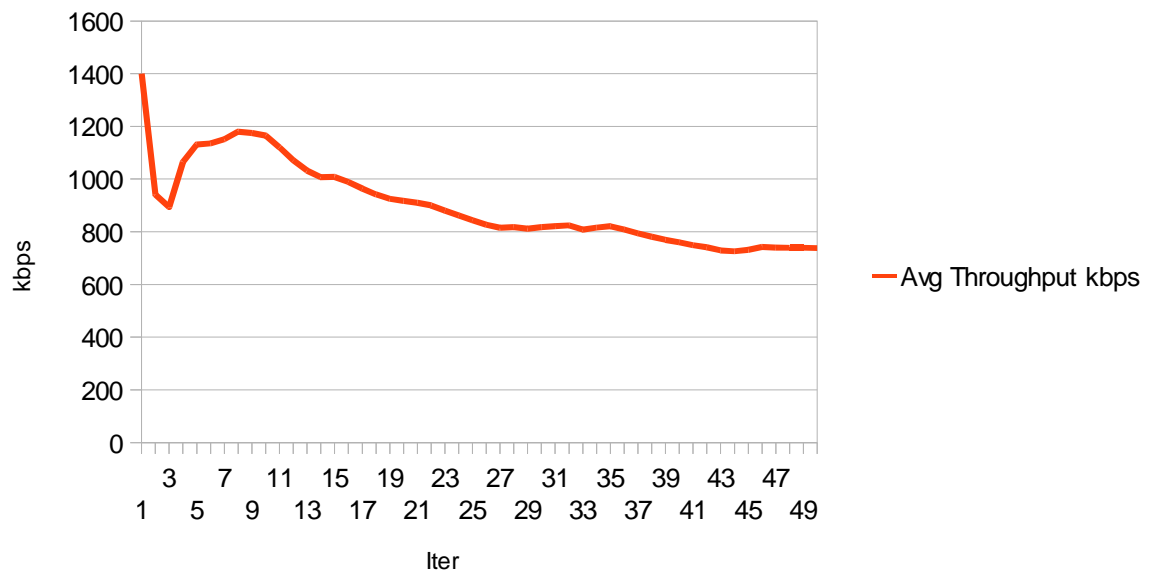
Από τις παραπάνω μετρήσεις προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα:

Inter-arrival Jitter (msec)



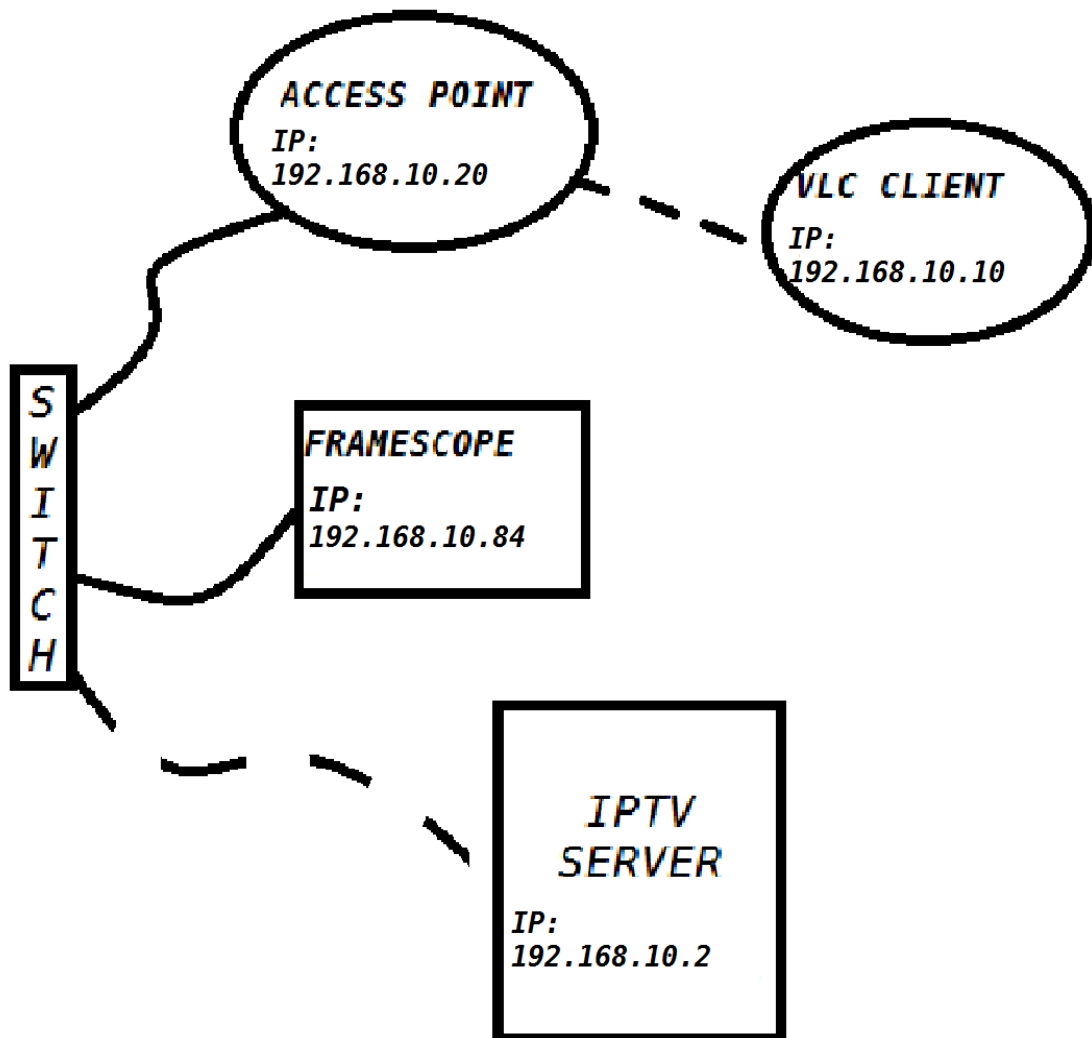
Utilization (%)



MDI:DF (msec)**Avg Throughput (kbps)**

3.1.8 Αποτελέσματα Unicast μετάδοσης μεταξύ server και VLC client με ένα access point στο χώρο του T.E.I. με 512 Bitrate

Η Unicast μετάδοση που πραγματοποιήσαμε έγινε μεταξύ του Video Server και του VLC client με παθητικό ρόλο το Framescope Pro σε ένα access point στο χώρο του T.E.I. και με 512 ρυθμό μετάδοσης. Ακολουθήσαμε τα βήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω (3.1.4) για να ρυθμίσουμε το Server και το VLC client.

