

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
Εαρινό Εξάμηνο 2018

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ:

**“Προσομοίωση Vehicular Ad-hoc NETwork
(VANET) σε Mininet-Wifi”**

Καλαμάρη Αγγελική / 1115201400255
Αθανασίου Ανδρέας / 1115201400005
Σακελλαρίδης Ιωάννης / 1115201400307

0. Εισαγωγή

Η προσομοίωση γίνεται σε Mininet Wifi το οποίο τρέχει σε lubuntu VirtualBox με python 2.7. Σκοπός της εργασίας είναι η αναπαράσταση των πειραμάτων όπως αυτά περιγράφονται στα εξής papers:

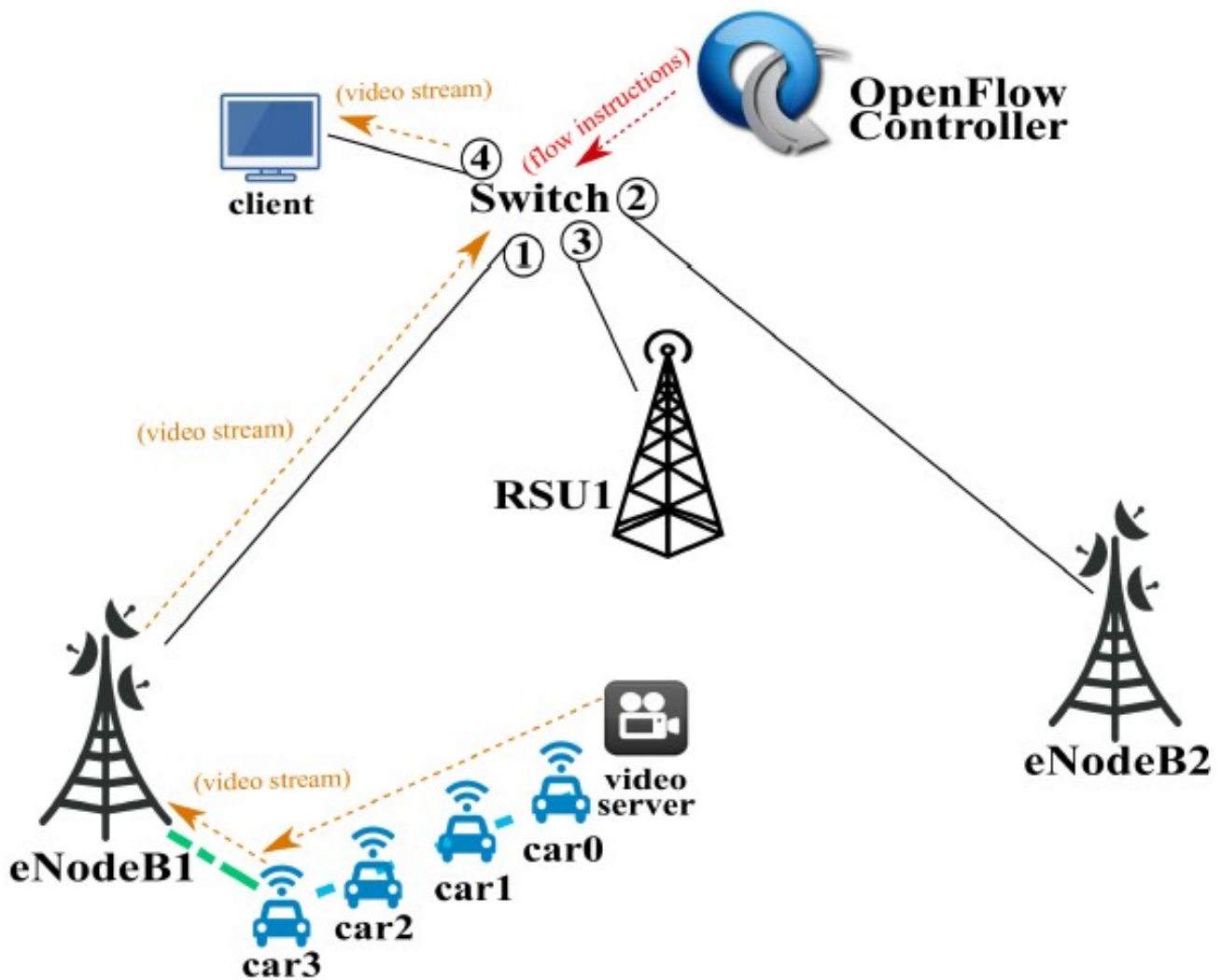
- *From Theory to Experimental Evaluation: Resource Management in Software-Defined Vehicular Networks*, **Ramon Fontes, Christian Esteve Rothenberg et. al.**
- *Mininet-WiFi: A Platform for Hybrid Physical-Virtual Software-Defined Wireless Networking Research*, **Ramon Fontes, Christian Esteve Rothenberg**

Η εκτέλεση της εργασίας γίνεται για το πρώτο σκέλος της εργασίας μέσω της εντολής `sudo python experiment1.py` και για το δεύτερο σκέλος `sudo python experiment2.py`.

1. Πείραμα 1

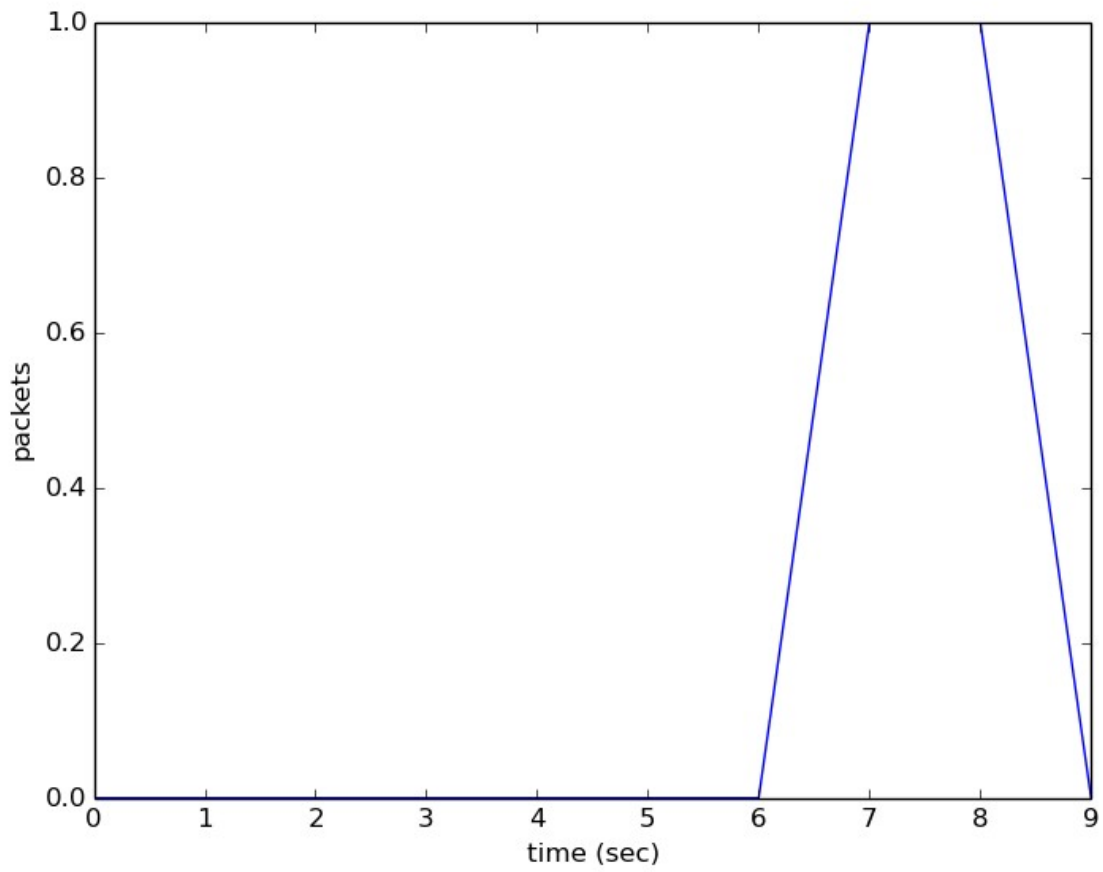
1.1 Πρώτη Φάση

Το car0 αναμεταδίδει το βίντεο στο car1 το οποίο με την σειρά του αναμεταδίδει στο car2 και το οποίο αναμεταδίδει στο car3. Τέλος το car3 συνδέεται με το eNodeB1.

