



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ

Διαχείριση δικτύων - Εργασία

2018

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ

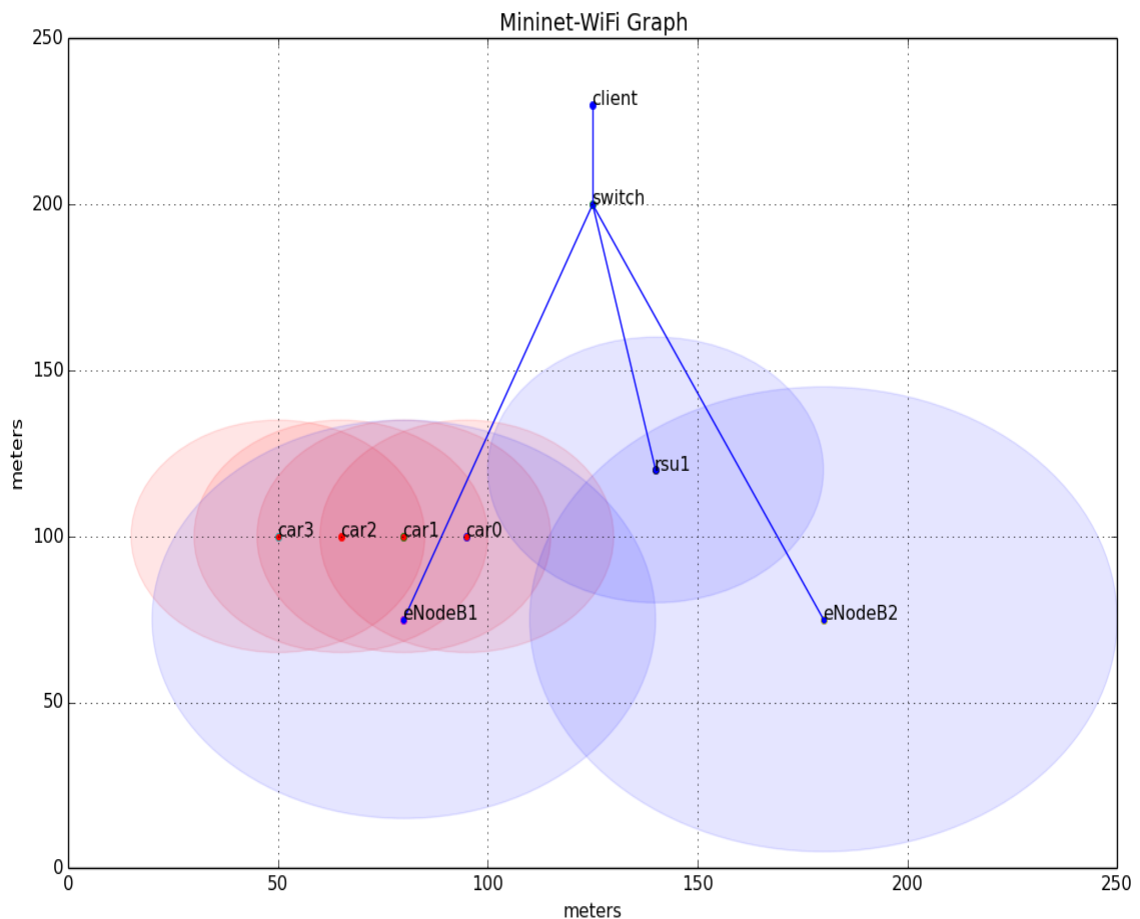
A.M 1115201200106

ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ ΚΡΕΣΣΟΣ

A.M 1115200900184

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΩΡΑΣ

A.M 1115201200178



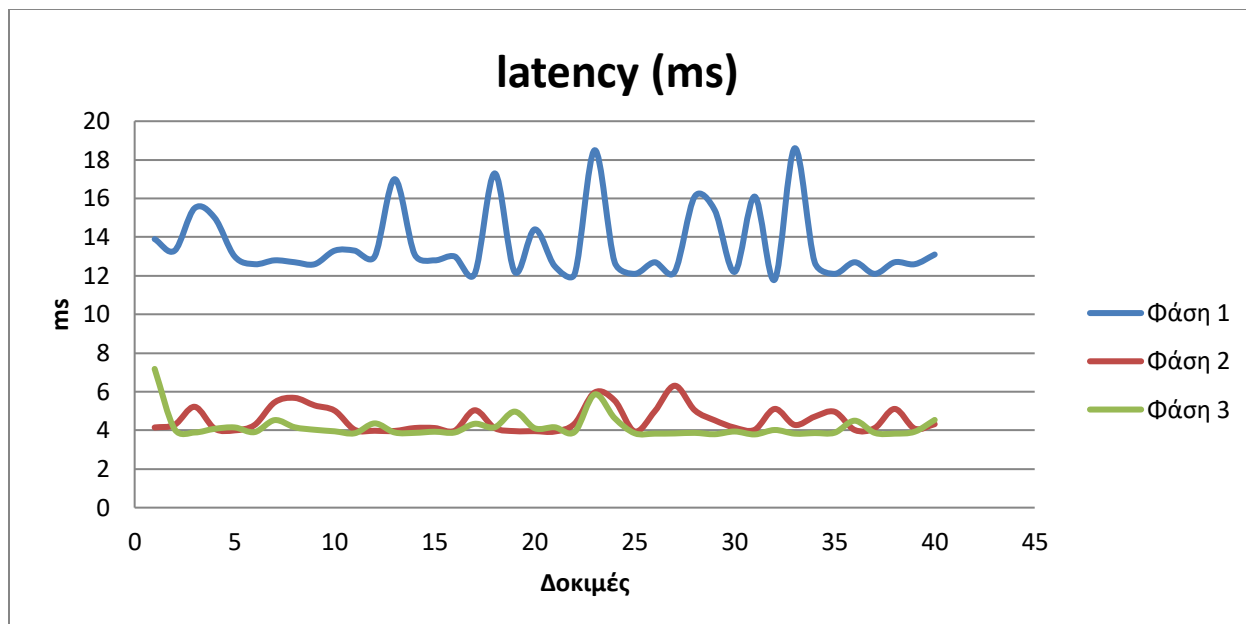
Για την παρακάτω εργασία χρειάστηκε να αναπαράγουμε το πείραμα 1 και το πείραμα 2 μέσω προσομοίωσης και να συλλέξουμε μετρήσεις για κάθε πείραμα. Συγκεκριμένα το κάθε πείραμα αποτελείτε απο τρεις φάσεις , έτσι οι μετρήσεις που πήραμε αφορούσαν την κάθε φάση ξεχωριστά. Παρακάτω παρουσιάζουμε μέσω πινάκων αλλά και μέσω διαγραμμάτων τις μετρήσεις που καταγράψαμε για το latency, το jitter, το bandwidth, τα received bytes , τα transmitted bytes, το throughput και το packet loss.