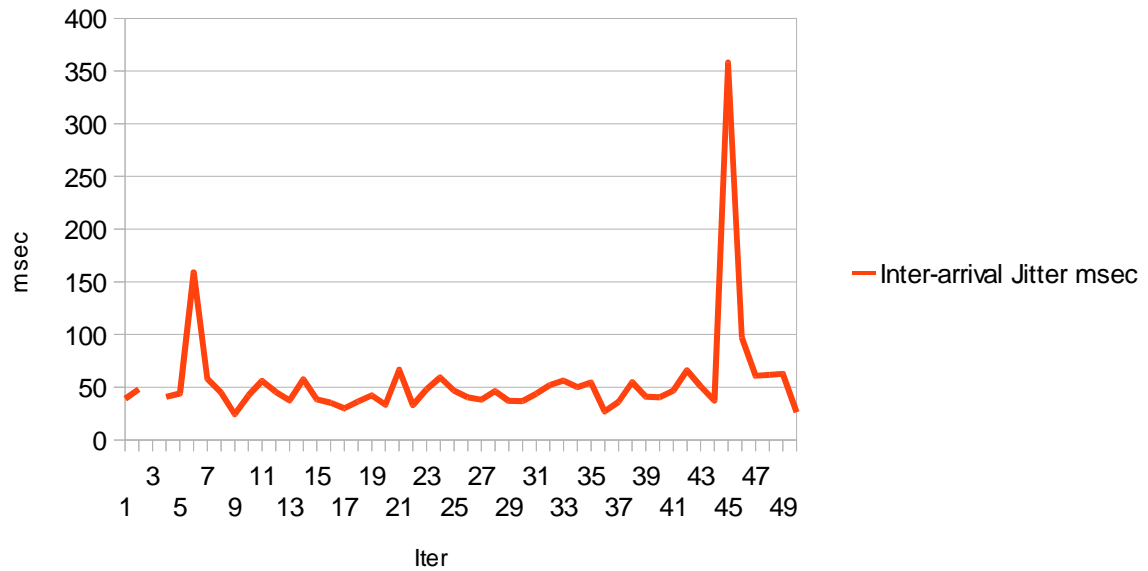


ΣΧΗΜΑ 3.31

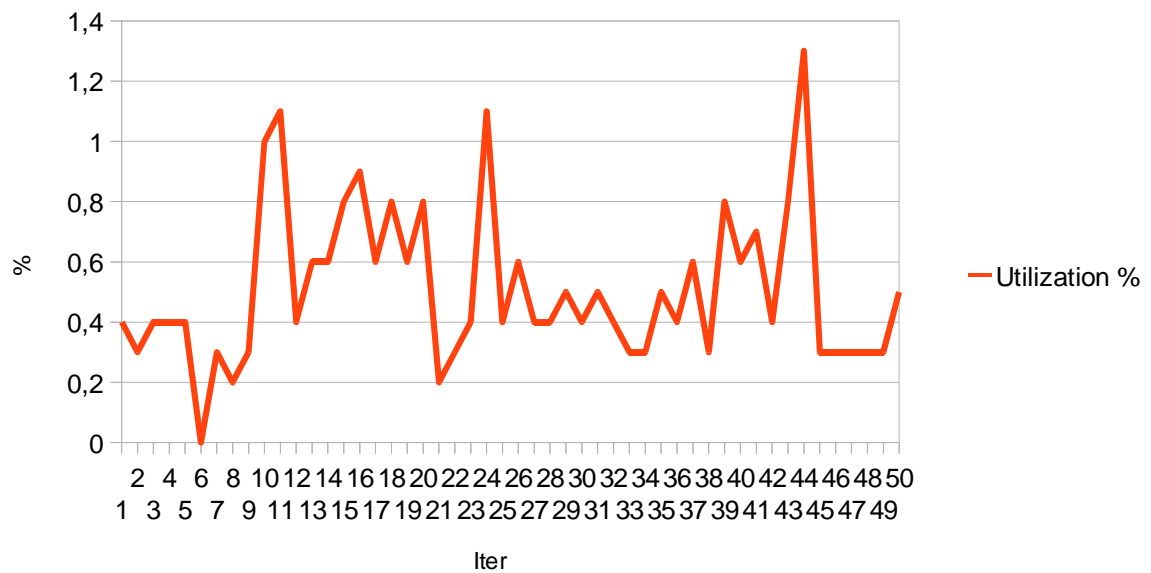
Μερικές από τις μετρήσεις που προέκυψαν από το σενάριο αυτό είναι οι παρακάτω:

Iter	Inter-arrival Jitter msec	Utilization %	MDI:DF msec	Avg Throughput kbps
1	39	0,4	0	403
2	48	0,3	538	384
3	43,5	0,4	541	411
4	40,8	0,4	599	419
5	44	0,4	567	434
6	159	0	432	394
7	57,9	0,3	3174	448
8	44,8	0,2	886	424
9	24,4	0,3	701	417
10	42	1	1680	461
11	56	1,1	1705	491
12	45,5	0,4	522	489
13	37,5	0,6	2339	516
14	57,5	0,6	574	524
15	38,4	0,8	645	532
16	35,2	0,9	771	545
17	29,9	0,6	581	550
18	36,5	0,8	735	564
19	42,2	0,6	411	565
20	33,4	0,8	556	575
21	66,5	0,2	737	562
22	33,1	0,3	460	553
23	47,9	0,4	738	551
24	59,2	1,1	2285	556
25	46,8	0,4	382	551
26	40,5	0,6	381	548
27	38,1	0,4	502	543
28	46,2	0,4	513	539
29	36,9	0,5	598	535
30	36,8	0,4	536	534
31	43,7	0,5	477	537
32	52	0,4	365	534
33	56,2	0,3	461	530
34	50	0,3	483	524
35	54,5	0,5	1305	524
36	26,9	0,4	646	522
37	36	0,6	620	524
38	54,8	0,3	833	524
39	41	0,8	1149	529
40	40,5	0,6	394	532
41	46,8	0,7	788	536
42	66,1	0,4	478	531
43	50,7	0,8	470	531
44	37,3	1,3	2192	540
45	358	0,3	494	535
46	97	0,3	570	531
47	60,8	0,3	443	526
48	61,6	0,3	500	522
49	62,7	0,3	510	518
50	26,3	0,5	533	517
Maximum	374	1,3	3174	575

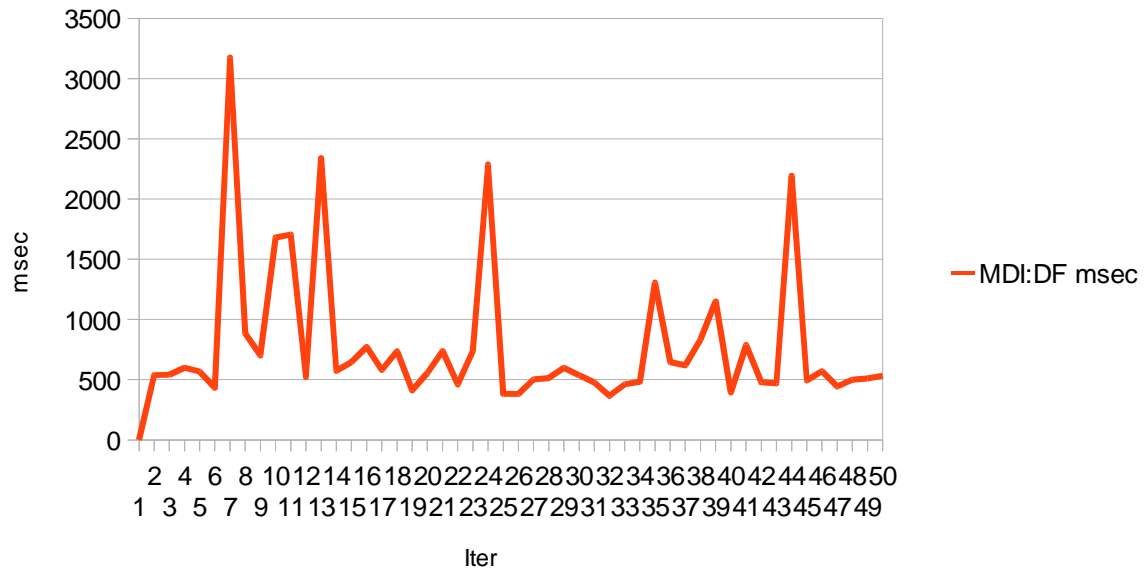
Inter-arrival Jitter (msec)



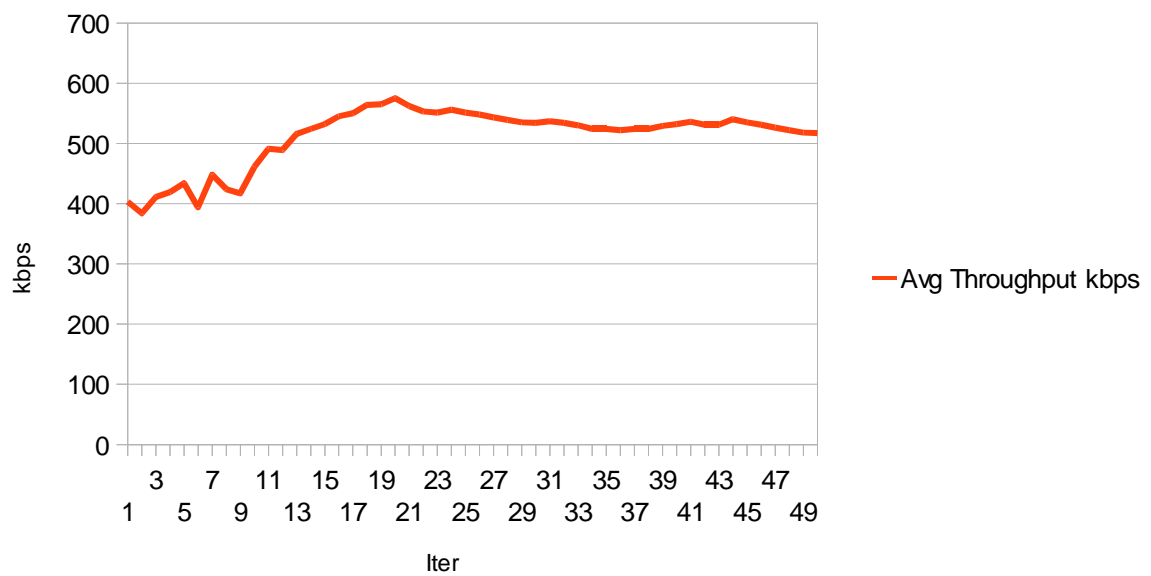
Utilization (%)



MDI:DF (msec)



