

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΟΠΤΙΚΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΤΣΑΒΔΑΡΙΔΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ mai16023

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
ΠΕΤΡΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ, Επίκουρη Καθηγήτρια

Σκοπός της διπλωματικής

- ▶ Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η διερεύνηση των διαφορετικών τύπων αρχιτεκτονικών PON ως μία προσέγγιση της εισαγωγής των οπτικών ινών στα δίκτυα πρόσβασης και η παρουσίαση του οπτικού διαδικτύου.

Αρχιτεκτονική POL



Παραδοσιακή αρχιτεκτονική τριών επιπέδων



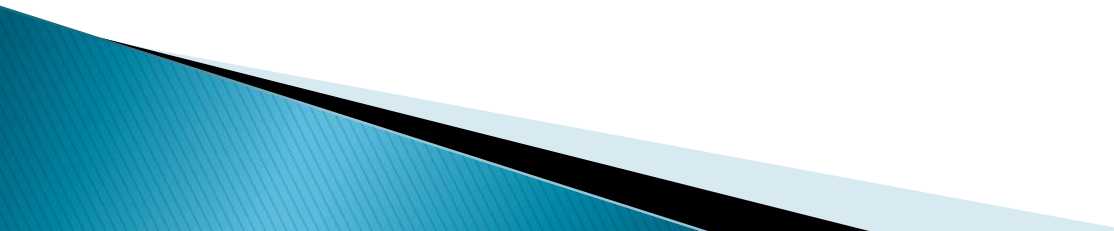
Γενική Αρχιτεκτονική POL

Τεχνολογίες PON

Τεχνολογία	Έτος	Ρυθμός Καθόδου	Ρυθμός Ανόδου	Εμβέλεια
APON/BPON	1998	1,244 Gbps	622 Mbps	20 km
EPON	2001	1,25 Gbps	1,25 Gbps	20 km
GPON	2004	2,48 Gbps	2,48 Gbps	20 km
XGPON	2009	10 Gbps	2,5 Gbps	20 km
NG-PON2	2015	40 Gbps	10 Gbps	20 Km

Οικονομικά-Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα POL

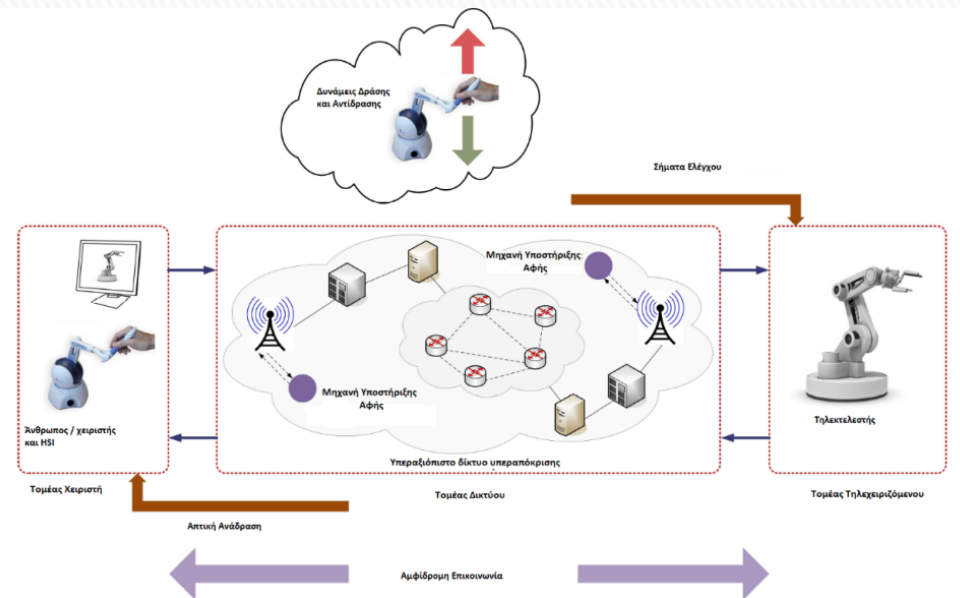
Οικονομικά/Περιβαλλοντικά οφέλη:

- Το κόστος κεφαλαίου (Capital Expenditure – CapEx) που σχετίζεται με τον εξοπλισμό και την υποδομή των POL είναι έως και 40% χαμηλότερο.
 - Τα λειτουργικά έξοδα (Operational Expenditure – OpEx) του συστήματος είναι από 50% έως 70% χαμηλότερα.
 - Μειωμένη φυσική υποδομή εγκαταστάσεων καλωδίων (έως και 90% λιγότερα υλικά).
 - Μείωση της επιφάνειας των κτηρίων που απαιτείται για τηλεπικοινωνιακούς χώρους.
 - Αύξηση του κύκλου ζωής της υποδομής.
- 

Απτικό Διαδίκτυο

- ▶ Το Απτικό Διαδίκτυο (Tactile Internet – TI), επιτρέπει τη μετάδοση αφής και κίνησης σε πραγματικό χρόνο.
- ▶ Δύο διαφορετικά είδη ανάδρασης:
 - την **κιναισθητική ανάδραση**, που παρέχει πληροφορίες για τη δύναμη, τη ροπή, τη θέση, την ταχύτητα και
 - την **απτική ανάδραση**, που παρέχει πληροφορίες για την υφή επιφανειών, την τριβή και άλλες τέτοιες παραμέτρους.

Αρχιτεκτονική Απτικού Διαδικτύου



- ▶ Η αρχιτεκτονική του Απτικού Διαδικτύου χωρίζεται σε τρεις διακριτούς τομείς: **τον τομέα του χειριστή (master domain), τον τομέα του δικτύου και τον τομέα του τηλεχειριζόμενου (slave domain).**
- ▶ Η απτική τηλεπαρουσία επιτρέπει την διαχείριση αντικειμένων σε απομακρυσμένο περιβάλλον.

Μοντελοποίηση

- ▶ Ο πειραματισμός στα δίκτυα, είναι ο πιο ρεαλιστικός τρόπος προσέγγισης αλλά επίσης και ο πιο απαγορευτικός, λόγω χρόνου και κόστους.
- ▶ Η μοντελοποίηση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή βοηθάει στη σχεδίαση και τη δοκιμή, με στόχο την βελτιστοποίηση πριν από την εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο.

Μοντέλο μελέτης

- ▶ Το μοντέλο το οποίο μελετάτε στην παρούσα διπλωματική, είναι ένα παθητικό οπτικό δίκτυο Ethernet (EPON), αποτελούμενο από ένα τερματικό OLT με τέσσερις ONUs. Επιλέχθηκε το EPON, γιατί είναι η πιο ελκυστική τεχνολογία μεταξύ των τεχνολογιών PON, λόγω της οικειότητας με το Ethernet, αφού το EPON είναι η υλοποίηση του Ethernet στο οπτικό παθητικό δίκτυο.
- ▶ Για την ONU υπάρχουν τρεις καταστάσεις λειτουργίας:
 - η ενεργή κατάσταση (active mode) με κατανάλωση ενέργειας 3,85W,
 - η κατάσταση ακρόασης (listen mode) με κατανάλωση ενέργειας 1,28W και
 - η κατάσταση ύπνου (sleep mode) με κατανάλωση ενέργειας 0,75W.

Μοντέλο μελέτης

- ▶ Όταν μία ONU λαμβάνει δεδομένα από το OLT είναι σε active mode, όταν δεν λαμβάνει δεδομένα, μπαίνει listen mode για χρονικό διάστημα x και μετά μεταβαίνει σε sleep mode για χρονικό διάστημα y . Στην περίπτωση μετάδοσης δεδομένων προς την ONU όσο αυτή είναι σε listen mode δηλαδή, κατά το διάστημα x , αυτή μπορεί να διακόψει επιστρέφοντας στην active mode. Αν όμως, η μετάδοση γίνει όταν είναι σε sleep mode, τότε θα πρέπει να αναμένει όσο διαρκεί το διάστημα y . Στη φάση αυτή, τα πακέτα προς μετάδοση, αποθηκεύονται προσωρινά στην OLT που στο μοντέλο μας είναι 9 MB.