Πείραμα 1

1. *Latency*

Πείραμα 1			
LATENCY ms			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	13,9	4,15	7,18
2	13,3	4,29	4,06
3	15,5	5,22	3,89
4	15	4,09	4,08
5	13	4	4,15
6	12,6	4,28	3,91
7	12,8	5,45	4,53
8	12,7	5,68	4,16
9	12,6	5,29	4,03
10	13,3	5,02	3,95
11	13,3	4,03	3,85
12	13	3,98	4,36

13	17	3,97	3,89
14	13,1	4,12	3,87
15	12,8	4,12	3,93
16	13	3,98	3,89
17	12,1	5,04	4,34
18	17,3	4,12	4,16
19	12,2	3,96	4,97
20	14,4	3,96	4,11
21	12,5	3,94	4,16
22	12,1	4,35	3,92
23	18,5	5,96	5,86
24	12,7	5,54	4,63
25	12,1	3,94	3,85
26	12,7	4,98	3,83
27	12,2	6,31	3,84
28	16,1	5,04	3,87
29	15,4	4,52	3,8
30	12,2	4,14	3,94
31	16,1	4,03	3,79
32	11,8	5,11	4,02
33	18,6	4,28	3,83
34	12,7	4,71	3,86
35	12,1	4,96	3,88
36	12,7	4,02	4,5
37	12,1	4,12	3,87
38	12,7	5,11	3,83
39	12,6	4,09	3,93
40	13,1	4,32	4,54
M.O	<u>13,60</u>	<u>4,56</u>	<u>4,18</u>

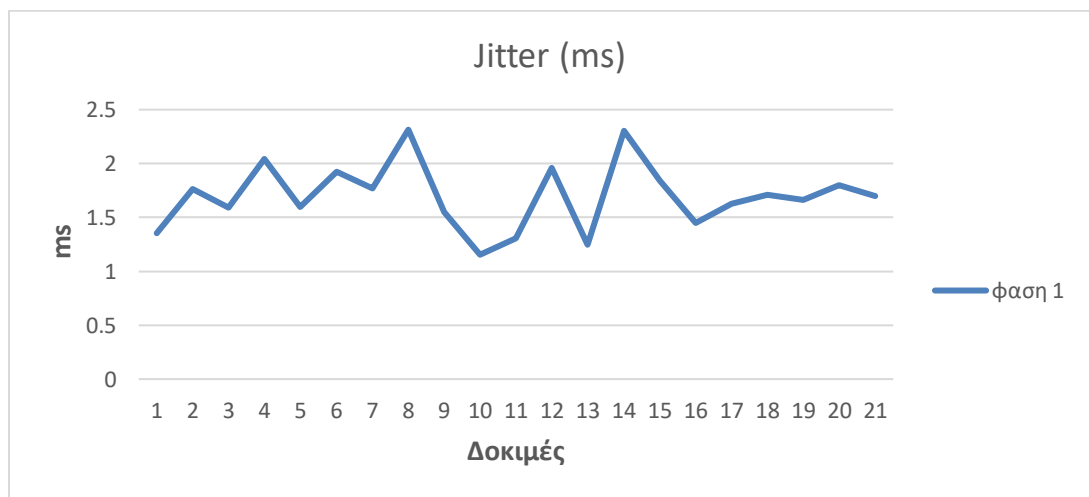


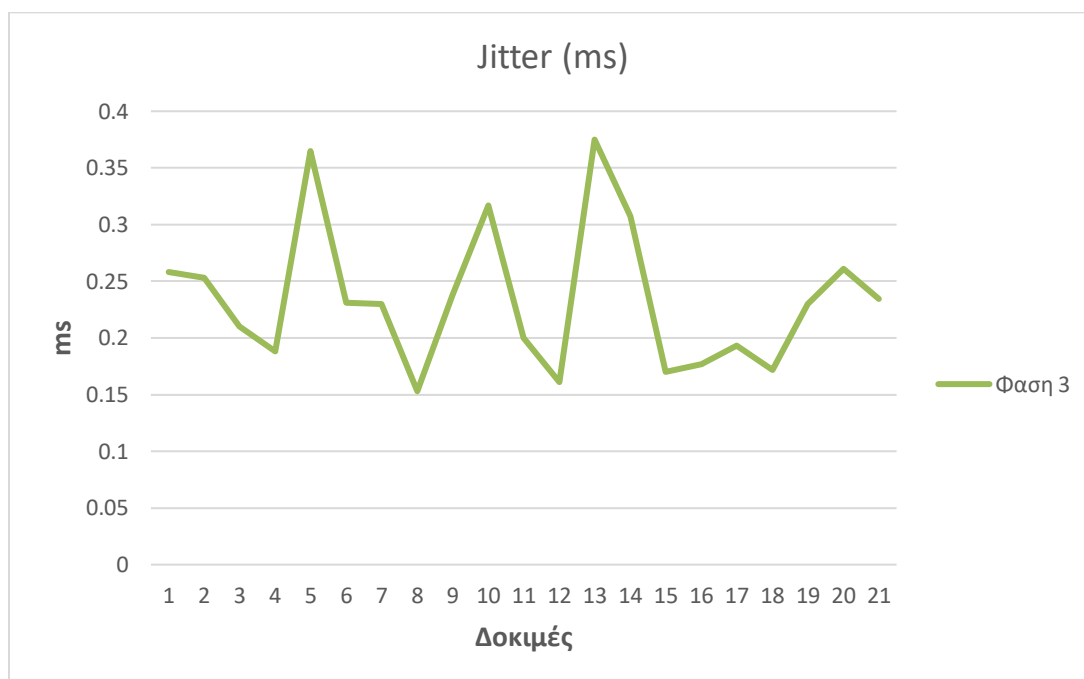
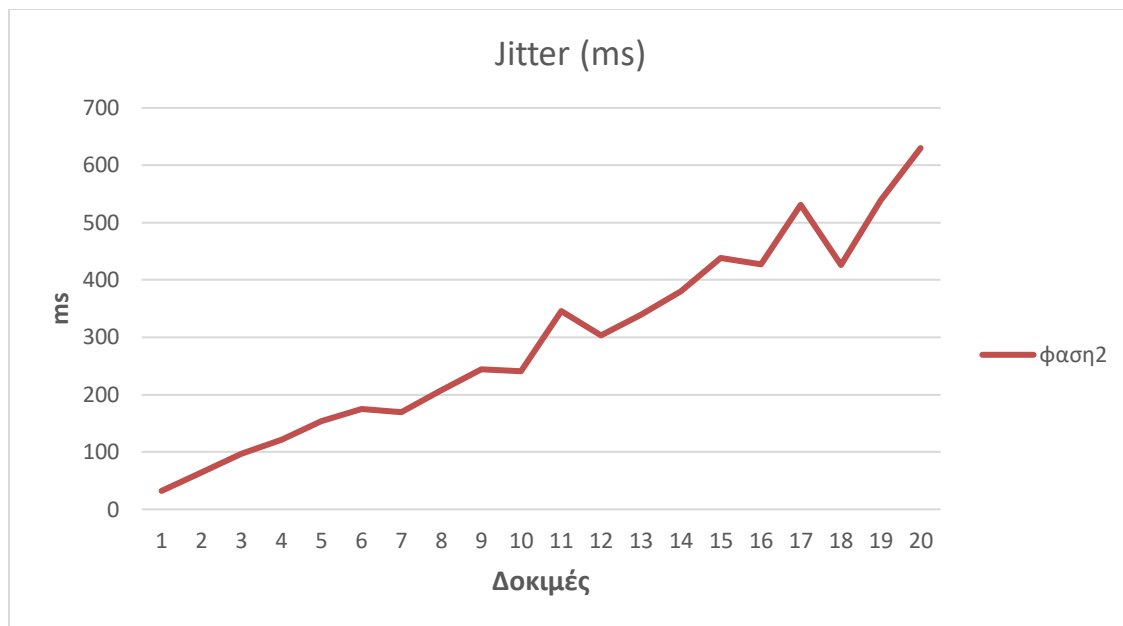
Στην 1^η φάση παρατηρούμε ότι κατά την μετάδοση του σήματος έχουμε μεγαλύτερο latency (δηλαδή μεγαλύτερη καθυστέρηση κατά τη μεταφορά των πακέτων/bits), επειδή από το car0 στον client, το σήμα περνάει μέσω του car3 με V2V communication και στη συνέχεια με V2I connectivity. Επίσης στη φάση 2 όπου γίνεται multicasting βλέπουμε ότι μειώνεται κατά πολύ το latency λόγω των 2 κεραιών που χρησιμοποιούνται από το car0 στον client και αντίστροφα. Ενώ στη φάση 3 πάλι έχουμε χαμηλό latency λόγω του unicasting που γίνεται, καθώς χρησιμοποιείται 1 κεραία σε απόσταση μικρότερη σε σχέση με τις άλλες φάσεις. Φάση 2,3 το Latency σε καποιές περιπτώσεις είναι σχεδόν το ίδιο λόγω χρησιμοποίησης της ίδιας κέραιας και V2Icommunication από car0-client.