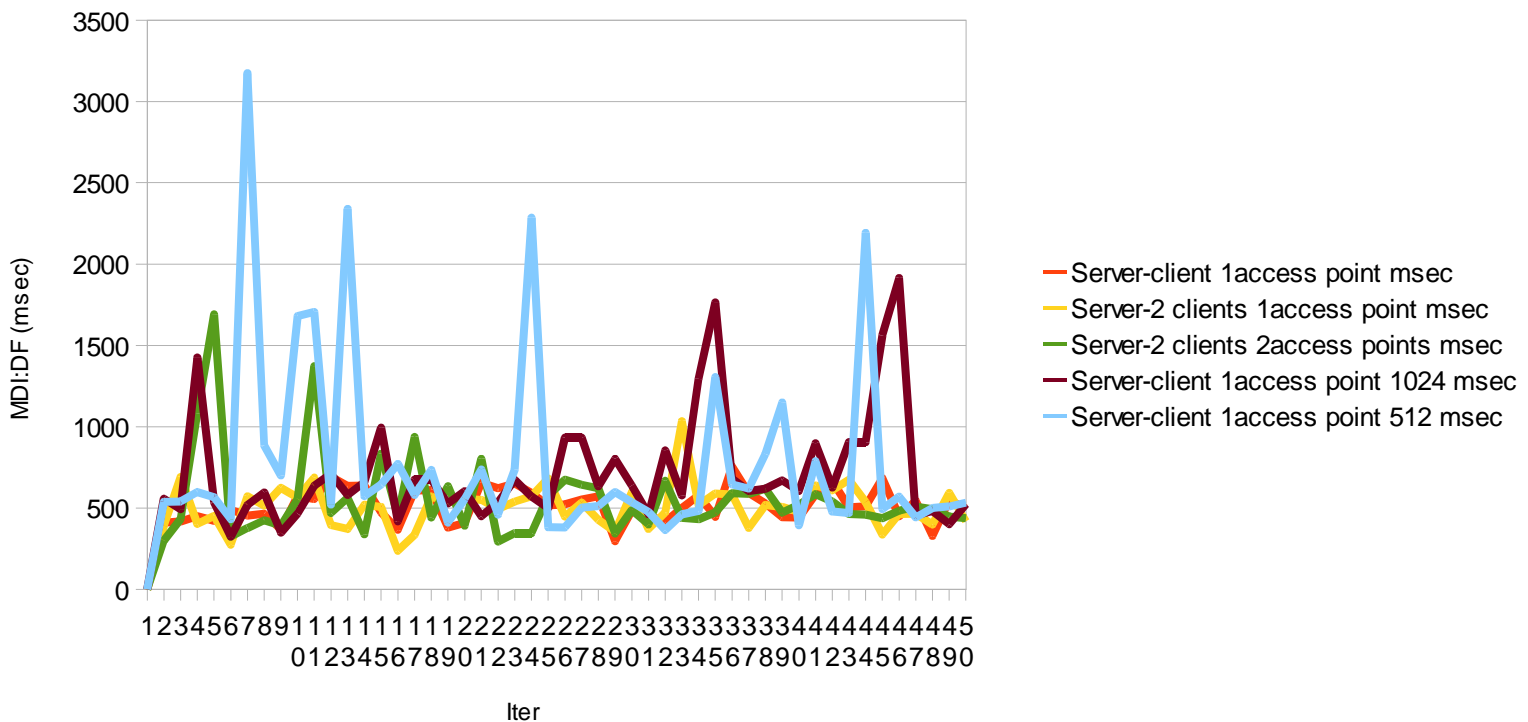
Avg Throughput (kbps)



3.1.9 Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων

Παρακάτω φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις που προέκυψαν από τις μετρήσεις. Στα γραφήματα φαίνονται οι μετρήσεις και από τις πέντε περιπτώσεις που ασχοληθήκαμε μαζί.

MDI:DF



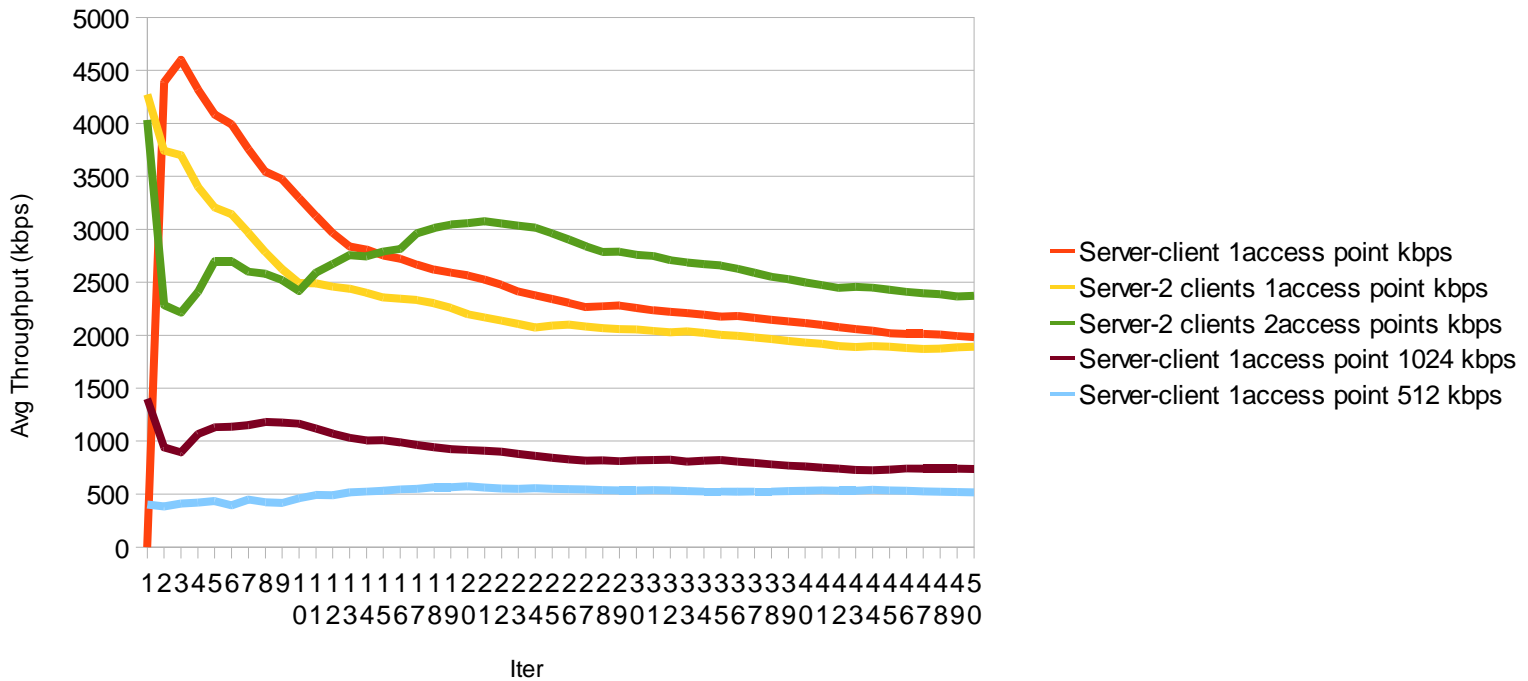
Όπως παρατηρούμε από τη γραφική παράσταση που προέκυψε από το σύνολο των μετρήσεων μας, το MDI:DF έχει μεγαλύτερη τιμή κατά τη Unicast μετάδοση μεταξύ server-client με ένα access point με bitrate 512, ενώ η χαμηλότερη τιμή είναι της Unicast μετάδοσης μεταξύ server-client με ένα access point.