Χώρος Καταστάσεων

ΧΩΡΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ 1 ΟΝΥ

Αριθμός Πακέτων	1000
Καταστάσεις	215
Αρχική κατάσταση	1
Μεταβάσεις	399

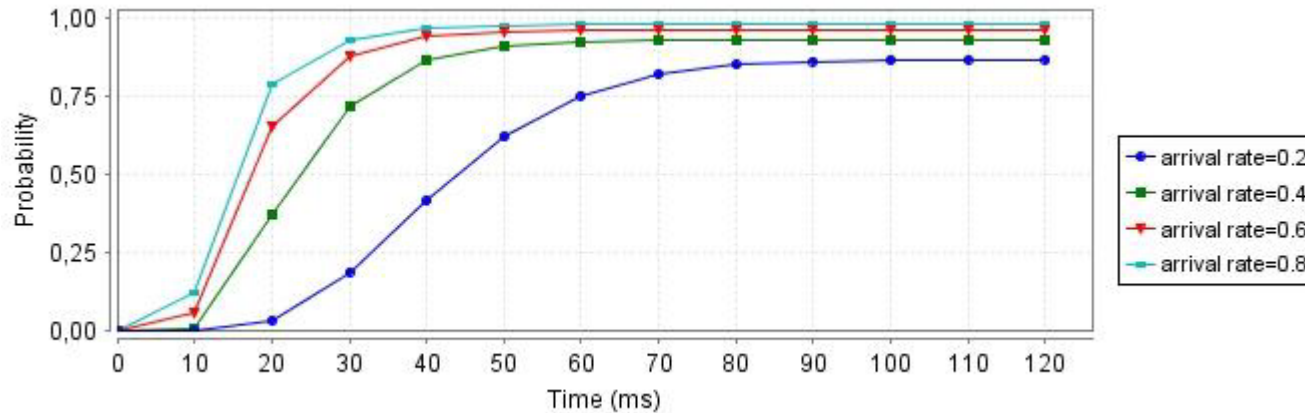
ΧΩΡΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ 4 ΟΝΥs

Αριθμός Πακέτων	1000
Καταστάσεις	39.745
Αρχική κατάσταση	1
Μεταβάσεις	178.300

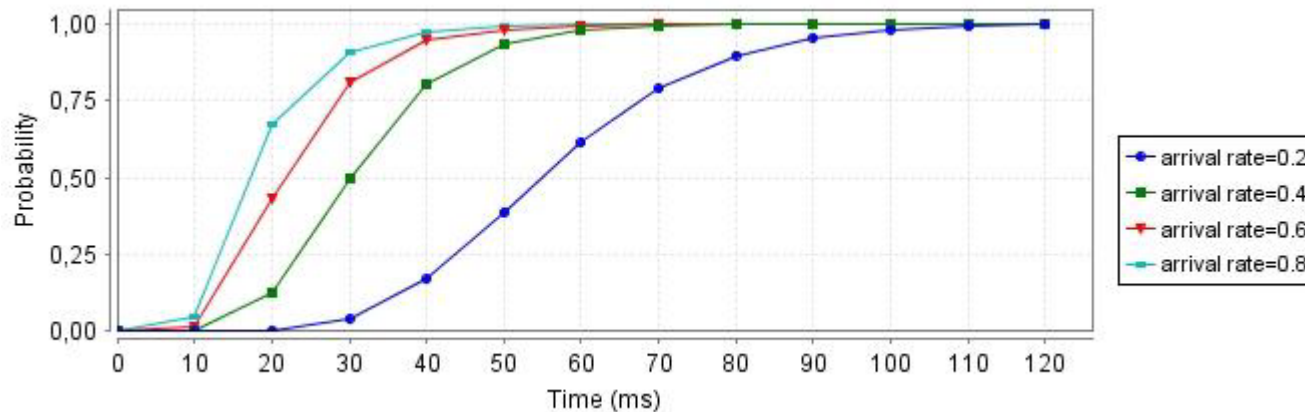
1000 πακέτα, με ρυθμό άφιξης από $\lambda=0,2 \cdot 10^2$ πακέτα έως και $\lambda=0,8 \cdot 10^2$ πακέτα με βήμα 0,2