2.Jitter

Πείραμα 1			
JITTER ms			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	1,354	32,087	0,258
2	1,765	64,812	0,253
3	1,594	96,769	0,21
4	2,041	120,932	0,188
5	1,598	153,903	0,365

6	1,922	174,897	0,231
7	1,77	169,71	0,23
8	2,314	207,407	0,153
9	1,552	243,627	0,238
10	1,154	241,304	0,317
11	1,309	346,102	0,2
12	1,961	303,243	0,161
13	1,247	338,598	0,375
14	2,301	380,695	0,307
15	1,843	438,551	0,17
16	1,449	427,06	0,177
17	1,625	530,788	0,193
18	1,708	426,06	0,172
19	1,663	539,206	0,23
20	1,799	629,982	0,261
M.O	1,698	293,287	0,234

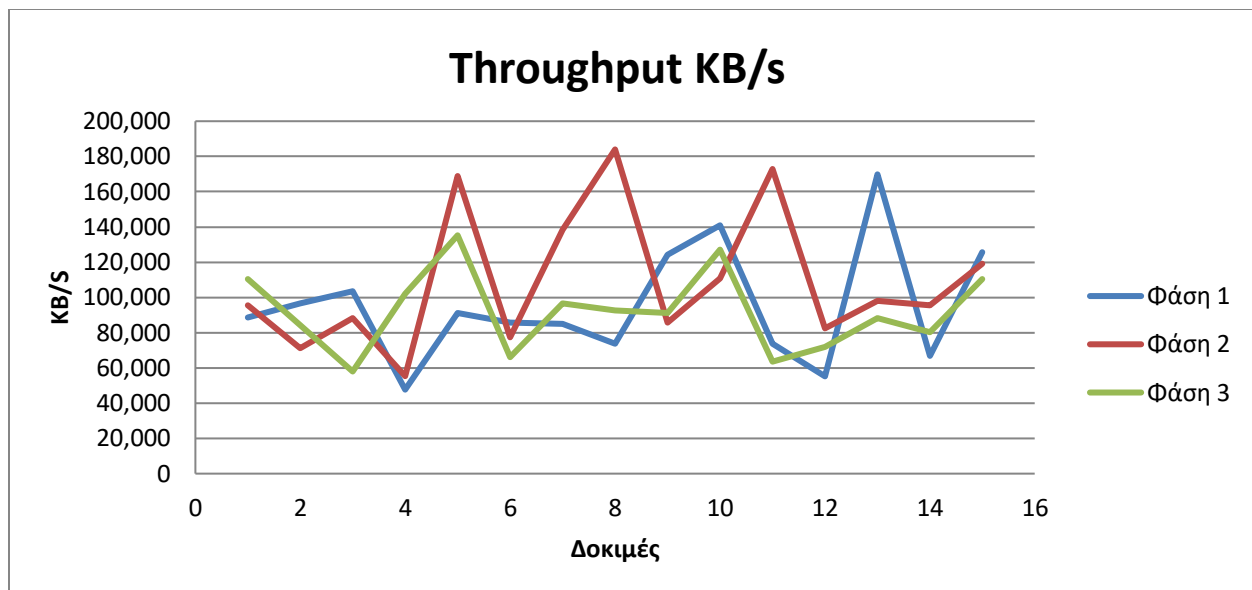




Στη φάση 1 του πειράματος, παρατηρούμε ότι το jitter, δηλαδή η καθυστέρηση ανάμεσα στα πακέτα, είναι μικρό, λόγω του ότι χρησιμοποιείται 1 μόνο κεραία και ο client-δεκτης τα λαμβάνει από μια κατεύθυνση τα πακέτα. Ομοίως και στην φάση 3. Ενώ στη φάση 2 που γίνεται multicasting, είναι λογικό να υπάρχει μεγαλύτερη διακύμανση στο jitter, αφού ο client-δέκτης θα λαμβάνει από 2 κατευθύνσεις, οπότε μπορεί να υπάρξει μια σύγχυση με τα πακέτα. Γι αυτό το λόγο γίνεται μια απότομη αύξηση στο διάγραμμα στη φάση 2.

3. Throughput

Πείραμα 1				
THROUGHPUT(KB/S)				
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3	
1	88.453	95.456	110.340	
2	96.452	71.265	84.296	
3	103.687	88.318	57.960	
4	47.668	55.333	102.224	
5	91.080	168.760	135.240	
6	85.560	77.470	66.240	
7	84.865	138.320	96.600	
8	73.835	183.990	92.450	
9	124.200	85.770	91.080	
10	140.992	110.839	127.192	
11	73.825	172.930	63.480	
12	55.200	82.305	71.760	
13	169.834	98.220	88.320	
14	66.935	95.450	80.144	
15	125.570	118.960	110.400	
M.O	<u>95.210</u>	<u>109.559</u>	<u>91.848</u>	

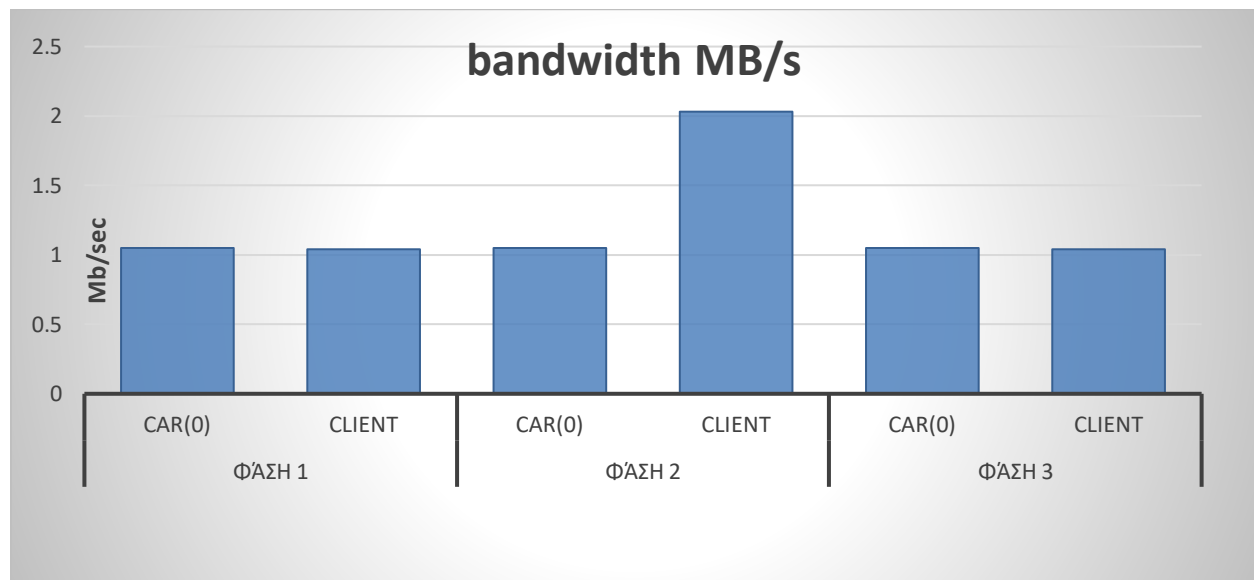


Εδώ παρατηρούμε ότι το throughput, στην φάση 2 όπου γίνεται μετάδοση μέσω 2 κεραιών, είναι σχετικά μεγαλύτερο από τις άλλες 2 φάσεις. Καποιές μεγάλες διακυμάνσεις οφείλονται και στη μη ακριβή μέτρηση από μεριά μας του ρυθμού επεξεργασίας ακριβώς ανα δευτερόλεπτο! Κατα μέσο όρο το Throughput κυμαίνεται στα 0,1MB/S σε όλες τις φάσεις.