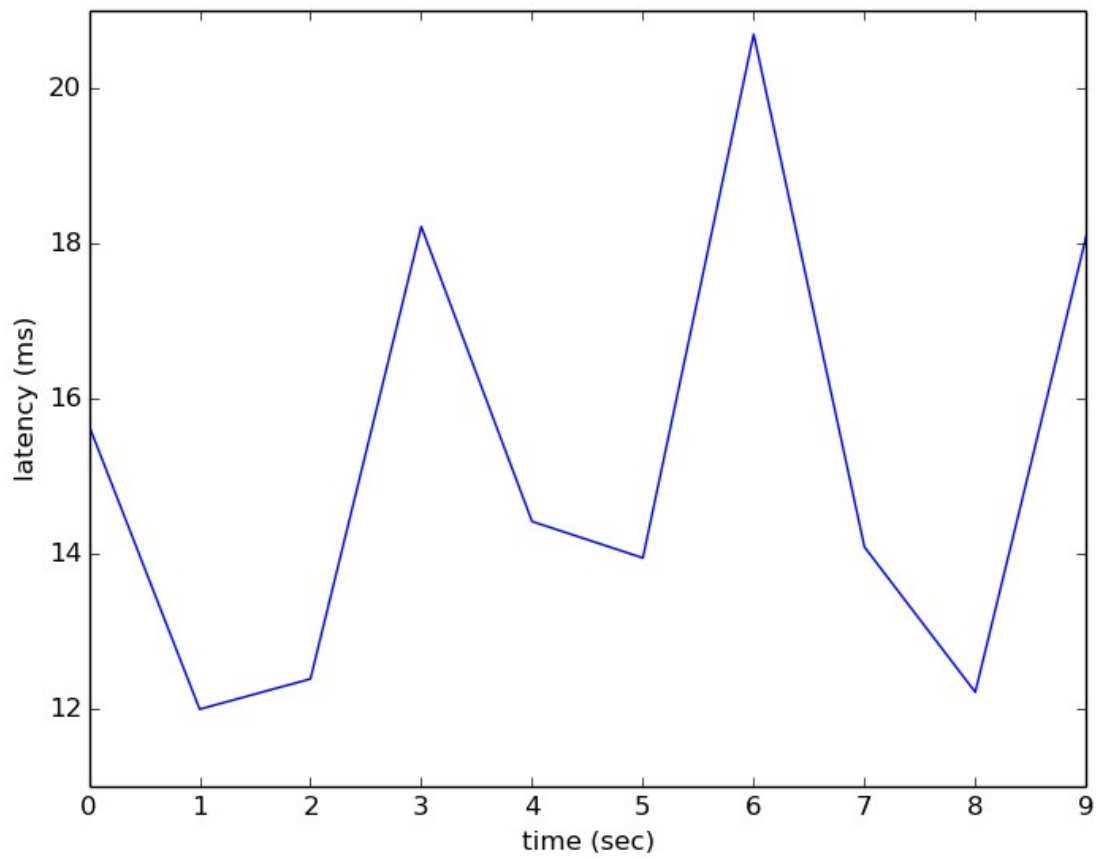


(a) Phase 1

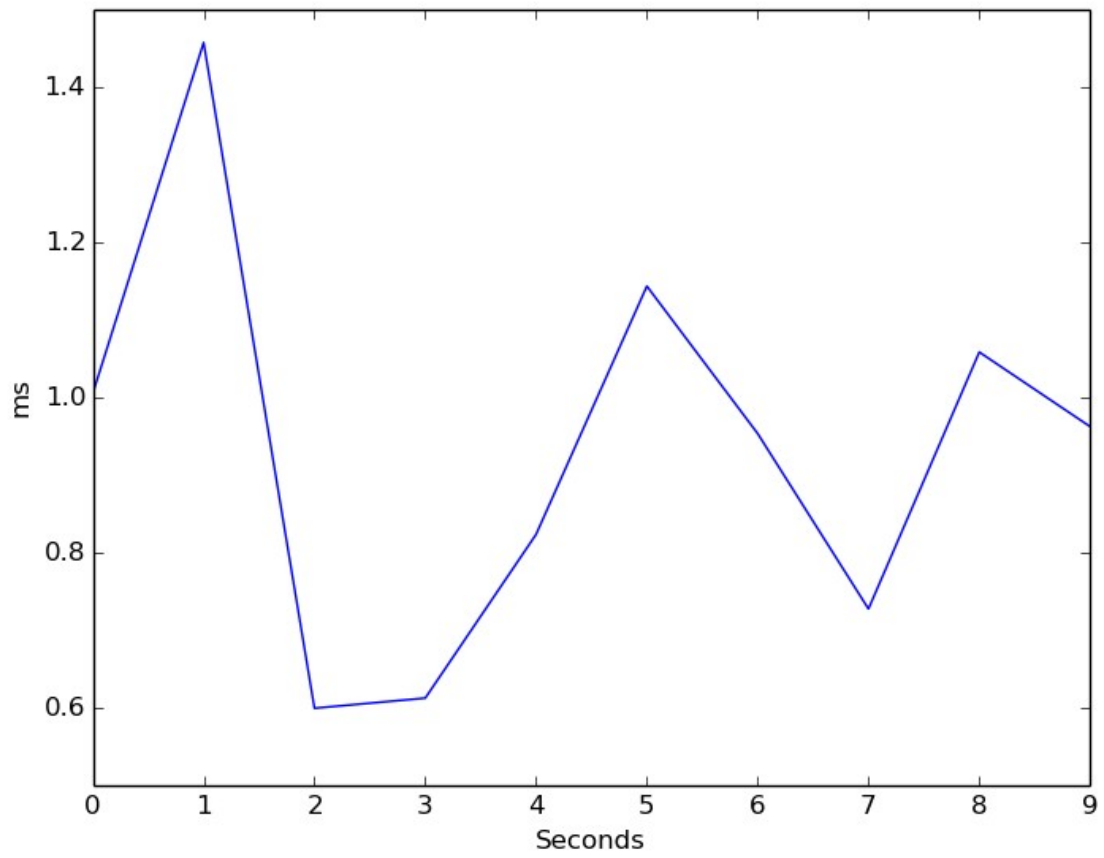
[Phase 1] Packet Loss



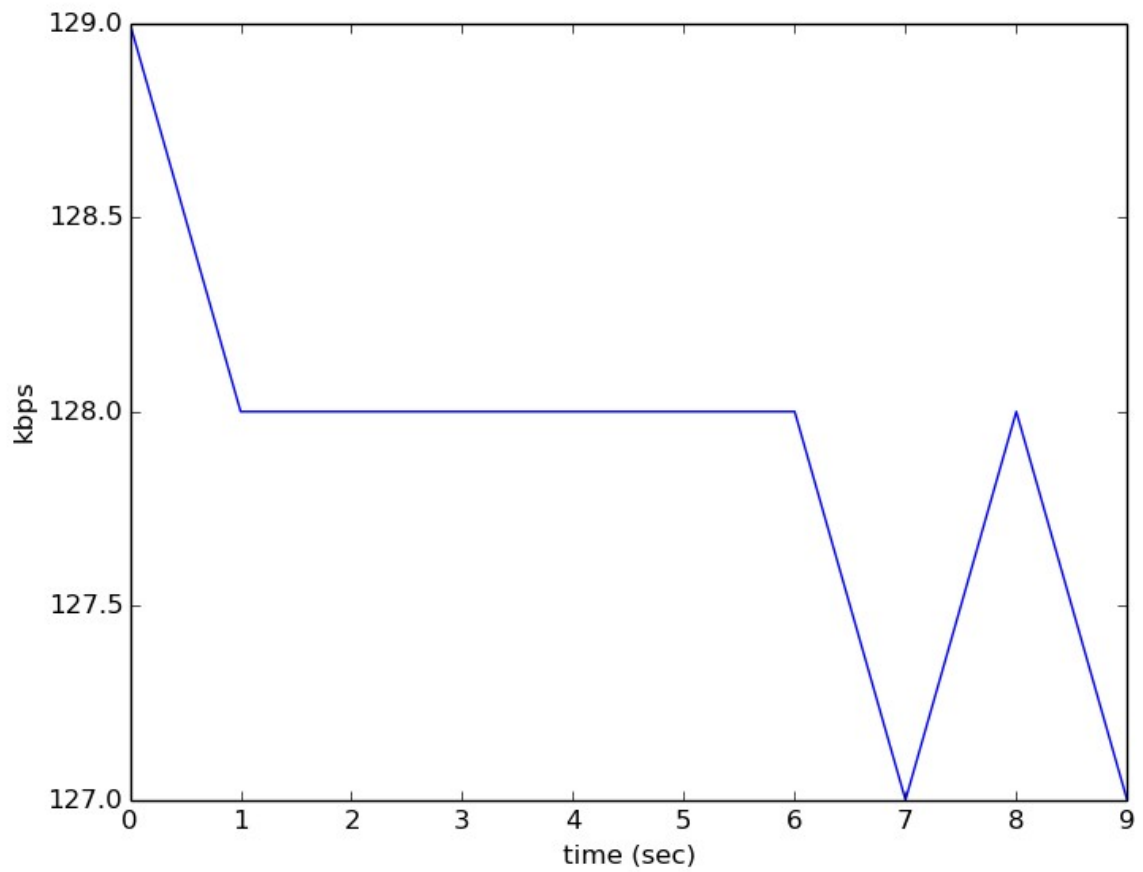
[Phase 1] Latency



Jitter Phase 1



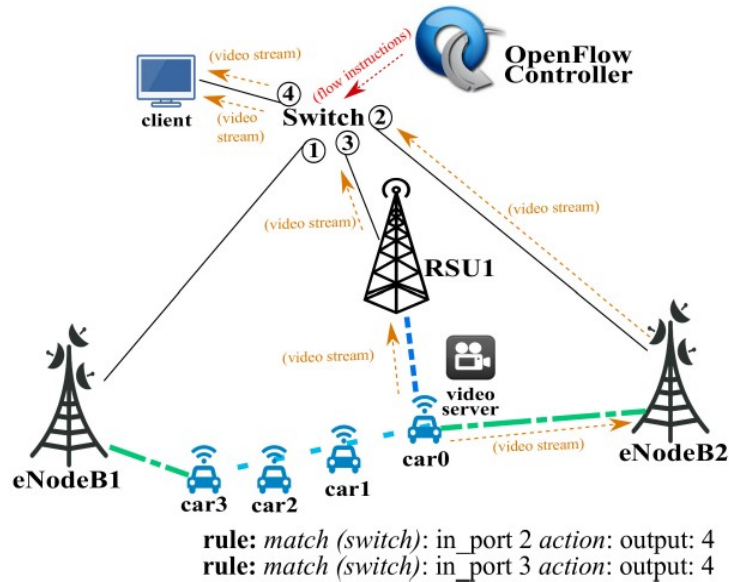
[Phase 1] Throughput



Παρατηρούμε ότι το latency είναι υψηλό και μη σταθερό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχουμε πολλές αναπηδήσεις του σήματος (μεταξύ των οχημάτων). Τέλος παρατηρούμε μια ελάχιστη πτώση στο throughput όταν το car3 συνδέεται στο eNodeB1 γεγονός που οφείλεται ότι η σύνδεση car3-eNodeB1 έχει μικρότερο throughput από ότι η σύνδεση μεταξύ των οχημάτων.

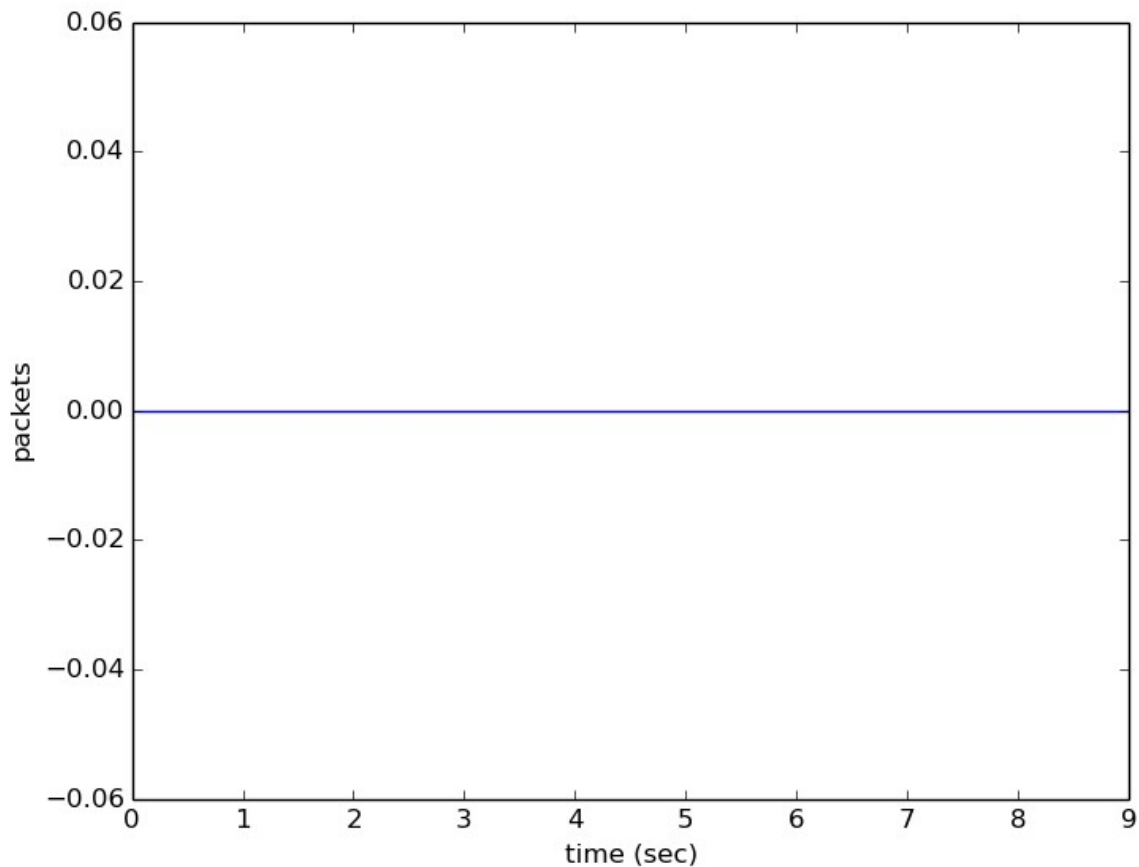
1.2 Δεύτερη φάση

Το car0 μεταδίδει το video ταυτόχρονα σε RSU1 και eNodeB2:

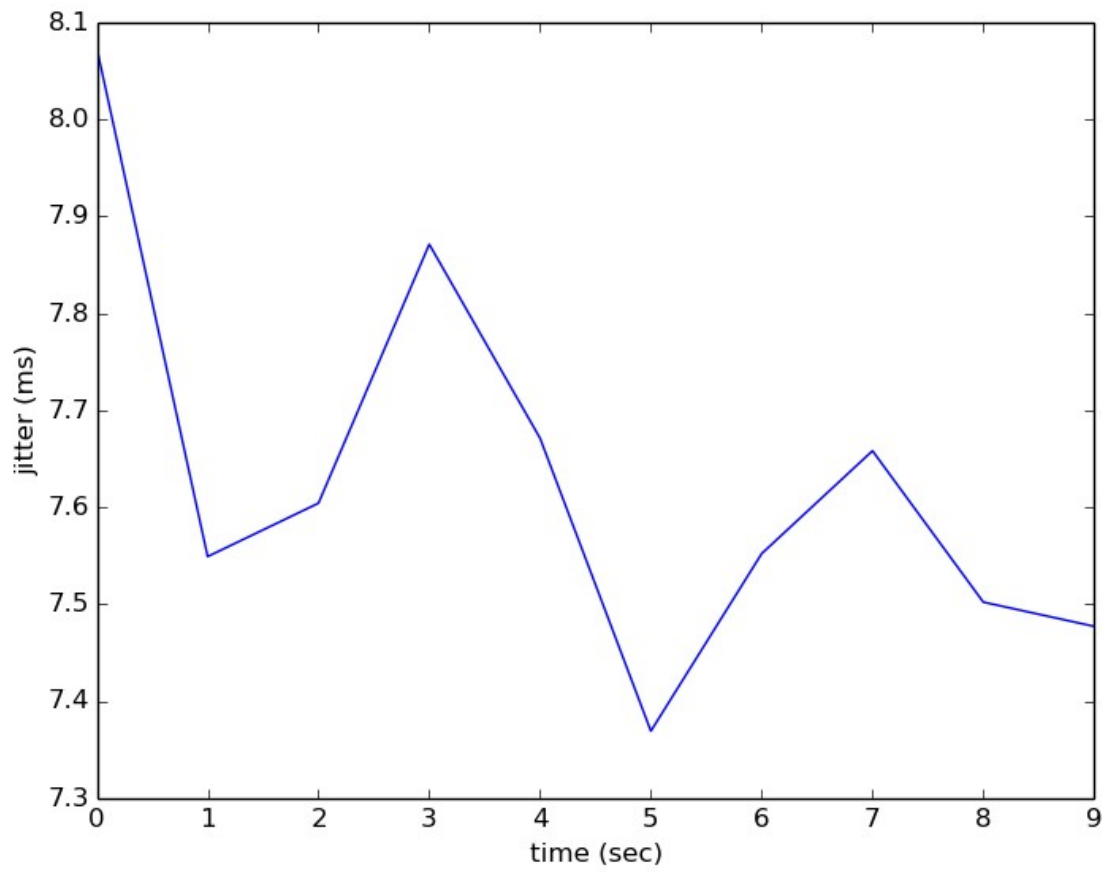


(b) Phase 2

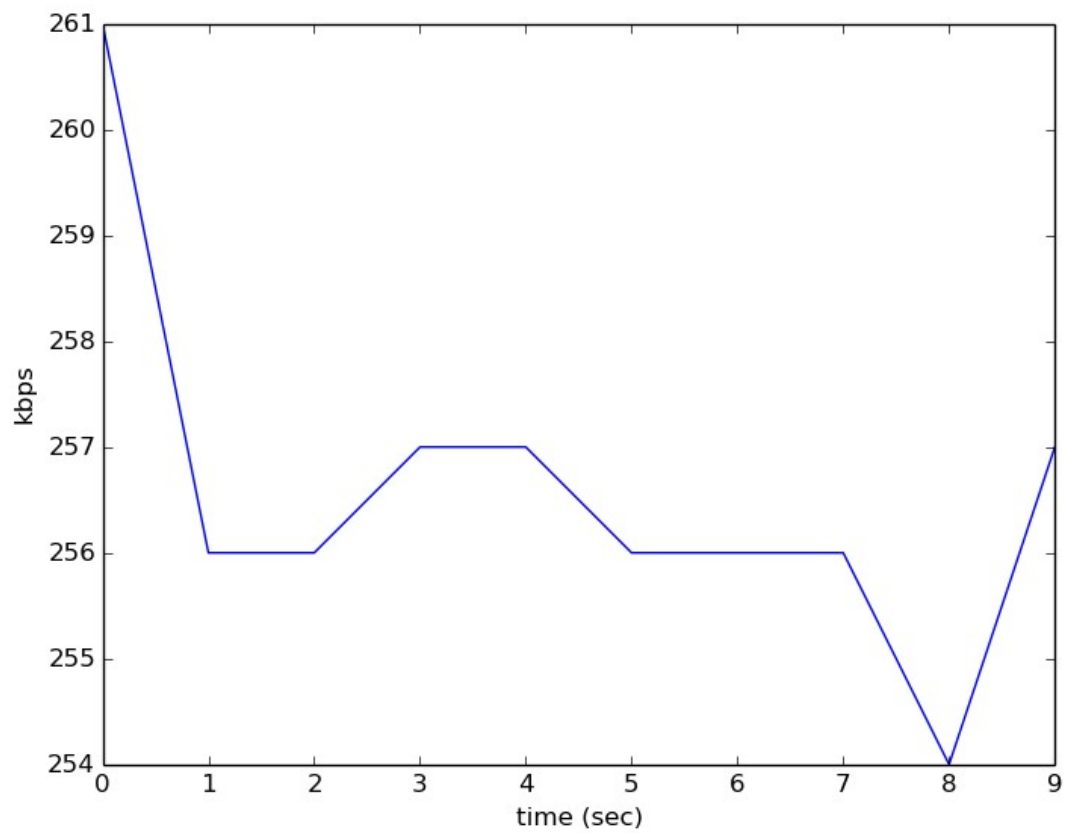
[Phase 2] packet loss



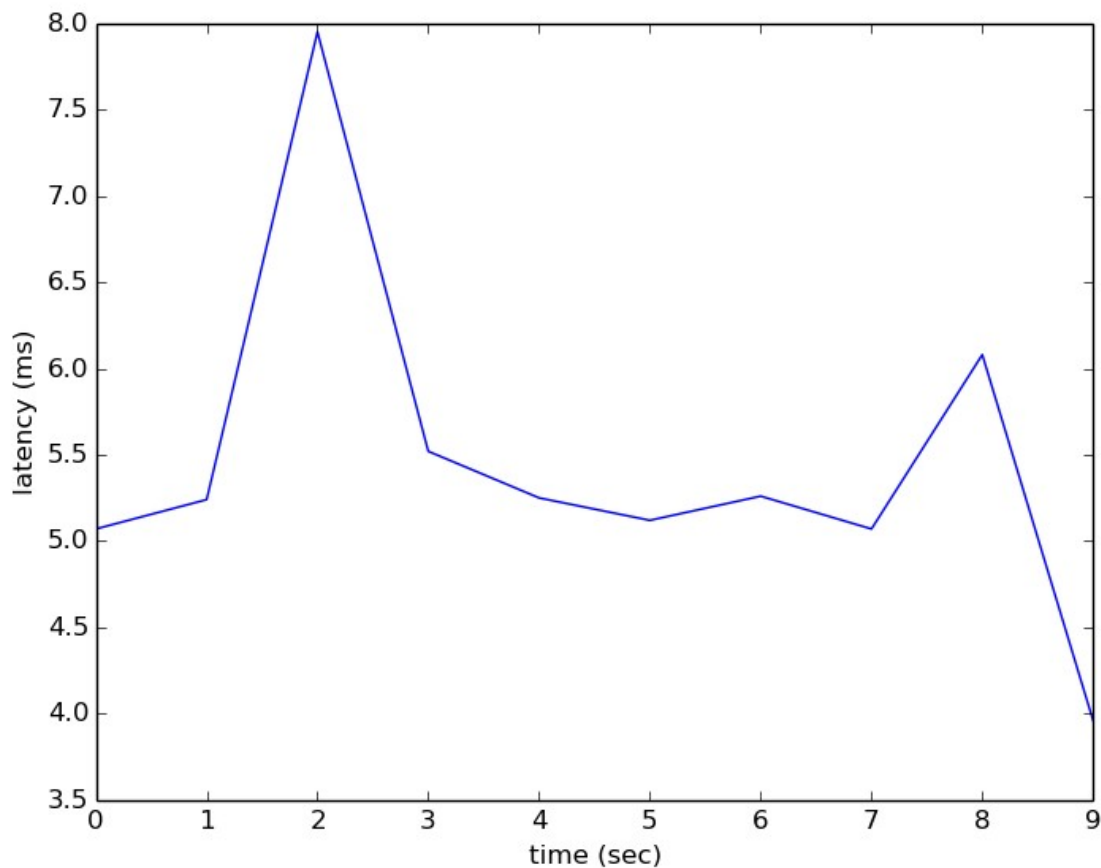
[Phase 2]: Jitter



[Phase 2] Throughput



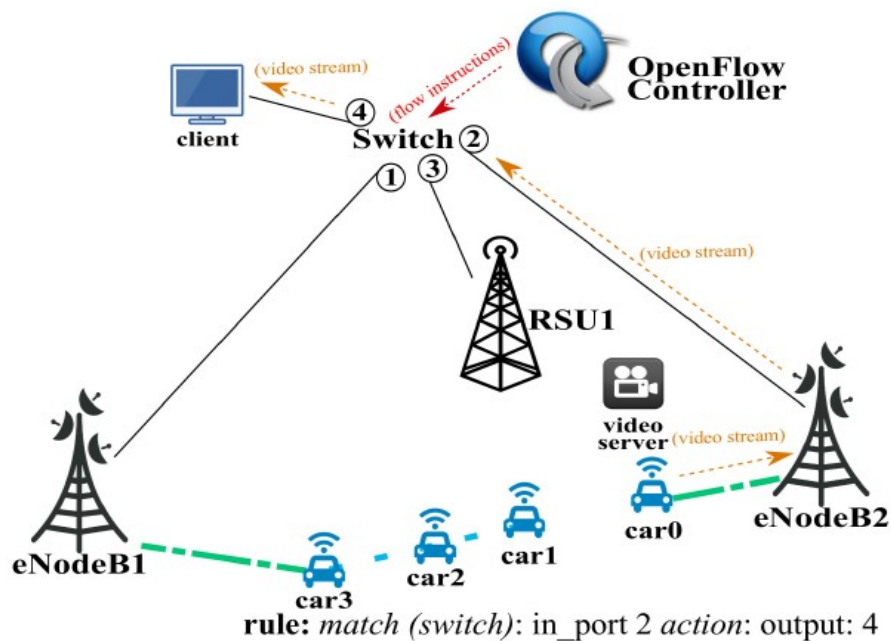
[Phase 2]: Latency



Παρατηρούμε ότι το throughput είναι το διπλάσιο αφού πλέον το car0 μεταδίδει το βίντεο και στο RSU1 και στο eNodeB1. Εφόσον όμως στέλνουμε 2 φορές το ίδιο πακέτο είναι λιγότερο πιθανό να χαθεί εντελώς πακέτο (να μην φθάσει στον client) εξού και το packet loss είναι 0. Το latency μειώνεται αφού πλέον το όχημα δεν επικοινωνεί με άλλα οχήματα. Από την άλλη παρατηρούμε μια σημαντική αύξηση του jitter, προερχόμενη από τα διπλότυπα πακέτα.

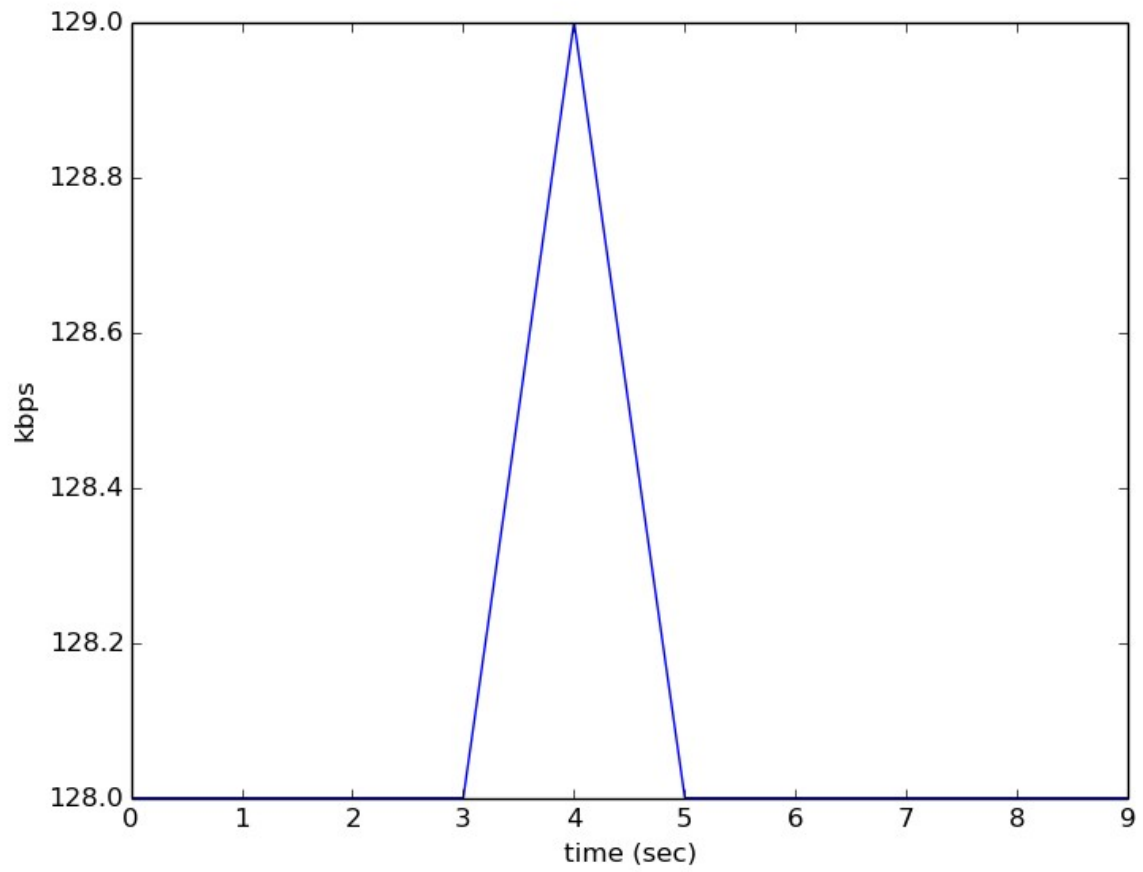
1.3 Τρίτη Φάση

Το car0 συνδέεται μόνο με το eNodeB2 και μεταδίδει το βίντεο.