1000 πακέτα με ρυθμό άφιξης από $\lambda=0,2 \cdot 10^2$ πακέτα έως και $\lambda=0,8 \cdot 10^2$ πακέτα με βήμα 0,2

Η πιθανότητα η OLT να μεταδώσει επιτυχώς πακέτα με διαφορετικούς ρυθμούς άφιξης



Η πιθανότητα η OLT να μεταδώσει επιτυχώς σε 1 ONU 1000 πακέτα με διαφορετικούς ρυθμούς άφιξης



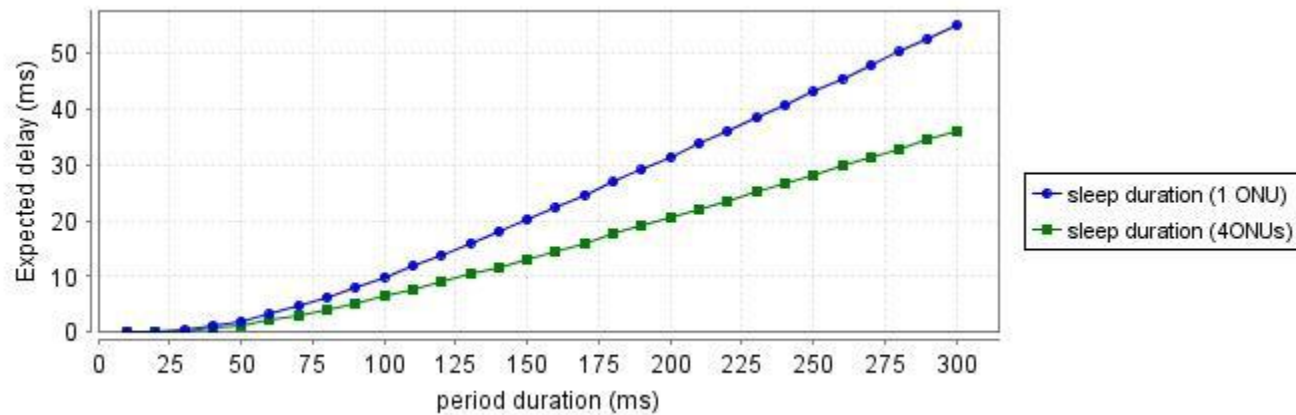
Η πιθανότητα η OLT να μεταδώσει επιτυχώς σε 4 ONUs 1000 πακέτα με μεταβαλλόμενο αριθμό άφιξη

Πίνακας τιμών

1 ONU		
λ	Πιθανότητα	Χρόνος
0,2*10 ² πακέτα	0,86	110 ms
0,4*10 ² πακέτα	0,93	70 ms
0,6*10 ² πακέτα	0,96	60 ms
0,8*10 ² πακέτα	0,98	60 ms

4 ONUs		
λ	Πιθανότητα	Χρόνος
0,2*10 ² πακέτα	0.99	110 ms
0,4*10 ² πακέτα	0.99	70 ms
0,6*10 ² πακέτα	0.99	60 ms
0,8*10 ² πακέτα	0.99	50 ms