4. Bandwidth

Πείραμα 1						
BANDWIDTH (MB/S)						
Δοκιμές	Φάση 1		Φάση 2		Φάση 3	
	CAR(0)	CLIENT	CAR(0)	CLIENT	CAR(0)	CLIENT
1	1,06	1,03	1,06	2	1,06	1,03
2	1,06	1,06	1,06	2,07	1,06	1,06
3	1,03	1,06	1,03	2,05	1,03	1,03
4	1,06	1,03	1,06	1,98	1,06	1,06
5	1,03	1,03	1,03	1,88	1,03	1,03
6	1,06	1,06	1,06	1,98	1,06	1,06
7	1,06	1,03	1,06	1,98	1,06	1,06
8	1,03	1,03	1,03	2,05	1,03	1,03

9	1,06	1,06	1,06	2,09	1,06	1,06
10	1,03	1,06	1,03	2,07	1,03	1,03
11	1,06	1,03	1,06	2,07	1,06	1,06
12	1,03	1,06	1,03	2,05	1,03	1,06
13	1,06	1,01	1,06	2,07	1,06	1,01
14	1,06	1,06	1,06	2,07	1,06	1,06
15	1,03	1,06	1,03	1,98	1,03	1,03
16	1,06	1,03	1,06	2,09	1,06	1,06
17	1,03	1,06	1,03	1,95	1,03	1,06
18	1,06	1,03	1,06	2	1,06	1,01
19	1,06	1,06	1,06	2,05	1,06	1,06
20	1,03	1,03	1,03	2,05	1,03	1,03
M.O	<u>1,05</u>	<u>1,04</u>	<u>1,05</u>	<u>2,03</u>	<u>1,05</u>	<u>1,04</u>

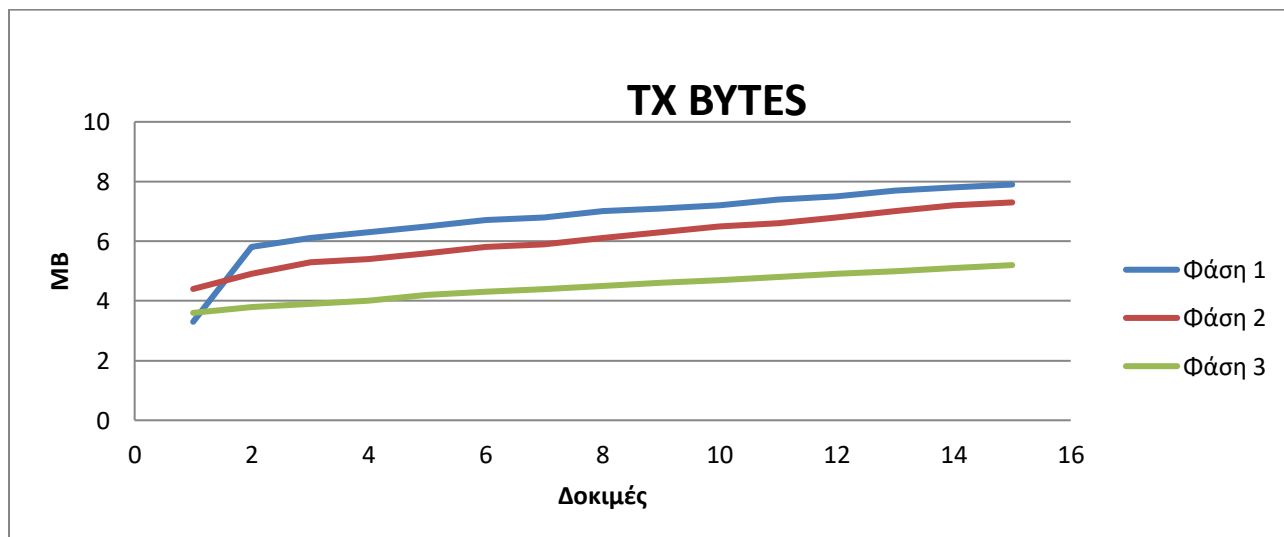


Στο bandwidth παρατηρούμε ότι στη φάση 1 και 3 του πειράματος, ο μέσος όρος είναι περίπου σταθερός, και στο car0 και στο client. Αντίθετα στη φάση 2, βλέπουμε ότι αυξάνεται ο ρυθμός bandwidth, στον client-δέκτη λόγω του multicasting που γίνεται.

5. RX Bytes-TX Bytes

Πείραμα 1			
RX BYTES(KB)			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	7,2	7,2	10,2
2	11,3	11,3	10,8
3	11,3	11,3	11,5
4	11,4	11,4	11,6
5	11,4	11,4	11,6
6	11,7	11,7	11,6
7	11,7	11,7	11,6
8	12,1	12,1	12
9	12,1	12,1	12
10	13	13	12,1
11	13,8	13,8	12,1
12	14,3	14,3	12,5
13	14,7	14,7	12,5
14	15,1	15,1	12,5
15	15,1	15,1	12,5

Πείραμα 1			
TX BYTES(MB)			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	3,3	4,4	3,6
2	5,8	4,9	3,8
3	6,1	5,3	3,9
4	6,3	5,4	4
5	6,5	5,6	4,2
6	6,7	5,8	4,3
7	6,8	5,9	4,4
8	7	6,1	4,5
9	7,1	6,3	4,6
10	7,2	6,5	4,7
11	7,4	6,6	4,8
12	7,5	6,8	4,9
13	7,7	7	5
14	7,8	7,2	5,1
15	7,9	7,3	5,2



Εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τα TX bytes συνεχώς αυξάνονται αφού όσο το Video κάνει streaming τα *transmitted bytes* αλλά και τα *received bytes* αυξάνονται.

6.Packet Loss

Πείραμα 1			
PACKET LOSS%			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%
3	0%	0%	0%
4	0%	0%	0%
5	0%	0%	0%
6	0%	0%	0%
7	2,2%	0%	0%
8	0%	0%	0%
9	0%	0%	0%
10	0%	0%	0%
11	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
13	2,3%	0%	2,3%
14	0%	0%	0%
15	0%	0%	0%
16	0%	0%	0%
17	0%	0%	0%
18	0%	0%	2,3%
19	0%	0%	0%
20	0%	0%	0%
M.O	0,23%	0%	0,23%