Επίσης παρατηρούμε πως οι μεταδόσεις server-client 1access point και server-2client 2access points, έχουν μέγιστη τιμή MDI:DF λίγο μετά την έναρξη της μετάδοσης.

Το μέγεθος του MDI:DF που είναι αποδεκτό είναι από 9-50msec. Όπως βλέπουμε από τη γραφική παράσταση οι τιμές που προέκυψαν ξεπερνούν κατά πολύ τα επιτρεπτά όρια μειώνοντας έτσι τη ποιότητα δημιουργώντας έτσι πρόβλημα.

Για να το επιλύσουμε αυτό το πρόβλημα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε buffers των οποίων το μέγεθος θα πρέπει να κρατάει δεδομένα που να αντιστοιχούν στο χρόνο που χρειαζόμαστε ώστε το MDI:DF να βρίσκεται σε ανεκτά επίπεδα.

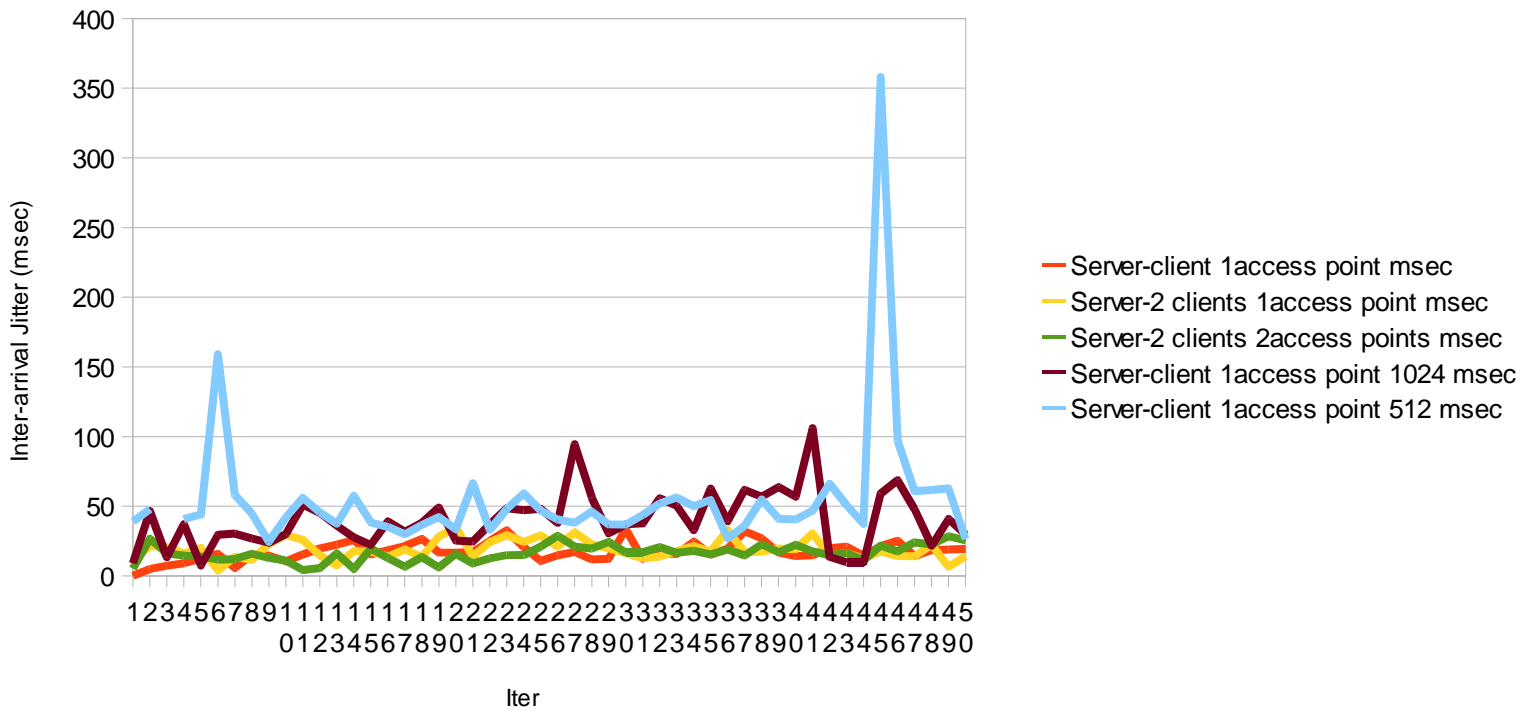
Avg Throughput (kbps)



Με βάση το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι το Throughput στις πρώτες τρεις μεταδόσεις μας αρχίζει με περίπου 4Mbps και στη συνέχεια πέφτει ανάμεσα στις τιμές 2 – 2,5Mbps, ενώ στις δυο μεταδόσεις που πραγματοποιήθηκαν στο χώρο του T.E.I. βλέπουμε ότι είναι γύρω από το bitrate που τους δώσαμε.