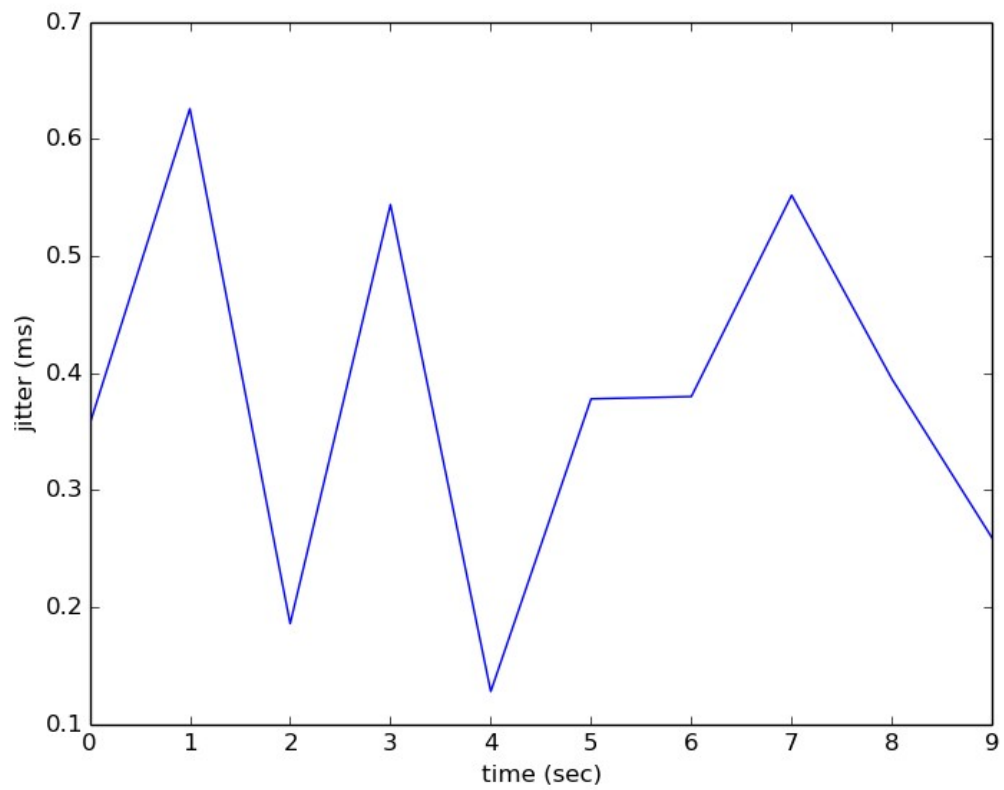


(c) Phase 3

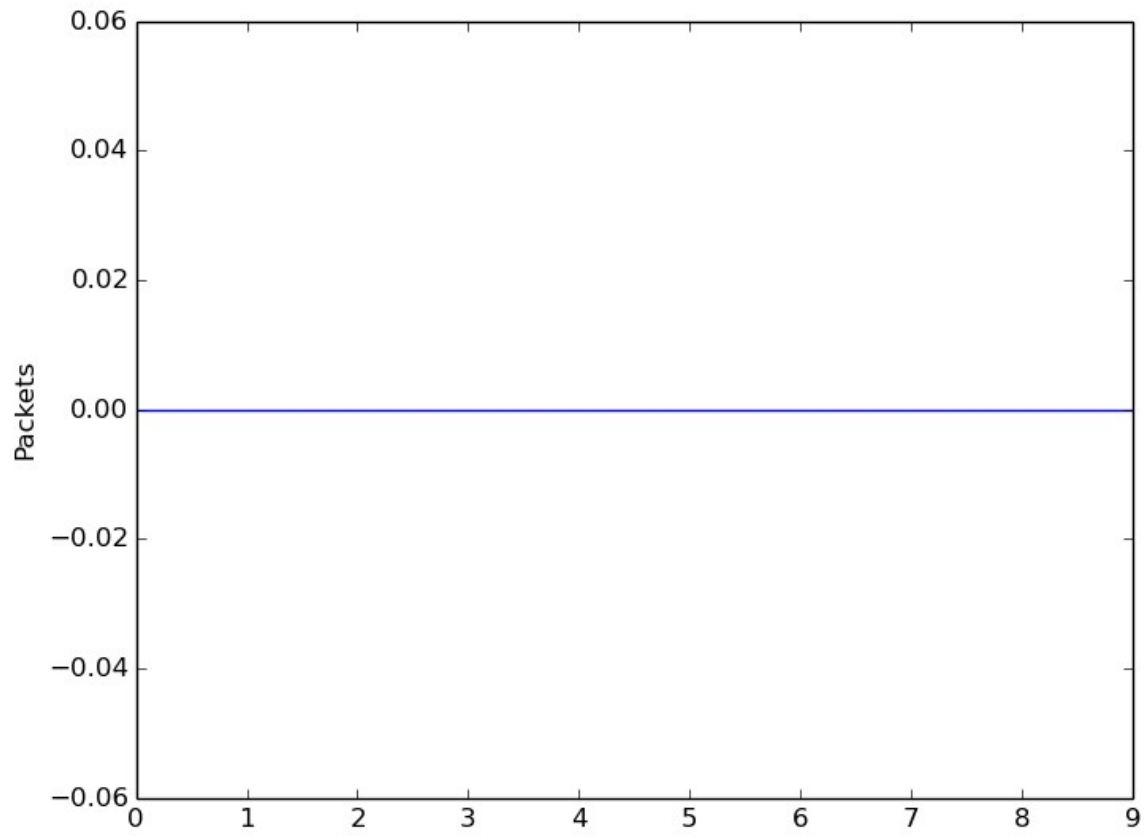
[Phase 3]: Throughput



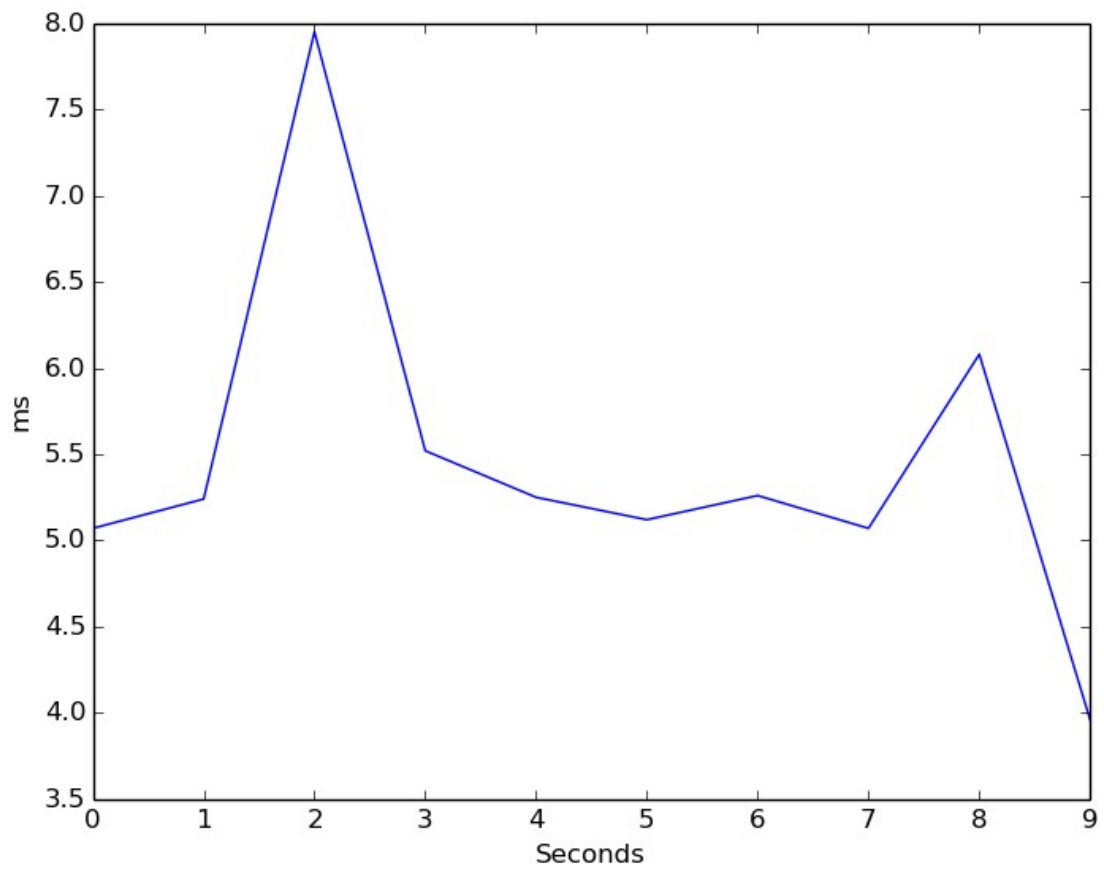
[Phase 3] Jitter



[Phase 3]: Packet Loss



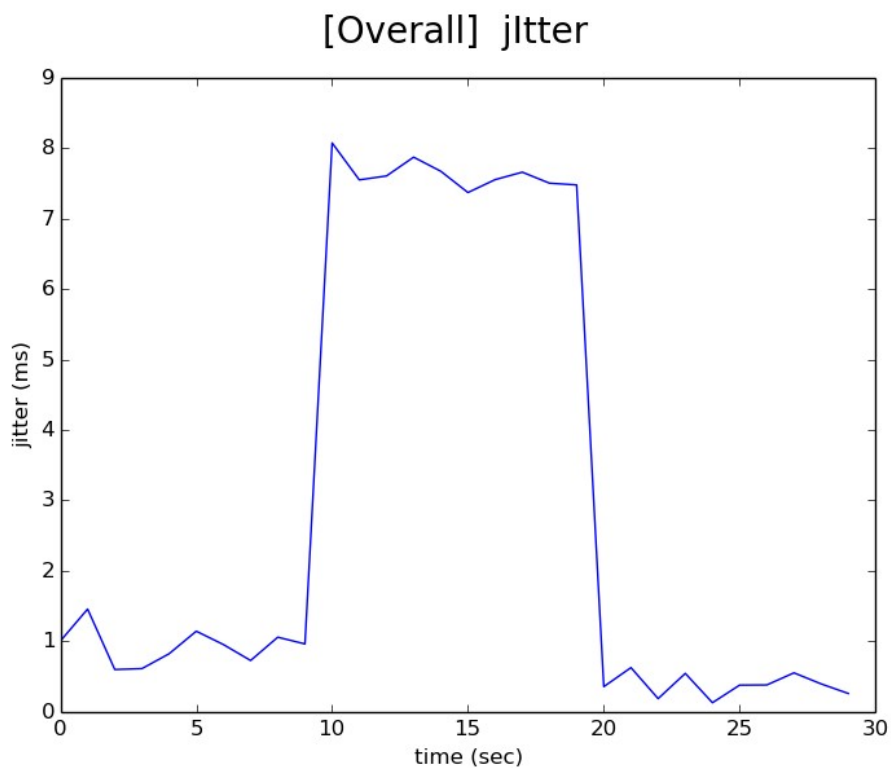
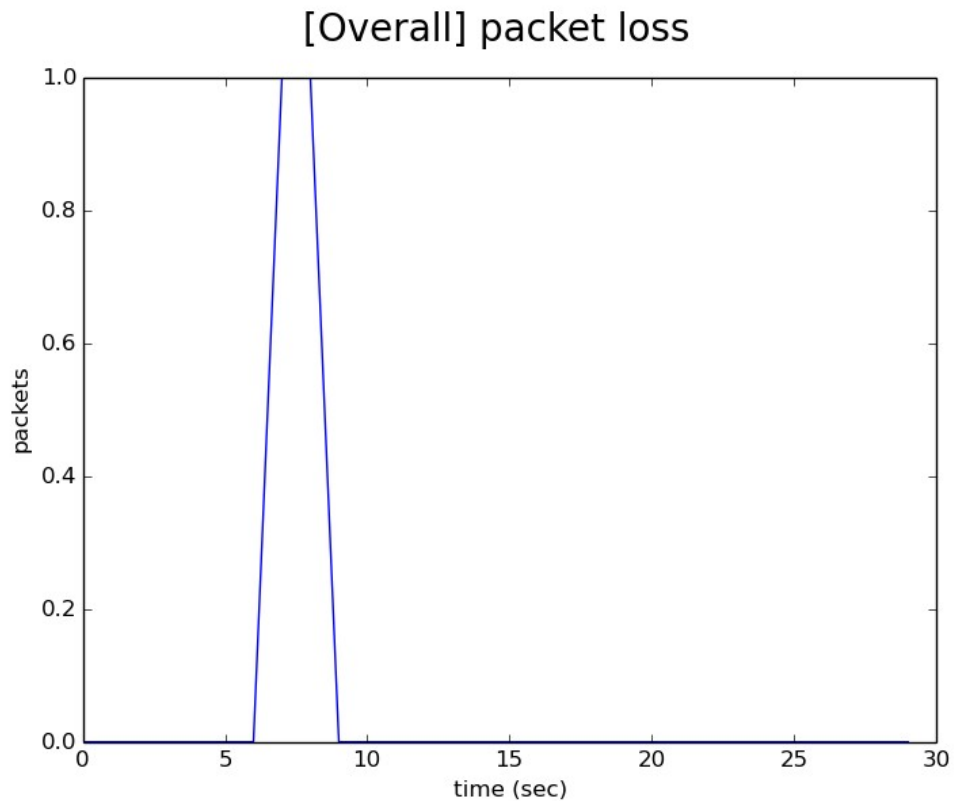
[Phase 3]: latency