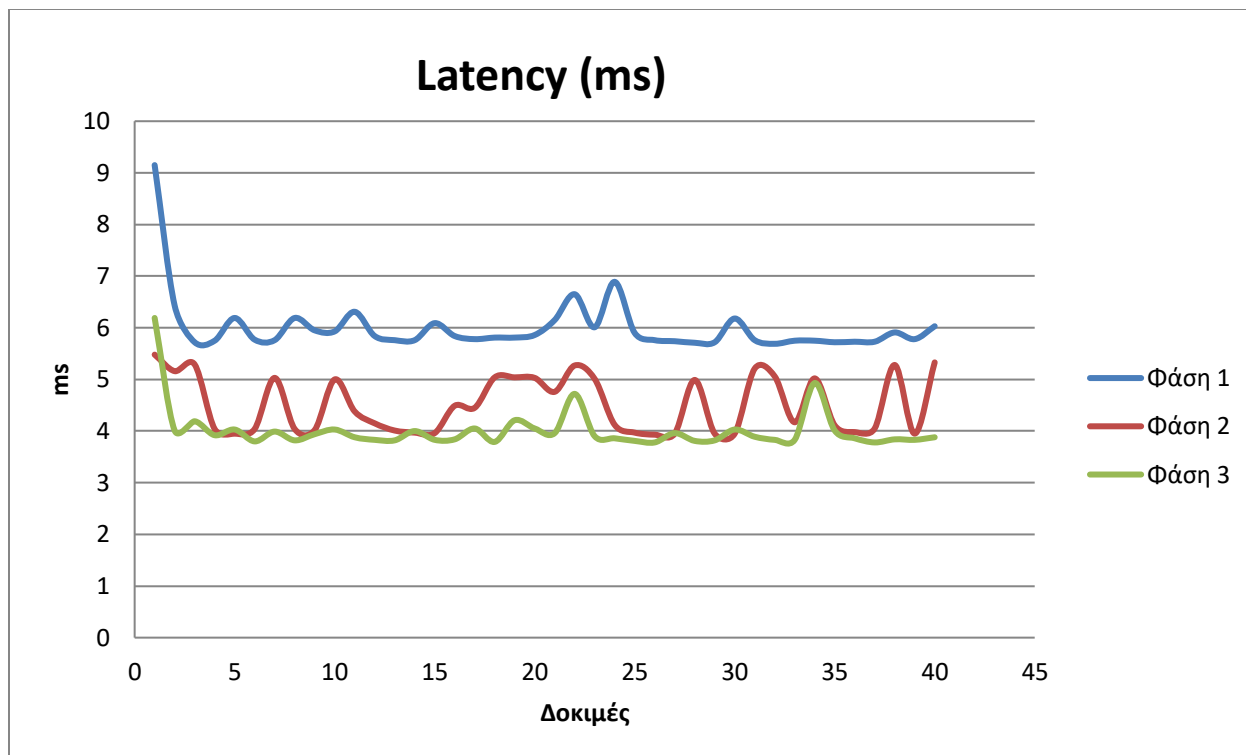
Παρατηρούμε ότι το packet loss στις φασεις όπου γίνεται unicasting ,δηλαδή στις φασεις 1 και 3 είναι παρα πολύ μικρο,σχεδόν αμελητέο. Αντίθετα παρατηρούμε στη φαση 2 του πειράματος ,που λειτουργεί με bicasting, ότι το packet loss είναι μηδενικο.

Πείραμα 2

1. *Latency*

Πείραμα 2			
LATENCY ms			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	9,15	5,48	6,19
2	6,43	5,16	4,01
3	5,72	5,29	4,19
4	5,75	4,04	3,92
5	6,19	3,95	4,03
6	5,77	4,04	3,8
7	5,76	5,03	3,99
8	6,19	4,04	3,82
9	5,95	4,02	3,94
10	5,93	5	4,03
11	6,31	4,38	3,88
12	5,84	4,15	3,83
13	5,76	4,01	3,82
14	5,76	3,97	4
15	6,09	3,96	3,83
16	5,84	4,49	3,84
17	5,78	4,45	4,05
18	5,81	5,04	3,79
19	5,81	5,04	4,21

20	5,86	5,03	4,05
21	6,15	4,76	3,96
22	6,65	5,27	4,72
23	6,01	5,01	3,9
24	6,89	4,12	3,86
25	5,9	3,97	3,81
26	5,76	3,93	3,78
27	5,74	3,95	3,96
28	5,71	4,99	3,81
29	5,72	3,95	3,82
30	6,18	3,95	4,03
31	5,76	5,21	3,89
32	5,69	5,06	3,83
33	5,75	4,17	3,83
34	5,75	5,02	4,93
35	5,72	4,11	4,01
36	5,73	3,98	3,86
37	5,73	4,05	3,78
38	5,91	5,28	3,84
39	5,78	3,95	3,83
40	6,03	5,33	3,88
M.O	<u>6,0065</u>	<u>4,51575</u>	<u>4,01375</u>