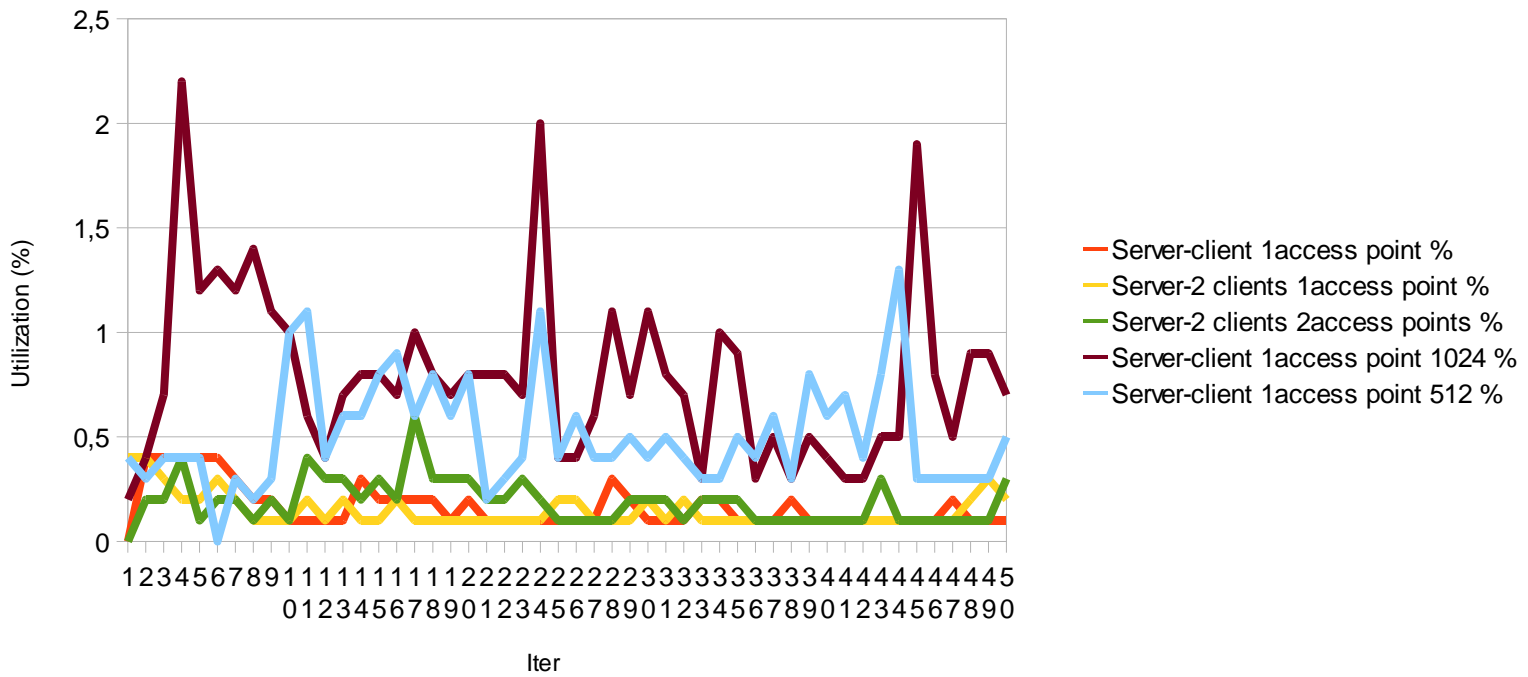
Τα μέγιστα που εμφανίζονται οφείλονται στο γεγονός πως εκείνη τη στιγμή ο client συνδέεται στο κανάλι και ζητά δεδομένα.

Inter-arrival Jitter (msec)



Με βάση το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη μετάδοση έως τη λήψη των πακέτων πληροφορίας είναι κάτω από 50 msec για όλες τις μεταδόσεις, εκτός από τις μεταδόσεις server-client 1access point 512 και server-client 1access point 1024 που ξεπερνούν αυτή τη τιμή σε κάποιες στιγμές.

Utilization (%)



Με βάση το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε το ποσοστό χρήσης της γραμμής για τη μετάδοση των πακέτων πληροφορίας από το server στο client ή στους clients. Επίσης βλέπουμε πως οι τρεις πρώτες μεταδόσεις βρίσκονται κάτω από το 0,5%, ενώ η μετάδοση server-client 1access point 1024 βρίσκεται ανάμεσα στο 0,5% - 1% και η μετάδοση server-client 1access point 512 βρίσκεται στο 0,5%.

Παράρτημα

Flamescope Pro

1 Εισαγωγή

Το Frame Scope Pro [11] είναι ένα ισχυρό φορητό εργαλείο που μπορεί να μετρήσει την απόδοση βασικών πόρων του δικτύου και να αντιμετωπίσει προβλήματα του ενεργού εξοπλισμού του.

Το Frame Scope Pro μπορεί να ελέγξει την απόδοση Voice over IP (VoIP), IPTV, και DSL εφαρμογών που εκτελούνται στο δίκτυο.

Επίσης έχει ενσωματωμένα κάποιες λειτουργίες οι οποίες του επιτρέπουν να κάνει ανάλυση της απόδοσης του δικτύου, τέτοια χαρακτηριστικά είναι το Auto Discovery, το network performance testing, το traffic generator και την εύρεση σφάλματος με την λειτουργία του wire map testing.



Στην δική μας πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήσαμε την λειτουργία του IPTV testing. Για την λειτουργία αυτή του Frame Scope Pro απαιτείται το λογισμικό N2620A-70 καθώς και το N2620A-71 για την λήψη περισσότερων τύπων μετρήσεων.

2 Περιγραφή λειτουργίας Agilent Framescope Pro

Το IPTV testing που εκτελεί το Frame Scope Pro παρέχει μετρήσεις οι οποίες βοηθούν στην μέτρηση των επιδόσεων που θα βοηθήσουν να στην σωστή εγκατάσταση και διατήρηση της ποιότητας σε ένα IPTV δίκτυο.