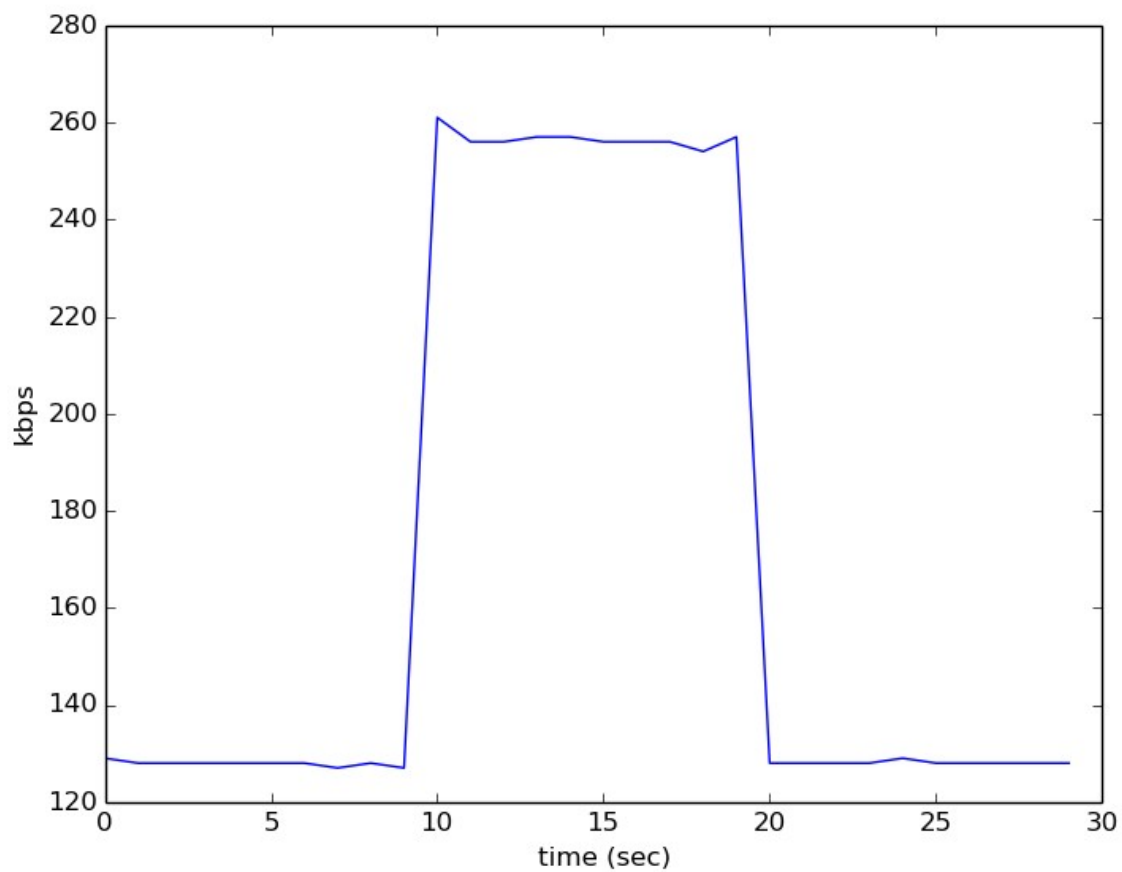
Παρατηρούμε το ίδιο latency με την δεύτερη φάση αλλά μικρότερο throughput αφού πλέον το car0 μεταδίδει μονάχα στο eNodeB1. Το jitter σχεδόν εκμηδενίστηκε. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πλέον δεν μεταδίδονται διπλότυπα πακέτα.

1.4 Συνολική αναπαράσταση

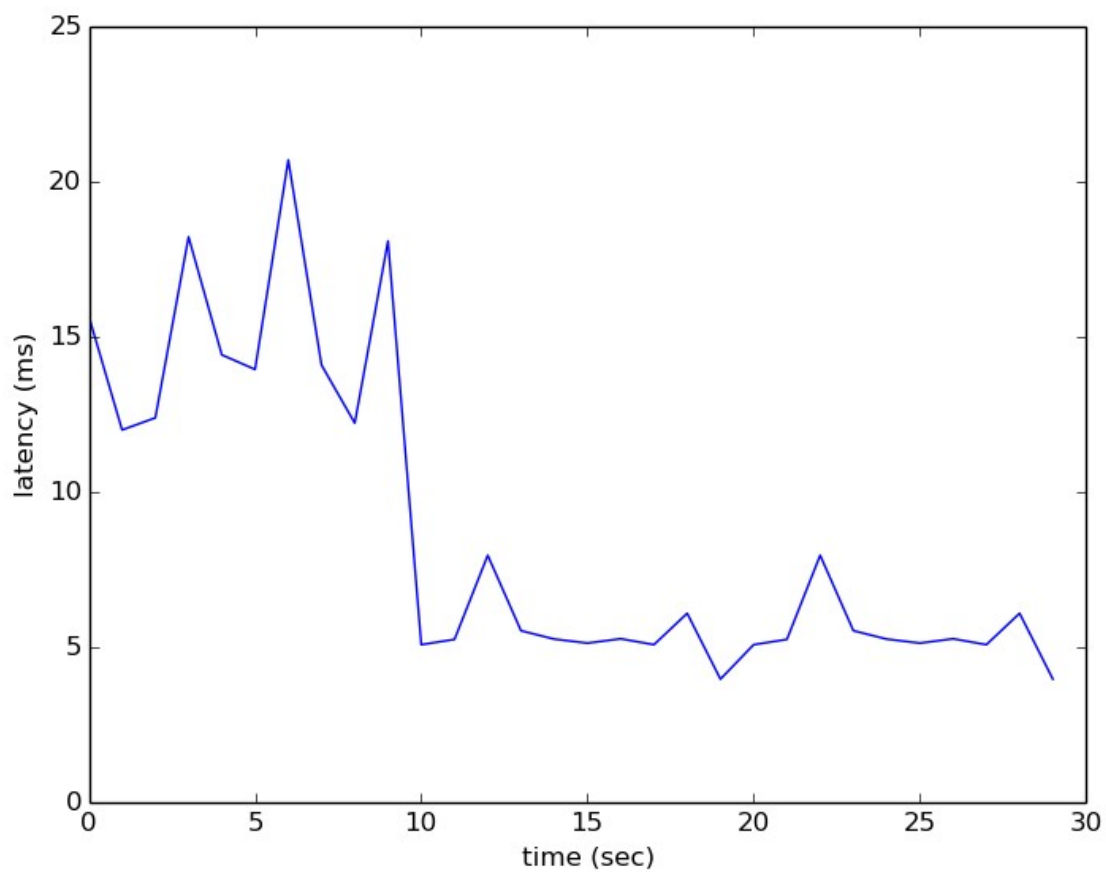
Παρακάτω βλέπουμε στον άξονα του χρόνου τις διαφορές στις μετρήσεις ανάλογα με την φάση του πειράματος. Παρατηρούμε ότι η τρίτη φάση του πειράματος απέφερε τα καλύτερα αποτελέσματα.



[Overall] throughput



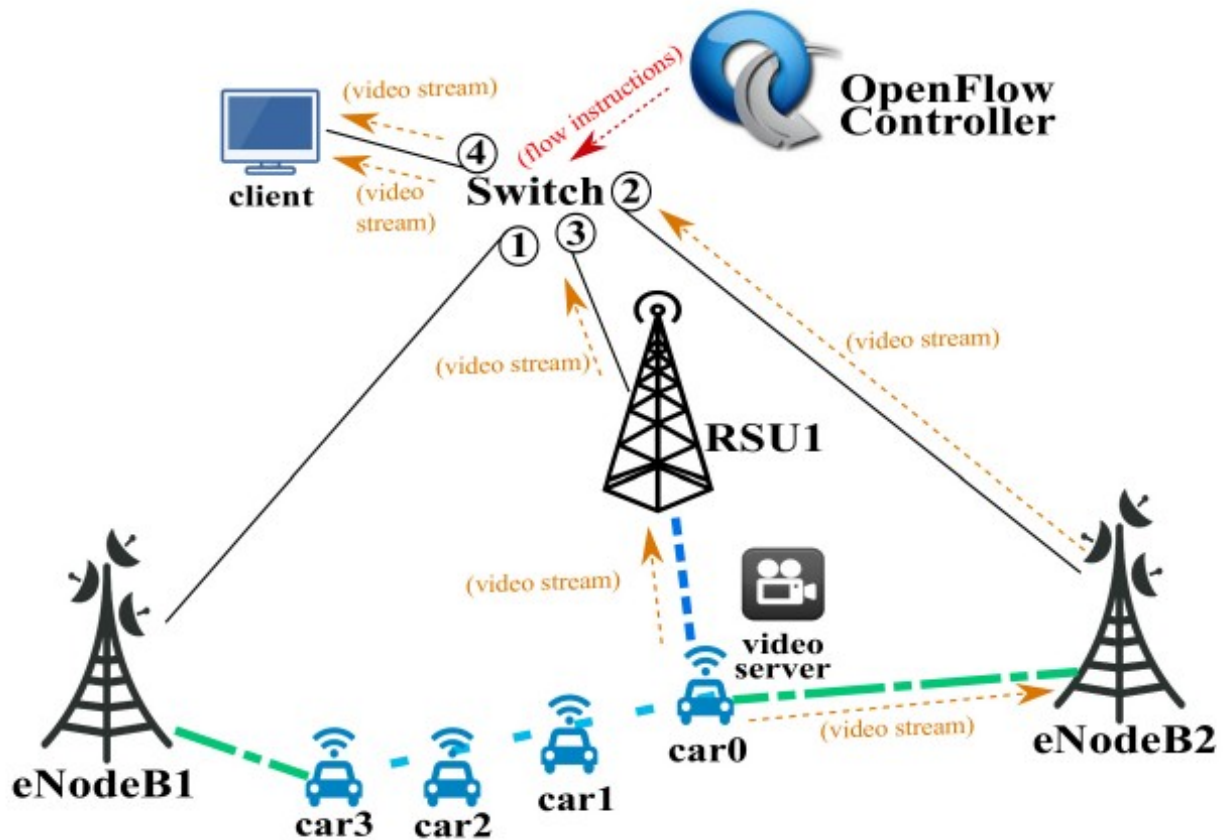
[Overall] Latency



2.0 Πείραμα 2

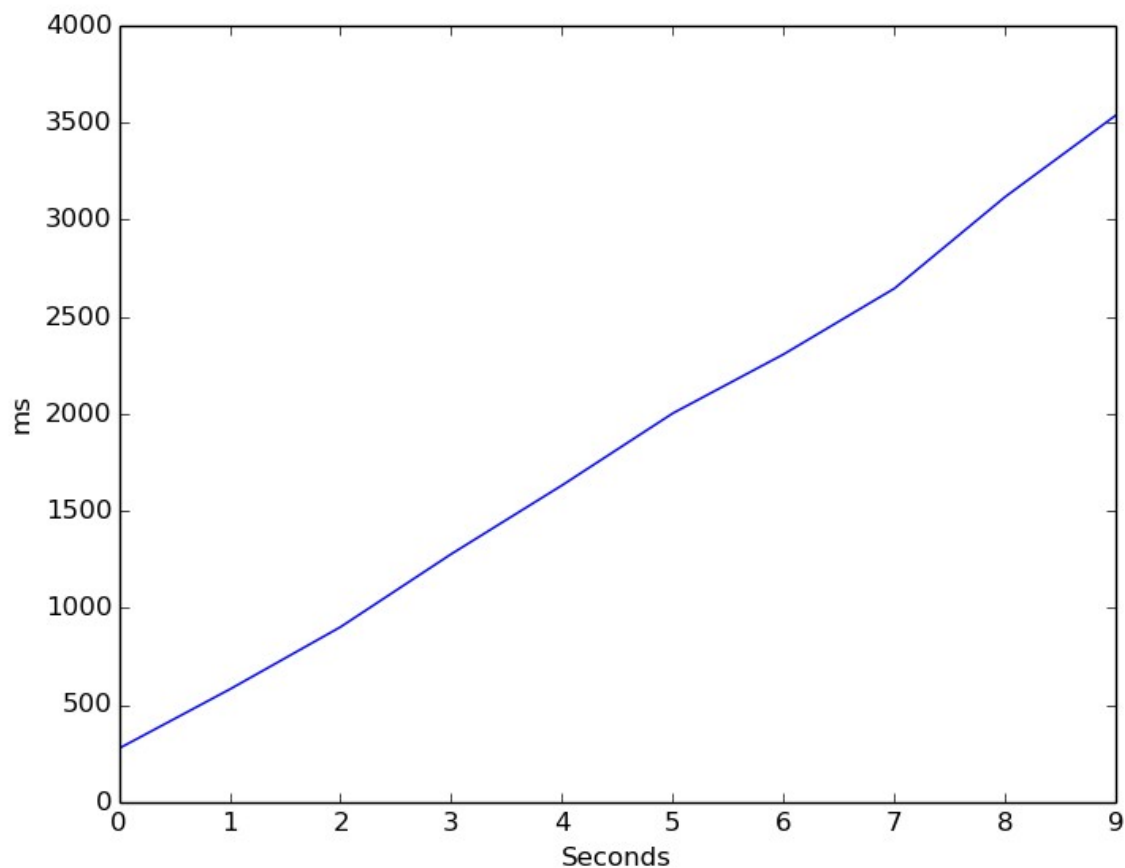
2.1 Πρώτη Φάση

Το όχημα car0 κάνει bicasting τόχχρονα στο RSU1 και στο eNodeB2.