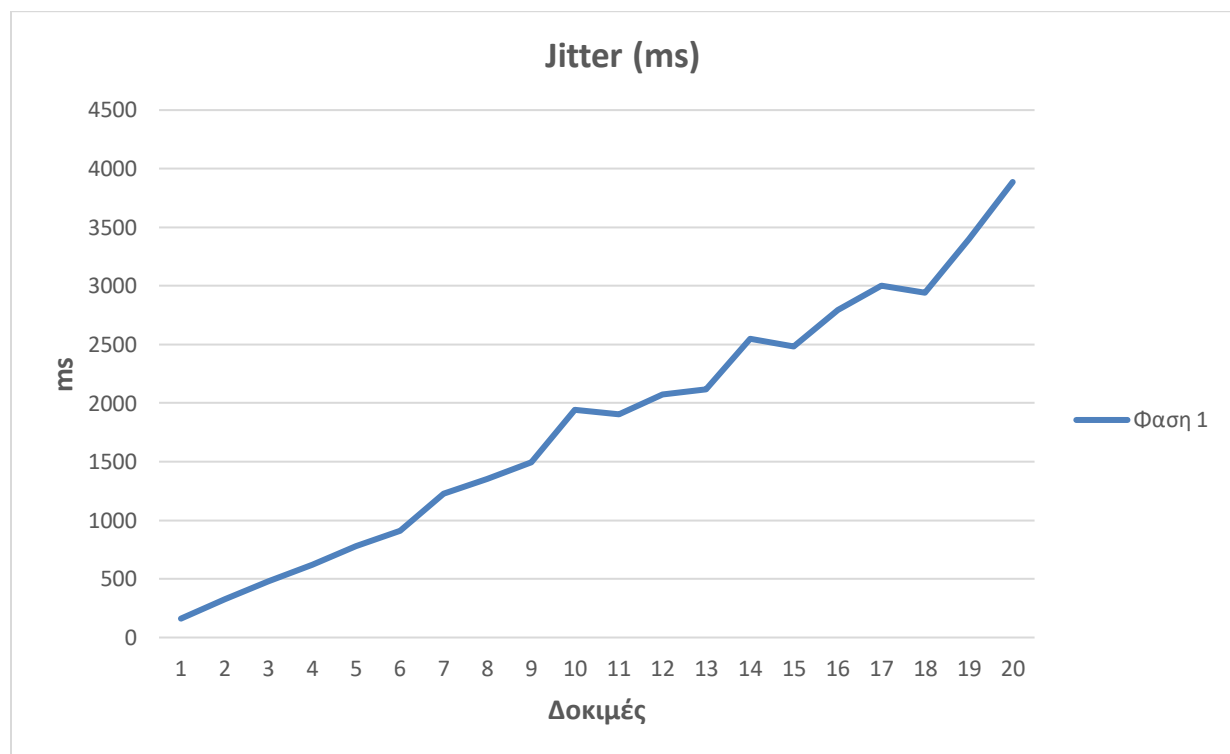


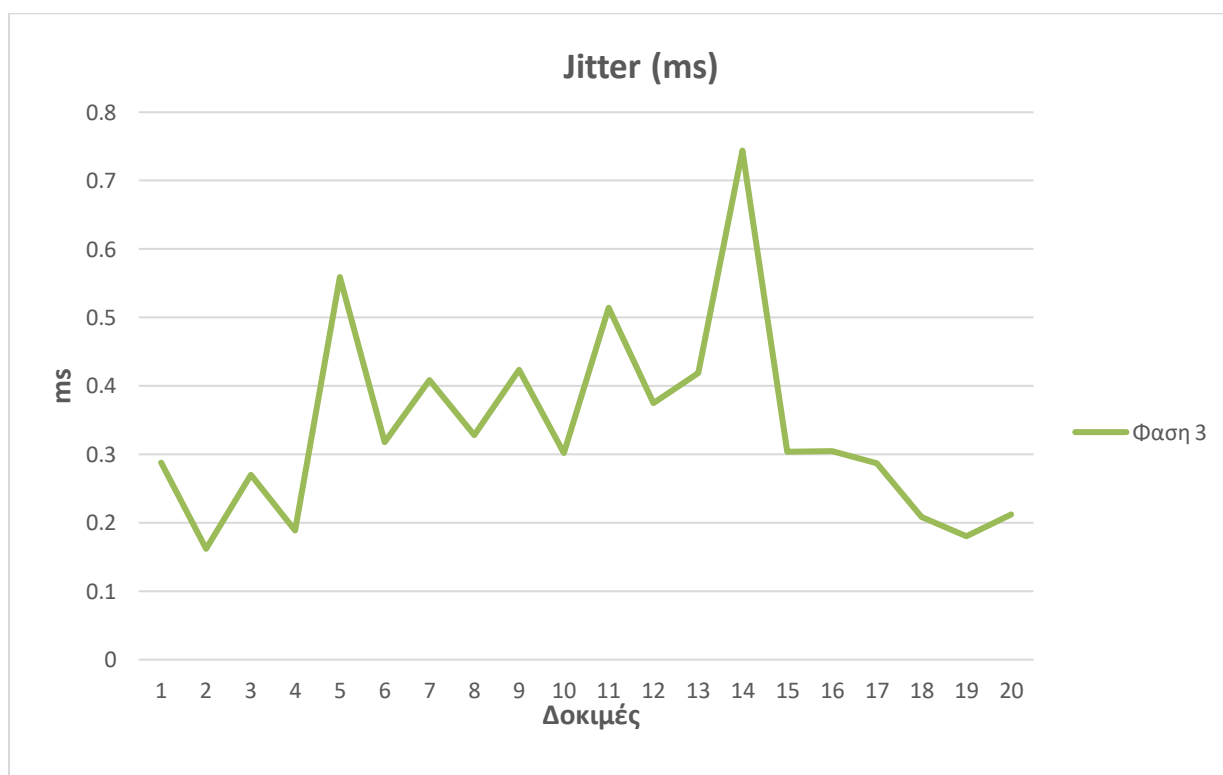
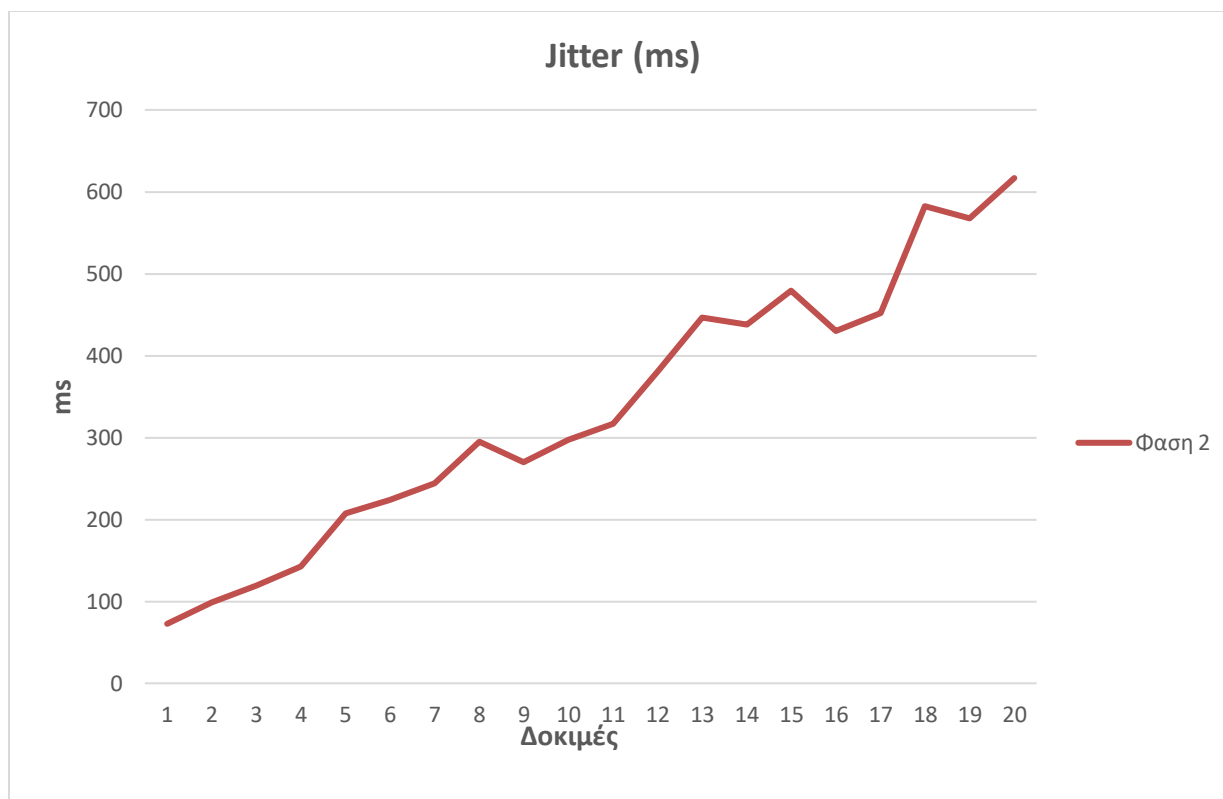
Παρατηρούμε ότι η καθυστέρηση στη Φάση 1 του πειράματος 2 σε σχέση με το πείραμα 1 έχει μειωθεί σημαντικά, αφού πλέον το communication γίνεται μόνο μέσω V2I-LTE. Ενώ στις Φάσεις 2,3 δεν αλλάζει αφού το communication παραμένει το ίδιο.

2. Jitter

Πείραμα 2				
JITTER ms				
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3	
1	161,312	72,624	0,288	
2	325,925	98,466	0,162	
3	480,575	119,156	0,27	
4	623,161	142,361	0,189	
5	778,076	207,695	0,559	
6	910,884	223,828	0,318	

7	1228,177	243,997	0,409
8	1351,963	294,962	0,328
9	1495,824	269,627	0,424
10	1942,502	297,217	0,302
11	1906,565	316,765	0,514
12	2073,48	379,982	0,375
13	2116,028	446,212	0,419
14	2548,338	437,997	0,744
15	2480,537	479,121	0,304
16	2792,741	430,163	0,305
17	3000,836	452,109	0,287
18	2941,078	582,813	0,208
19	3397,876	567,305	0,18
20	3886,428	616,787	0,212
M.O	<u>1822,115</u>	<u>333,959</u>	<u>0,340</u>