Το IPTV testing είναι σχεδιασμένο για να βοηθά τους τεχνικούς να εκτελούν τις παρακάτω διαδικασίες:

- Να επιβεβαιώνουν την συνδεσιμότητα του δικτύου στα επίπεδα 1 έως 3 καθώς και την σύνδεση στον IPTV Server.
- Εκκινεί το IPTV streaming για να λαμβάνετε το video κατόπιν αίτησης του πελάτη.
- Λαμβάνει μετρήσεις ώστε να μπορεί να μετρηθεί το IPTV QoS και να το συγκρίνει με καθορισμένα SLA όρια ή με τα όρια τα οποία έχει καθορίσει ο χρήστης.
- Αναγνωρίζει την βασική αιτία κάθε προβλήματος της υπηρεσίας.
- Παράγει τις εκθέσεις των δοκιμών που διεξήχθησαν.

3 Υποστηριζόμενα Πρωτόκολλα:

Σηματοδότηση:

- RTSP (RFC 2326) για το Video on Demand (VOD) streams
- IGMP v2 (RFC 2236) και v3 (RFC 3376) για multicast streaming
- Video streams με VLAN tagging (απαιτείται το N2620A-071)

Μετάδοση:

- RTP/RTCP(RFC3550)
- UDP
- Stream MPEG-2 Transport
- Unicast ή Multicast

Παράμετροι Μέτρησης:

IPTV RTP στατιστικά στοιχεία μετάδοσης (απαιτείται το N2620A-70)

- RTP μεταφορά, όπως ορίζεται στο RFC 3550
- Συνολικός αριθμός πακέτων που ελήφθησαν
- Συνολικός αριθμός πακέτων που χάθηκαν
- Inter-arrival jitter (μεταβλητή καθυστέρηση)
- Αναλογία των πακέτων που χάθηκαν

One-Way Loss Pattern Sample Metrics (απαιτείται το N2620A-071)

- ▲ Όπως ορίζεται από το RFC 3357
- ▲ Απόσταση απώλειας πακέτου
- ▲ Περίοδος απώλειας του πακέτου

IPTV στατιστικά στοιχεία (απαιτείται το N2620A-071)

- MPEG-2 Transport Stream (TS) στατιστικά στοιχεία, όπως ορίζονται στο ETSI TR 101 290:
- Απώλεια συγχρονισμού TS
- Σφάλμα συγχρονισμού byte
- PAT error
- PAT error 2
- Μετρητής σφαλμάτων συνέχειας
- PMT error
- PMT error 2
- Σφάλματα μετάδοσης
- Σφάλματα επανάληψης PCR
- Δείκτης σφάλματος ασυνέχειας PCR
- Ποιότητα συναλλαγής της Υπηρεσίας
- IGMP join latency
- IGMP leave latency
- IGMP χρόνος zapping
- Media Delivery Index (MDI, RFC 4445)
- MDI: MLR (ρυθμός απώλειας media), απαιτεί μεταφορά σε RTP
- MDI: DF (παράγοντας καθυστέρησης)
- Μέσος Όρος ρυθμοαπόδοσης

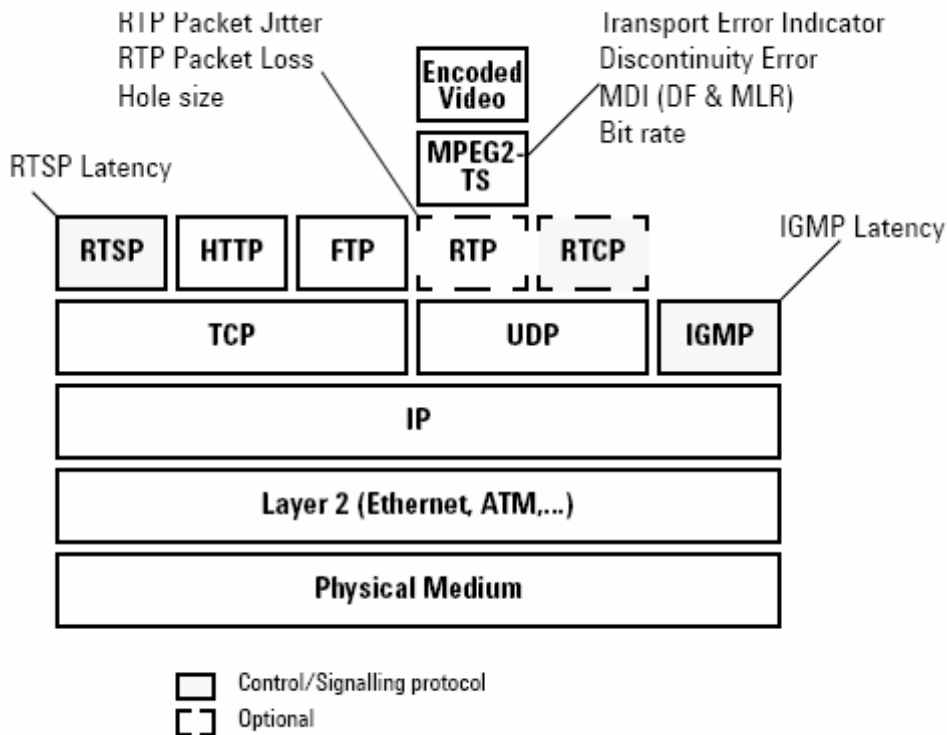
Εκθέσεις Δοκιμών:

- Εμφάνιση των αποτελεσμάτων όλων των δοκιμών για ανασκόπηση
- Γεγονότα σηματοδότησης (IGMP ή RTSP)
- Μετρήσεις για την ποιότητα του σήματος video

4 Μέθοδος με την οποία εξετάζεται η ποιότητα του Video

Επισκόπηση Μετρήσεων:

Το Frame Scope Pro υποστηρίζει είτε το RTSP είτε το IGMP πρωτόκολλο και IPTV QoS ανάλυση στο IP και MPEG επίπεδα όπως φαίνετε στο παρακάτω διάγραμμα:



Ρύθμιση IPTV καναλιών και έλεγχος:

Και τα δυο, RTSP και IGMP υποστηρίζονται για να ελέγξουν το setup IPTV καναλιού. Το Frame Scope Pro συμπεριφέρεται ως ένας RTSP πελάτης και μπορεί να θεσπίσει μια RTSP συνεδρία με τον media server, διευκρινίζοντας τις ανεκτές από τον χρήστη παραμέτρους της μετάδοσης. Ο media server αναμένεται να επιβεβαιώσει τις επιλεγμένες παραμέτρους και να απαντήσει με τις παραμέτρους από την μεριά του server.