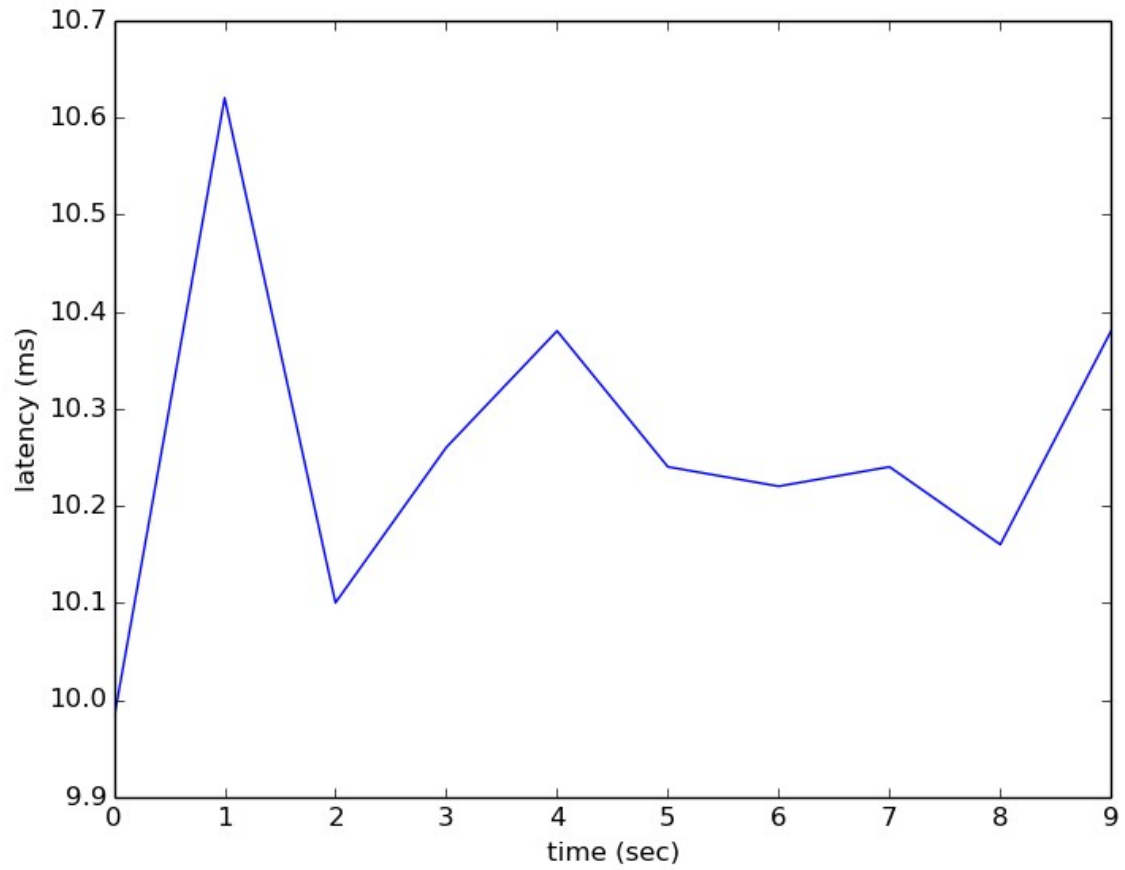


rule: *match (switch): in_port 2 action: output: 4*
rule: *match (switch): in_port 3 action: output: 4*