Η αναμενόμενη καθυστέρηση σε σχέση με την διάρκεια του sleep mode

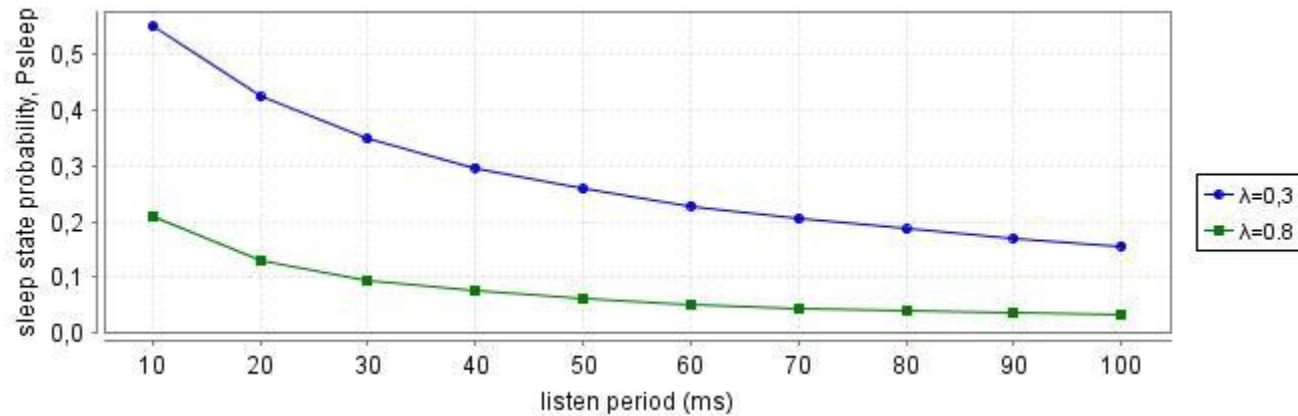


Η αναμενόμενη καθυστέρηση σε σχέση με την διάρκεια του sleep mode

Πίνακας τιμών

Διάρκεια sleep mode	Αναμενόμενη καθυστέρηση 1 ONU	Αναμενόμενη καθυστέρηση 4 ONUs
10 ms	0 ms	0 ms
60 ms	3,2 ms	2,1 ms
120 ms	13,9 ms	9,0 ms
180 ms	26,9 ms	17,5 ms
240 ms	40,7 ms	26,6 ms
300 ms	55,0 ms	36,0 ms

Η πιθανότητα μία ONU να βρεθεί σε sleep mode όσο είναι σε listen mode

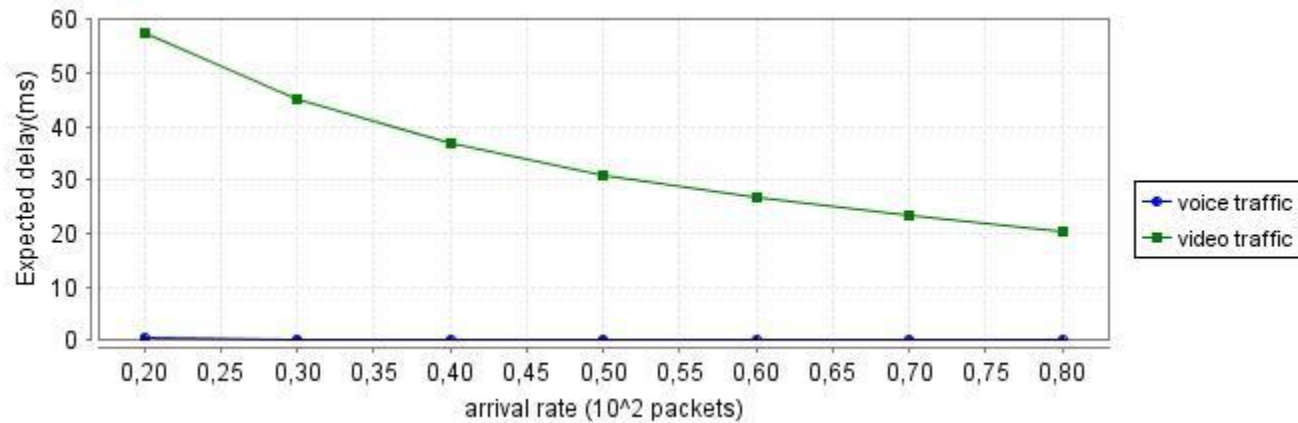


Η πιθανότητα μία ONU να βρεθεί σε sleep mode όσο είναι σε listen mode

Πίνακας τιμών

Διάρκεια listen mode	πιθανότητα για $\lambda=0,3 \cdot 10^2$ packets	πιθανότητα για $\lambda=0,8 \cdot 10^2$ packets
10 ms	0,54	0,20
50 ms	0,25	0,06
100 ms	0,15	0,03
150 ms	0,11	0,02
200 ms	0,08	0,01
250 ms	0,07	0,01
300 ms	0,06	0,01