Μόλις ολοκληρωθεί το setup, το Frame Scope Pro ενημερώνει τον Server να ξεκινήσει ή να σταματήσει στέλλει δεδομένα χρησιμοποιώντας έναν μηχανισμό καθοριζόμενο από τον χρήστη.

Για την Multicast μετάδοση, το Frame Scope Pro χρησιμοποιεί το IGMP για συμμετάσχει ή να αποχωρήσει από την multicast διεύθυνση στην οποία αποστέλλονται τα δεδομένα.

Λήψη Stream:

Το video μπορεί να αποτελείται από ένα ή δύο RTP κανάλια (ένα για εικόνα και ένα για ήχο). Σε μία τέτοια περίπτωση το Frame Scope Pro θα πάρει μετρήσεις και θα συλλέξει αποτελέσματα και για τα δυο RTP streams.

Σε ορισμένες ρυθμίσεις του δικτύου με τα firewall, τα stream δεδομένων μπορεί να είναι διαστρωμένα με το RTSP. Αυτή η διαστρωμάτωση δεν υποστηρίζεται. Ο media server θα πρέπει να στέλνει τα stream δεδομένων σε κανάλια μετάδοσης τα οποία είναι χωρισμένα από τα RTSP κανάλια.

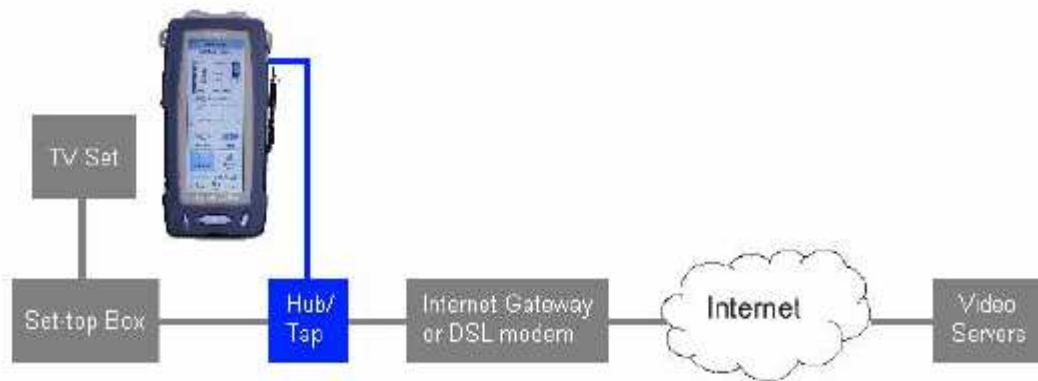
Μετρήσεις ποιότητας Stream:

Το λογισμικό για το IPTV test εκτελεί μετρήσεις ποιότητας video υπολογίζοντας την συνολική απώλεια των πακέτων, την συχνότητα με την οποία χάνονται τα πακέτα και το jitter (μεταβλητή καθυστέρηση) χρησιμοποιώντας την ακολουθία και χρονοσφραγίδα στην επικεφαλίδα του RTP.

Σενάρια δοκιμών:

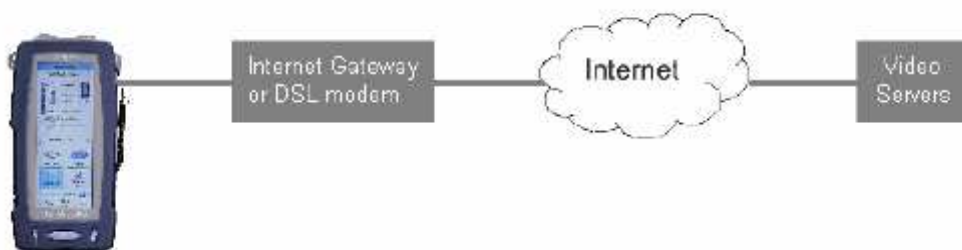
Το Frame Scope Pro υποστηρίζει δύο σενάρια δοκιμών, το Monitor test mode και το Terminate test mode.

Monitor Mode



Στο Monitor mode, ένα set-top box χρησιμοποιείται για να κινήσει το IPTV κανάλι setup και να αλλάζει κανάλια κατά την διάρκεια που το Frame Scope Pro αναλύει τις IPTV παραμέτρους κίνησης.

Terminate mode



Στο Terminate mode, το Frame Scope Pro υποστηρίζει και τα δυο RTSP και IGMP για να ελέγξει το setup του IPTV καναλιού. Για την δοκιμή σε multicast video streaming, το Frame Scope Pro χρησιμοποιεί το IGMP για να συμμετάσχει και να αποχωρήσει από εκείνες τις multicast διευθύνσεις στις οποίες το περιεχόμενο αποστέλλετε. Το Terminate mode είναι η προεπιλεγμένη ρύθμιση για τις IPTV δοκιμές.

Βιβλιογραφία

- 1) RFC 2680 “Packet Loss”
- 2) www.nearearthllc.com “ IPTV – The Future of Television?”
- 3) www.dsl.com “Network structures, the internet, IPTV and QoE”
- 4) www.masternewmedia.org “IPTV vs Internet TV”
- 5) Oliver Warner “Broadcast Requirements for IPTV”
- 6) www.dsl.com “Convergence of TV and Internet”
- 7) VTT Technical Research Centre of Finland “Wireless IPTV Development platform
- 8) www.castify.net “Video QoS measurement for IPTV Networks”
- 9) Kimo.K.Saarela “ADSL”
- 10) Pery Hakola “DSL technologies and ADSL”
- 11) N2620 Agilent Framescope Pro Manual (www.home.agilent.com)