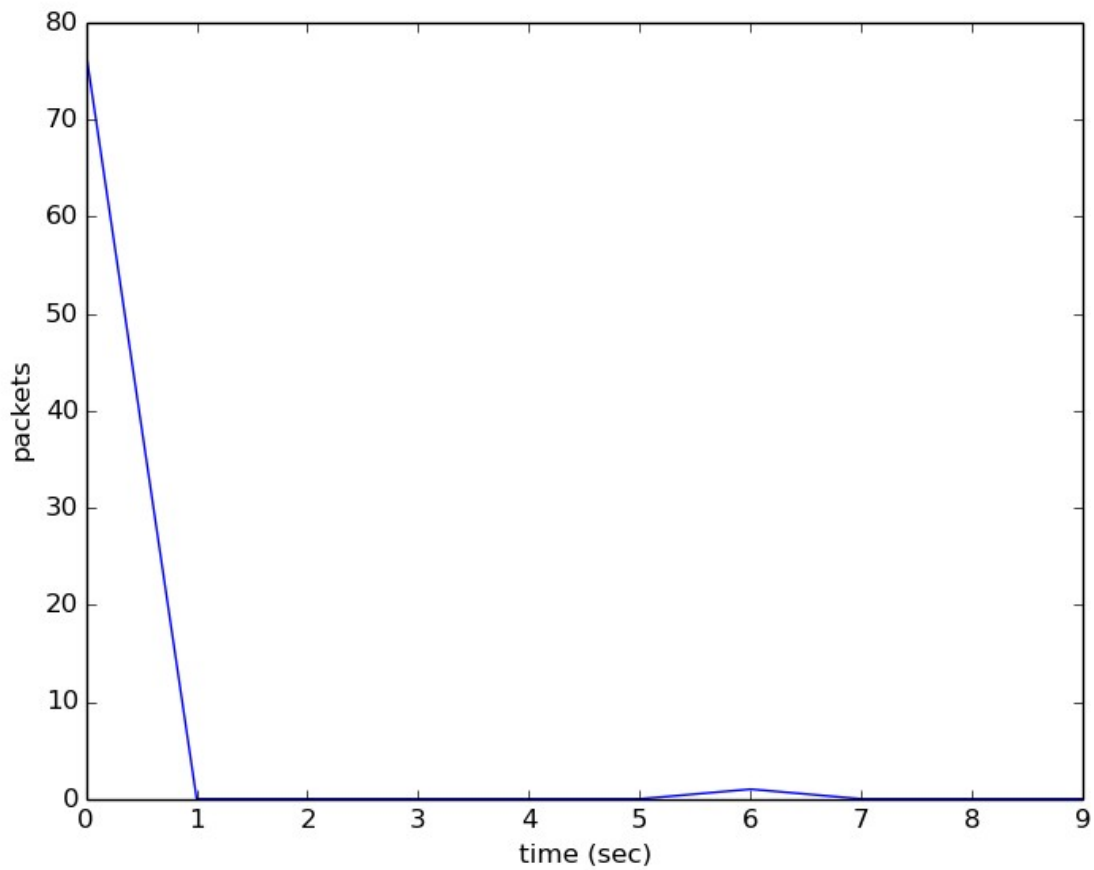
Jitter Phase 1



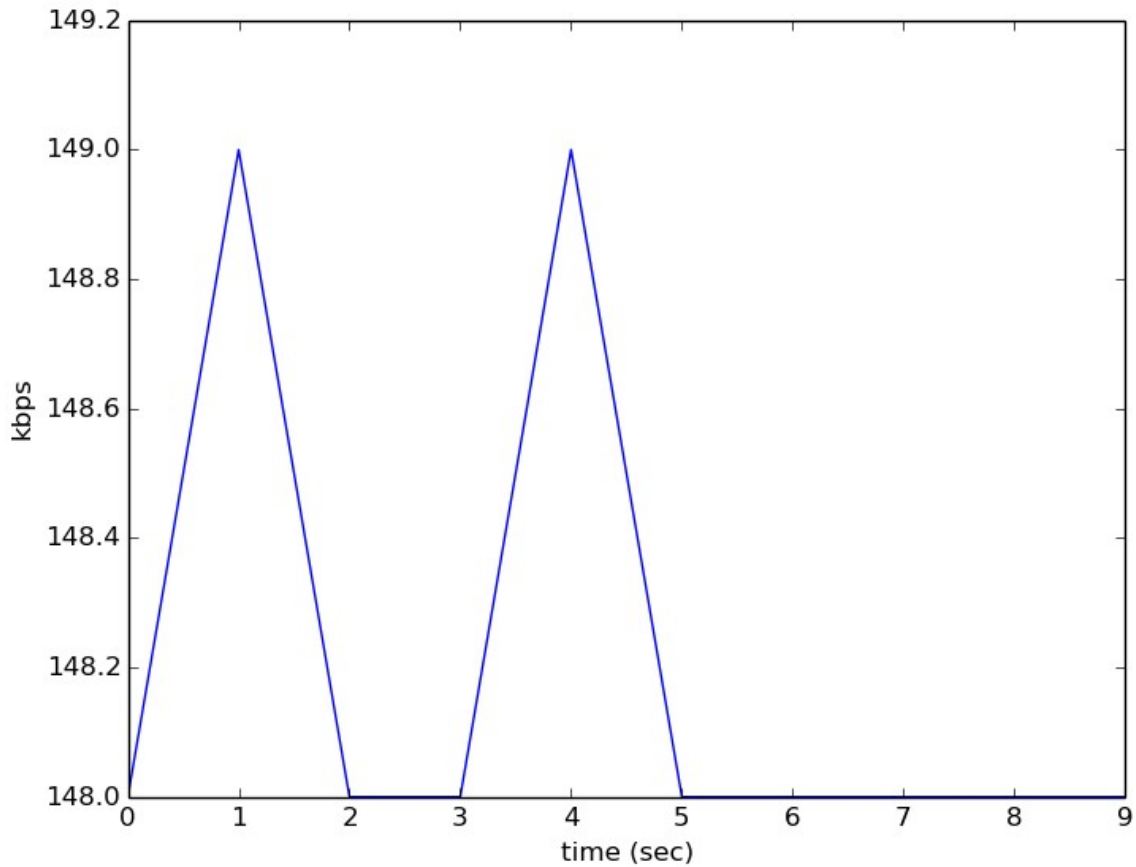
[Phase 1] Latency



[Phase 1] Packet Loss



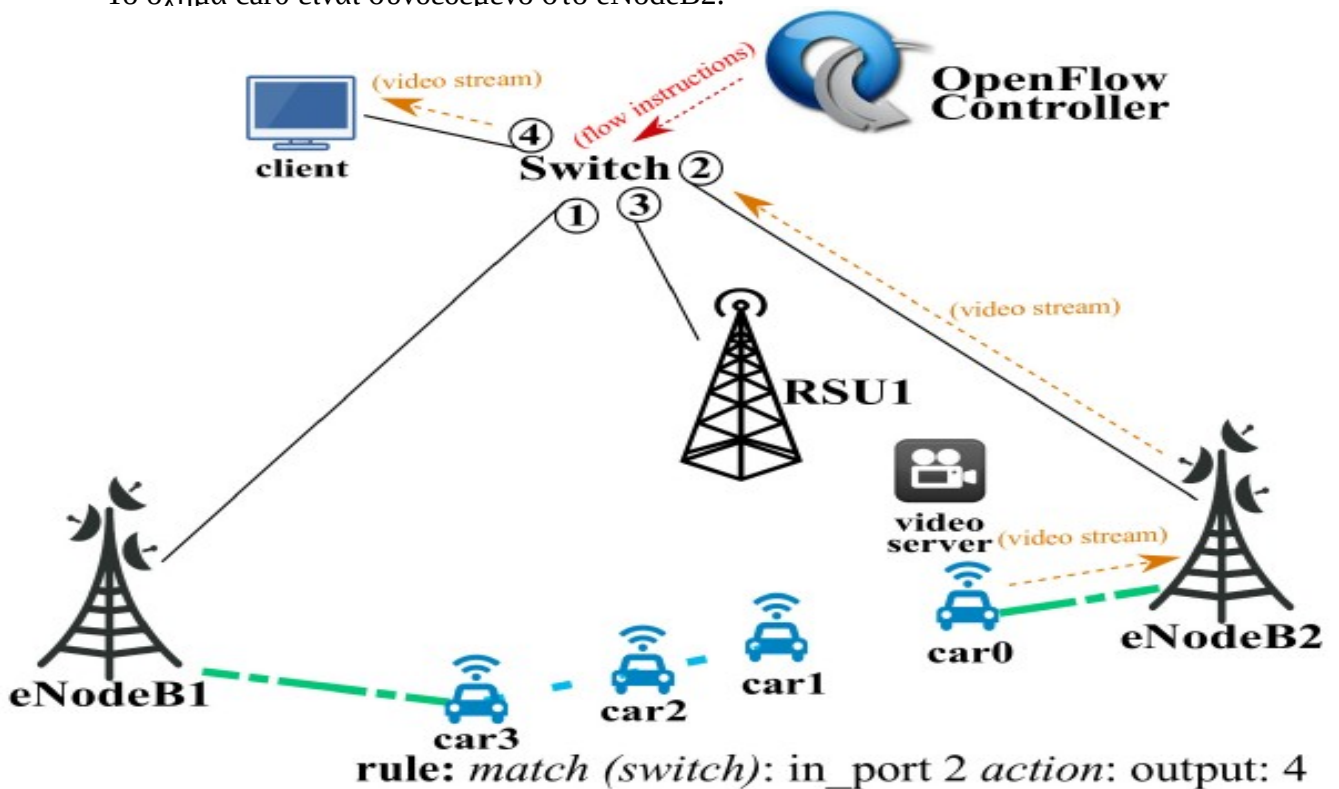
[Phase 1] Throughput



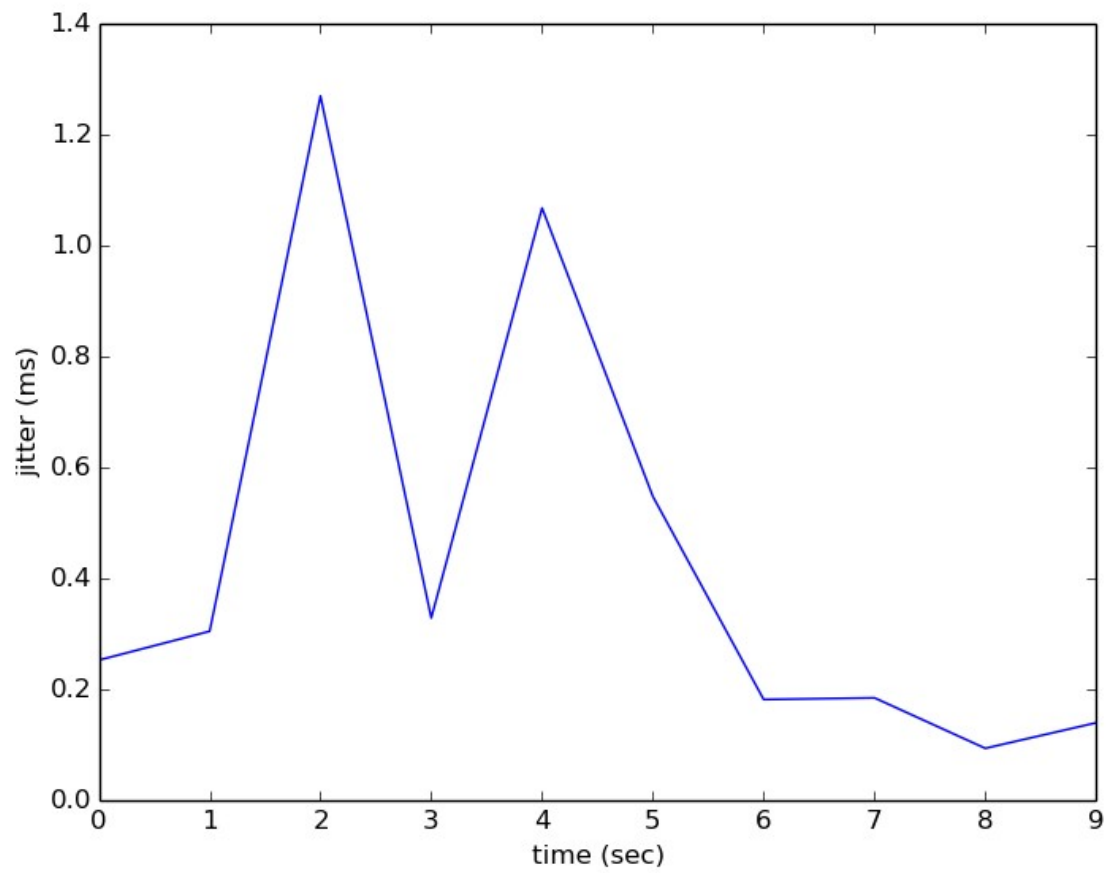
Έχουμε μεγάλο packet loss και jitter λόγω του bicasting. Εφόσον το car0 κάνει broadcast το video stream η πιθανότητα να χαθεί κάποιο πακέτο είναι μεγάλη. Το throughput είναι χαμηλό και σχεδόν σταθερό, αφού δεν έχουμε διπλότυπα πακέτα.

2.2 Δεύτερη Φάση

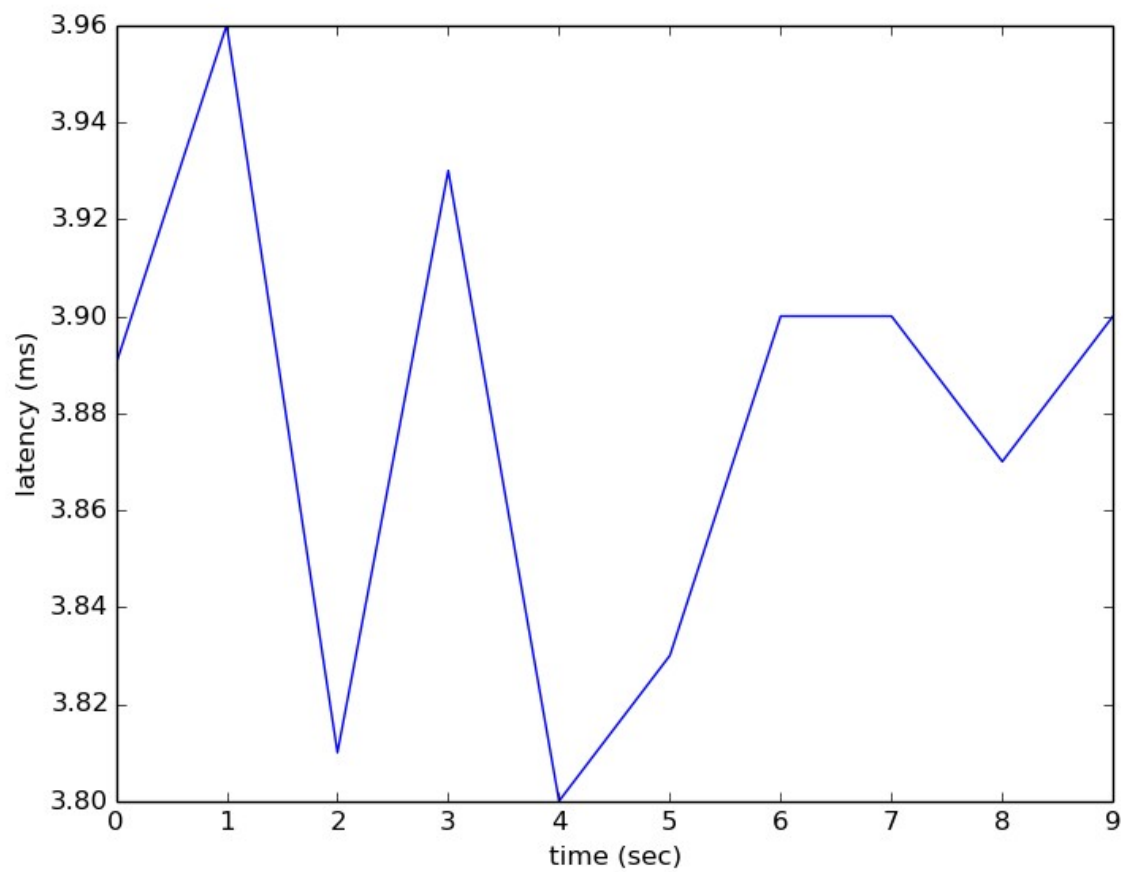
Το όχημα car0 είναι συνδεδεμένο στο eNodeB2.