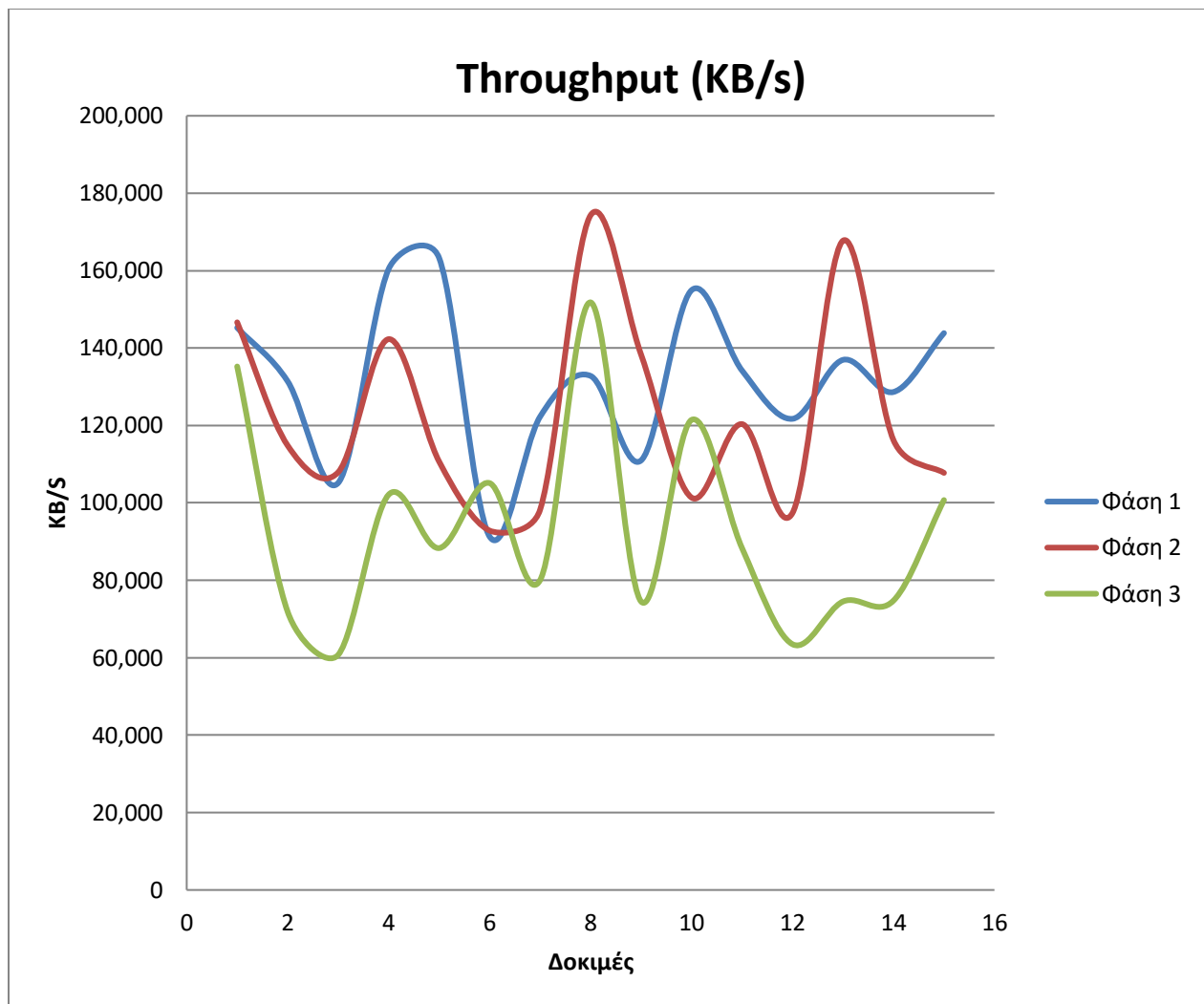


Στη 1^η φάση του πειράματος 2, παρατηρούμε ότι το jitter κυμαίνεται σε μεγάλες τιμές, καθώς στην συγκεκριμένη φάση γίνεται bicasting, όπως και στην φαση 2.

Ενώ στη φάση 3 που γίνεται unicasting είναι λογικό να έχει πολύ μικρή διακύμανση το jitter.

3. *Troughput*

Πείραμα 2			
THROUGHPUT (KB/s)			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	145.250	146.640	135.240
2	131.410	114.810	71.864
3	105.140	107.900	60.720
4	160.420	142.300	102.120
5	163.280	110.680	88.320
6	91.299	92.836	105.112
7	122.264	98.220	80.040
8	132.800	174.300	151.800
9	110.960	138.320	74.520
10	154.940	101.375	121.440
11	134.190	120.350	88.320
12	121.720	97.407	63.480
13	136.950	167.748	74.520
14	128.650	116.200	74.752
15	143.860	107.750	100.730
M.O	<u>132.209</u>	<u>122.456</u>	<u>92.865</u>

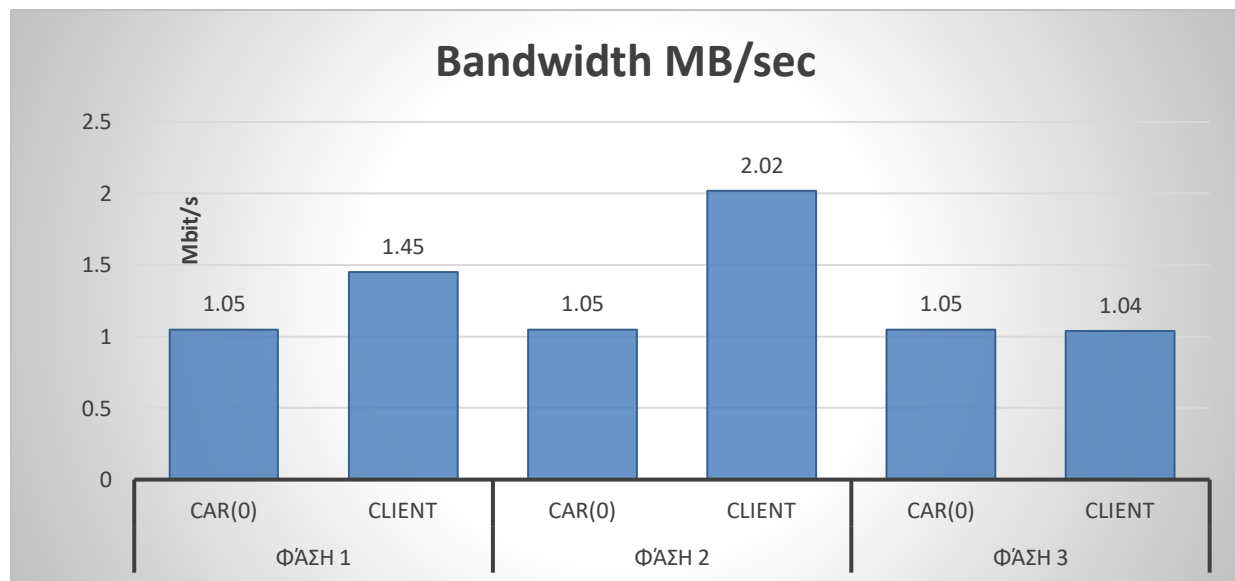


Εδώ παρατηρούμε ότι το throughput, στις φάσεις 1 και 2 όπου γίνεται μετάδοση μέσω 2 κεραιών, έχει μεγάλη διακύμανση. Ενώ στην φάση 3 όπου δεν γίνεται bicastng, υπάρχει μικρή διακύμανση στο throughput.