Η αποδεκτή καθυστέρηση και το class of Service

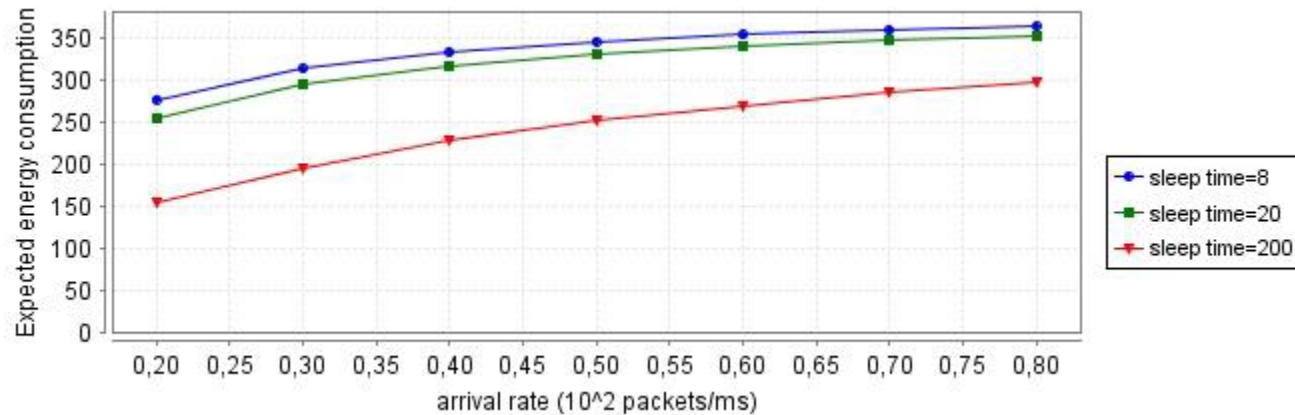


Η αποδεκτή καθυστέρηση και το class of Service

Πίνακας τιμών

Ρυθμός άφιξης (10^2 packets)	Καθυστέρηση Voice traffic	Καθυστέρηση Video traffic
0.2	0.38 ms	57.4 ms
0.3	0.15 ms	45.0 ms
0.4	0.08 ms	36.8 ms
0.4	0.06 ms	31.0 ms
0.6	0.04 ms	26.7 ms
0.7	0.03 ms	23.2 ms
0.8	0.02 ms	20.5 ms

Η αναμενόμενη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τον ρυθμό άφιξης και το sleep mode



Η αναμενόμενη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τον ρυθμό άφιξης και το sleep mode

Πίνακας τιμών

Ρυθμός άφιξης (10 ² packets)	Διάρκεια sleep mode 8 ms	Διάρκεια sleep mode 20 ms	Διάρκεια sleep mode 200 ms
0,2	278 mw	255 mw	156 mw
0,3	314 mw	295 mw	197 mw
0,4	334 mw	317 mw	228 mw
0,5	346 mw	331 mw	252 mw
0,6	355 mw	341 mw	270 mw
0,7	360 mw	348 mw	285 mw
0,8	365 mw	353 mw	297 mw

Συμπεράσματα

- ▶ Η πιθανότητα επιτυχούς αποστολής πακέτων από την OLT είναι μεγάλη. Η μεγάλη διάρκεια sleep mode βελτιώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, αλλά αυξάνει την καθυστέρηση (delay). Ο μεγάλος ρυθμός άφιξης μειώνει την πιθανότητα να πέσει σε sleep mode η ONU καθώς αυτή είναι συνεχώς σε λειτουργία. Το μοντέλο έχει καθυστέρηση, η οποία ικανοποιεί το Class of Service και κατά συνέπεια το Quality of Service.

Ευχαριστώ