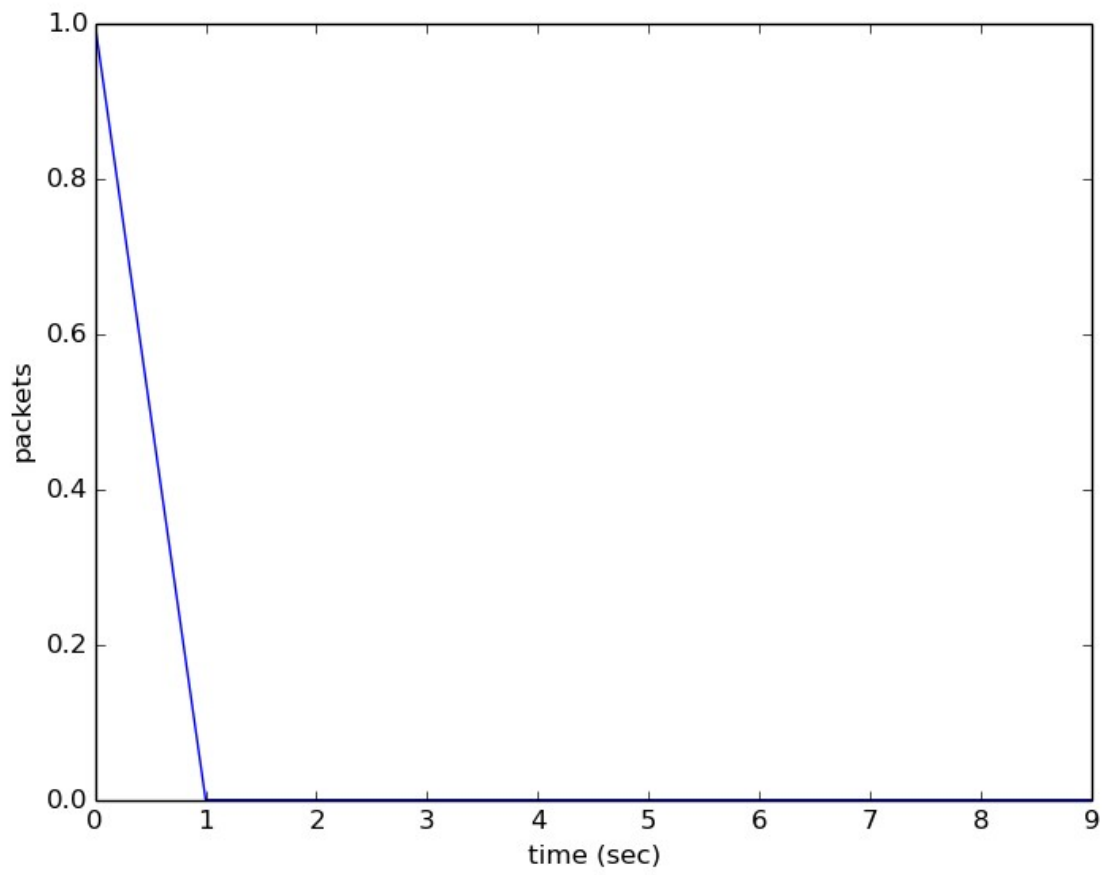
[Phase 2]: Jitter



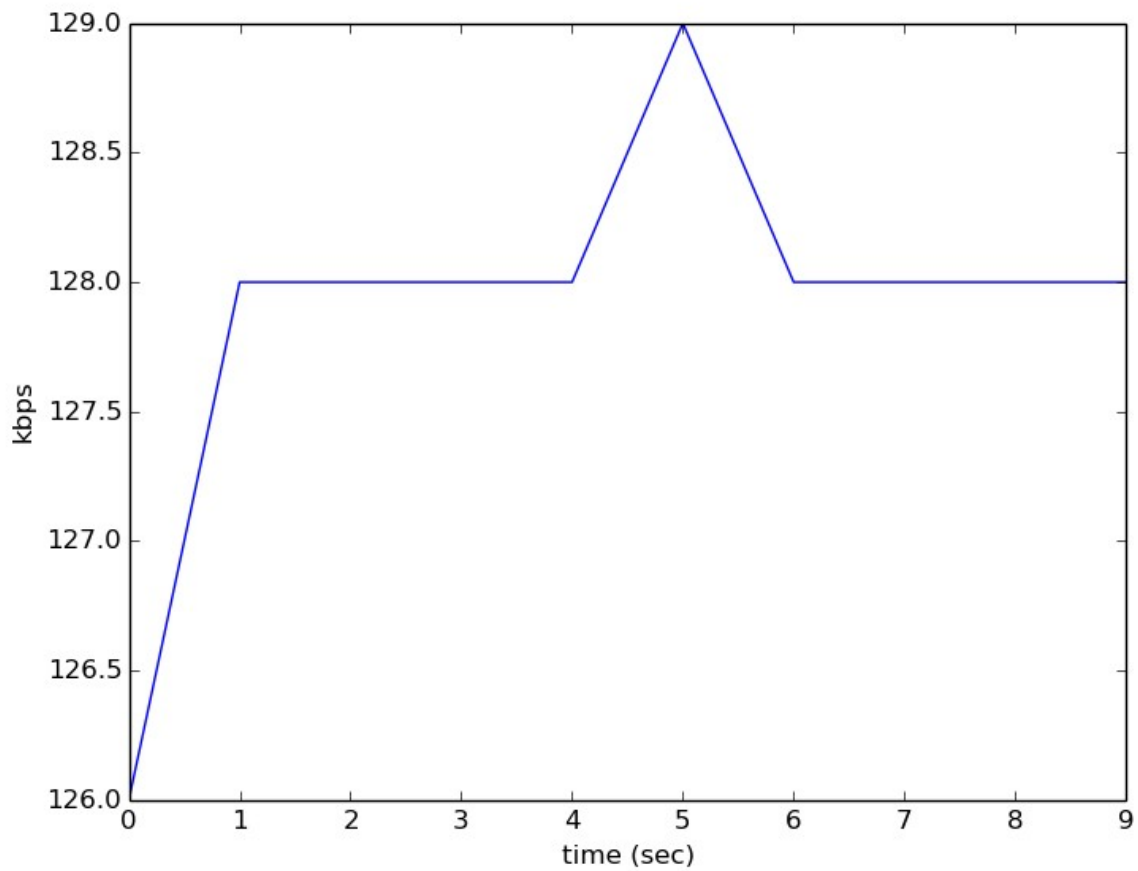
[Phase 2]: Latency



[Phase 2] packet loss

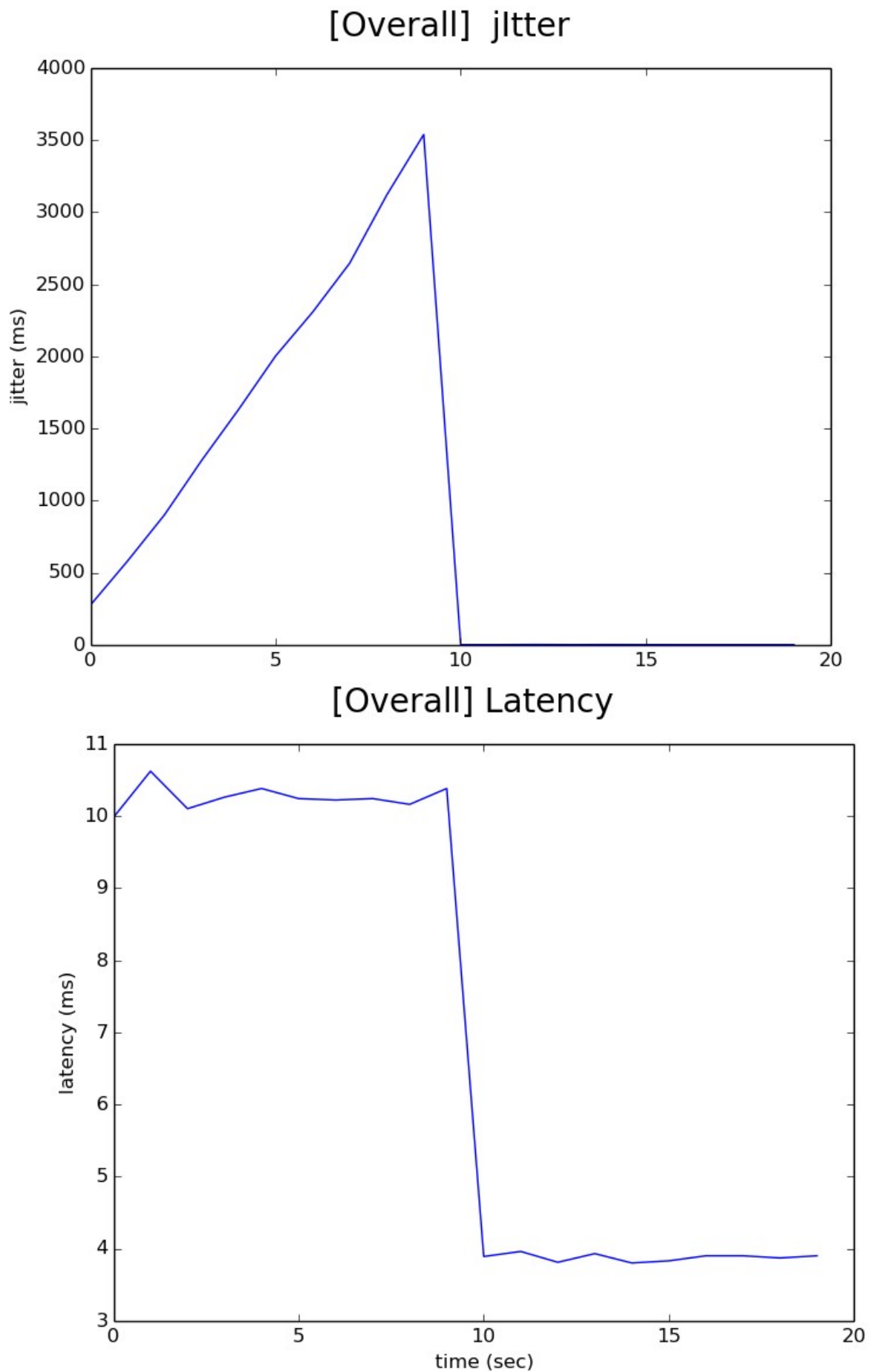


[Phase 2] Throughput

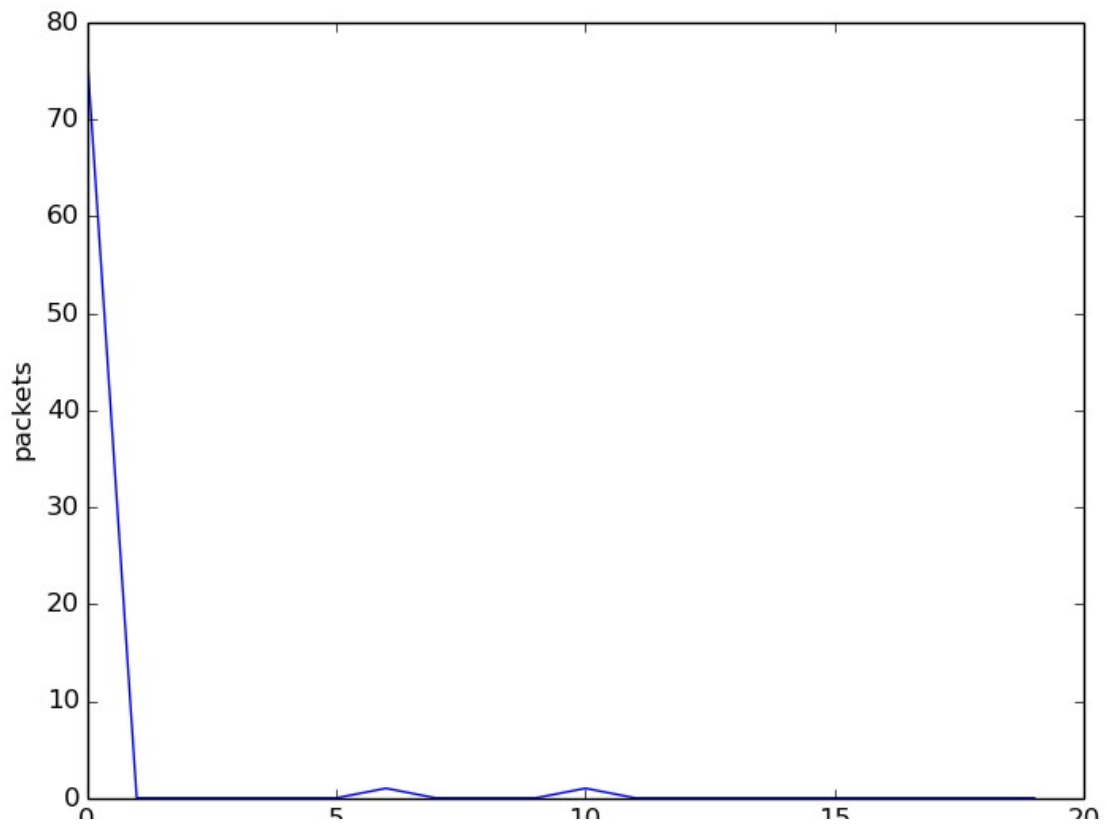


Ομοίως με την Τρίτη Φάση του Πρώτου Πειράματος έχουμε μηδενικό jitter και χαμηλό latency ενώ το throughput παραμένει χαμηλό (αφού η σύνδεση γίνεται μόνο μέσω του eNodeB1).

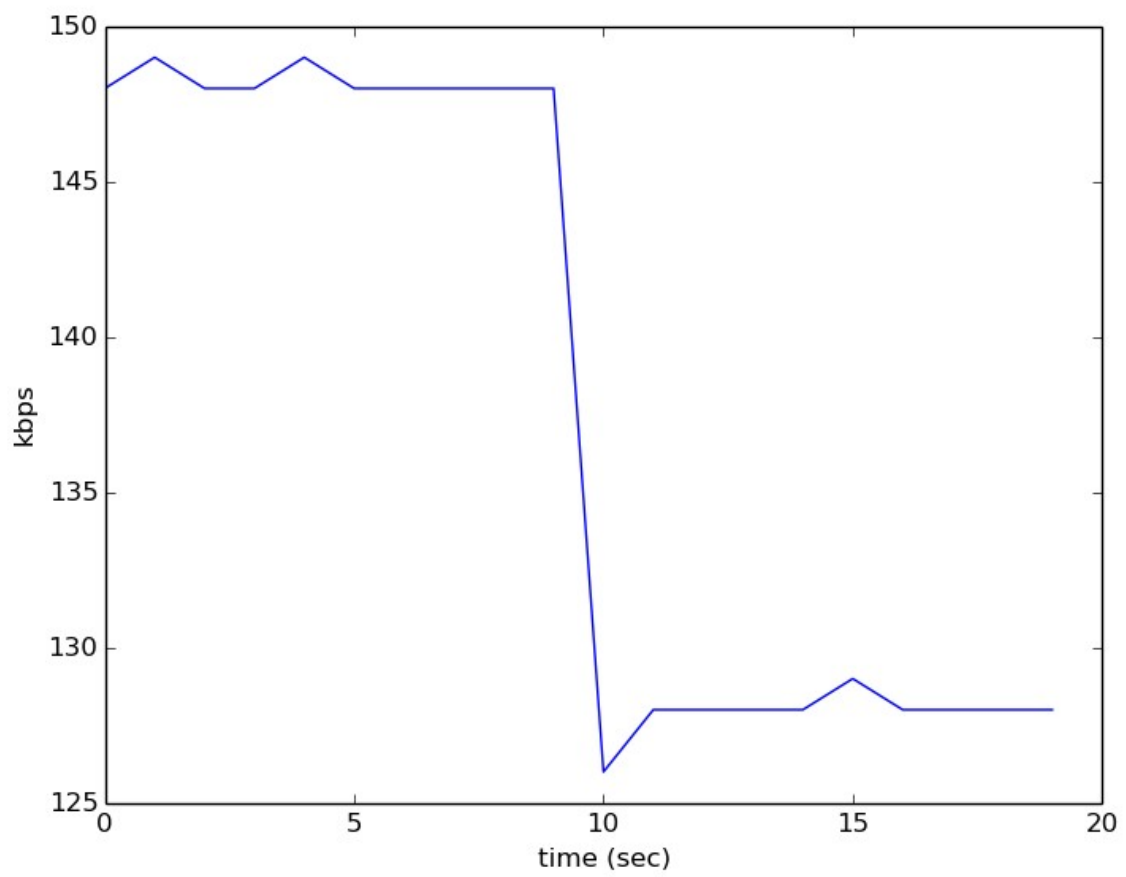
2.3 Συνολικά Αποτελέσματα:



[Overall] packet loss



[Overall] throughput



3.0 Σύγκριση μεταξύ των δύο πειραμάτων:

Στην περίπτωση του bicasting έχουμε μεγαλύτερο αριθμό packet loss. Αυτό ευθύνεται στο γεγονός ότι τα πακέτα γίνονται broadcast σε δύο κόμβους. Σημειώνουμε ότι ο αριθμός των πακέτων που χάνεται αλλάζει από εκτέλεση σε εκτέλεση, γεγονός που οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες. Το latency από την άλλη είναι σαφώς χαμηλότερο στην περίπτωση του bicasting αφού δεν έχουμε πολλά hops, όπως στην πρώτη φάση του πρώτου πειράματος. Το throughput στην περίπτωση του bicasting είναι μικρότερο αφού τα πακέτα μεταδίδονται μέσω broadcast μία φορά, σε αντίθεση με την δεύτερη φάση του πρώτου πειράματος όπου έχουμε διπλότυπα πακέτα. Τέλος παρατηρούμε ένα πολύ μεγαλύτερο jitter στο δεύτερο πείραμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά το broadcast είναι πιο συχνές οι μεταβολές του latency, δηλαδή η αύξηση του jitter.