4. Bandwidth

Πείραμα 2						
BANDWIDTH (MB/S)						
Φάση 1			Φάση 2		Φάση 3	
Δοκιμές	CAR(0)	CLIENT	CAR(0)	CLIENT	CAR(0)	CLIENT
1	1,06	1,36	1,06	1,93	1,06	1,03

2	1,06	1,48	1,06	2,05	1,06	1,06
3	1,03	1,48	1,03	2	1,03	1,01
4	1,06	1,46	1,06	2,02	1,06	1,06
5	1,03	1,39	1,03	2,02	1,03	1,03
6	1,06	1,39	1,06	2,02	1,06	1,06
7	1,06	1,46	1,03	2,05	1,06	1,06
8	1,03	1,46	1,06	2,05	1,03	1,03
9	1,06	1,48	1,06	2,02	1,06	1,06
10	1,03	1,48	1,03	2,02	1,03	1,03
11	1,06	1,46	1,06	2,05	1,06	1,06
12	1,03	1,43	1,03	1,98	1,03	1,06
13	1,06	1,48	1,06	2,07	1,06	1,03
14	1,06	1,46	1,06	2,02	1,06	1,06
15	1,03	1,43	1,03	2,05	1,03	1,03
16	1,06	1,48	1,06	2,07	1,06	1,06
17	1,03	1,43	1,03	2,02	1,03	1,06
18	1,06	1,46	1,06	1,95	1,06	1,03
19	1,06	1,46	1,06	2,02	1,06	1,06
20	1,03	1,51	1,03	2,02	1,03	1,03
M.O	<u>1,05</u>	<u>1,45</u>	<u>1,05</u>	<u>2,02</u>	<u>1,05</u>	<u>1,05</u>

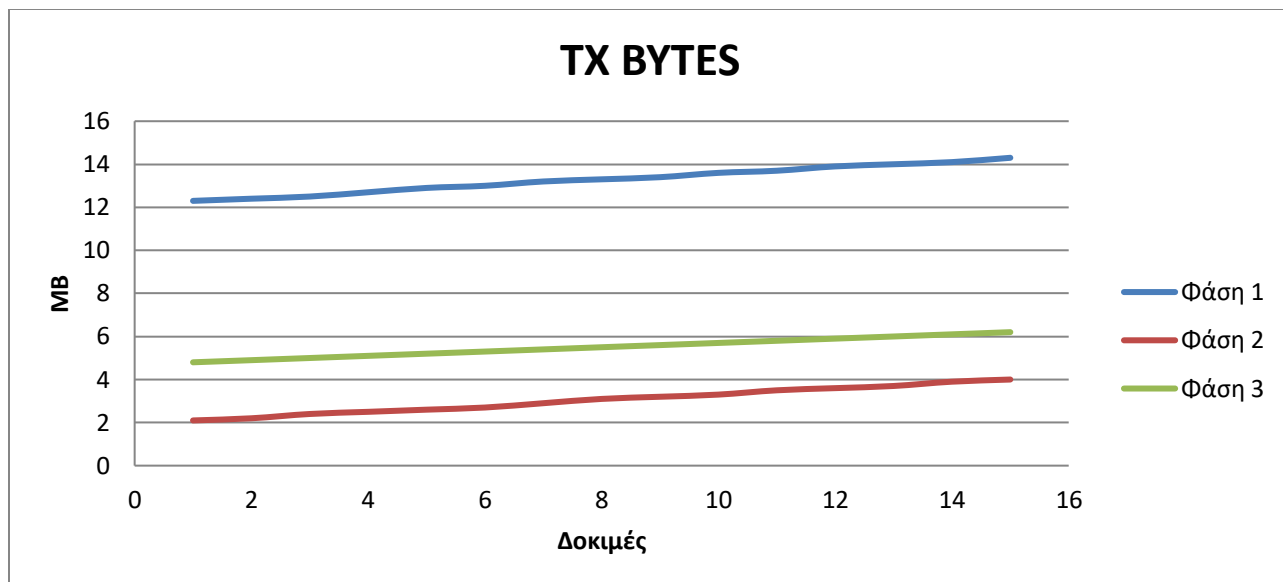


Για το bandwidth του πειράματος 2, παρατηρούμε ότι στις φάσεις 1 και 2, όπου γίνεται multicasting, δηλαδή μετάδοση πακέτων μέσω 2 κεραιών, αυξάνεται αρκετά ο ρυθμός στον client. Ενώ στη φάση 3 παραμένει σταθερός ο μέσος όρος, όπως και στο πείραμα 1, λόγω της μετάδοσης από 1 μόνο κεραία.

5. RX Bytes – TX Bytes

	Πείραμα 2		
	RX BYTES (KB)		
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	24,1	4,7	9,3
2	24,1	4,7	9,6
3	24,4	4,7	10,2
4	24,4	5,3	10,2
5	24,8	5,3	10,6
6	24,8	5,7	10,8
7	25,5	5,7	10,8
8	25,8	6,4	11,1
9	25,8	6,4	11,4
10	25,8	6,4	11,4
11	26,2	6,4	11,4
12	26,2	6,4	11,4
13	26,2	6,9	11,4
14	26,2	6,9	11,6
15	26,5	6,9	11,6

	Πείραμα 2		
	TX BYTES (MB)		
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	12,3	2,1	4,8
2	12,4	2,2	4,9
3	12,5	2,4	5
4	12,7	2,5	5,1
5	12,9	2,6	5,2
6	13	2,7	5,3
7	13,2	2,9	5,4
8	13,3	3,1	5,5
9	13,4	3,2	5,6
10	13,6	3,3	5,7
11	13,7	3,5	5,8
12	13,9	3,6	5,9
13	14	3,7	6
14	14,1	3,9	6,1
15	14,3	4	6,2



Εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τα TX bytes συνεχώς αυξάνονται αφού όσο το Video κάνει streaming τα *transmitted bytes* αλλά και τα *received bytes* αυξάνονται

6. Packet Loss

Πείραμα 2			
PACKET LOSS %			
Δοκιμές	Φάση 1	Φάση 2	Φάση 3
1	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%
3	0%	0%	2,3%
4	0%	0%	0%
5	0%	0%	0%
6	0%	0%	0%
7	0%	0%	0%
8	0%	0%	0%
9	0%	0%	0%
10	0%	0%	0%
11	0%	0%	0%
12	0%	2,2%	0%
13	0%	0%	0%
14	2,2%	0%	0%
15	0%	0%	0%
16	0%	0%	0%

17	2,3%	0%	0%
18	0%	0%	0%
19	0%	0%	0%
20	0%	0%	0%
M.O	0,23%	0,11%	0,12%

Το packet loss παραμένει και σ' αυτό το πείραμα 0 , αν και υπαχει μια μικρή μεταβολή και στις 3 φάσεις. Οστόσο το θεωρούμε και πάλι αμελητέο.

Γενικά απο τα παραπάνω στις φασεις 2 και 3 και των δυο πειραμάτων παρατηρούνται περίπου τα ίδια αποτελέσματα, το οποιο φαίνεται και λογικο διότι χρησιμοποιούν σε κάθε φάση αντίστοιχα τις ίδιες κεραίες. Αξίζει λοιπόν να ασχοληθούμε παρακάτω με τη φάση 1 και των δυο πειραμάτων. Στη 1^η φάση των δυο πειραμάτων παρατηρούνται διαφορετικά αποτελέσματα και αυτο συμβαίνει λόγω των διαφορετικών συνδέσεων κατω απο τις οποίες μεταδίδεται το σήμα .

Συγκεκριμένα στη φαση1 του πειραμάτος 1 χρησιμοποιείται bicasting,πρώτα V2Vcommunication και στη συνέχεια V2I-LTEconnectivity με το car3 να μεσολαβεί για τη μετάδοση του σήματος, ενώ στη φάση 1 του πειράματος 2 γίνεται unicastin με V2I-LTE connectivity car0-enobeB1 . Για να γίνουμε πιο ακριβείς βλέπουμε οτι το latency στη φάση 1 του πειράματος 1 ειναι σημαντικά μεγαλύτερο απο αυτό στη φάση 2 του πειράματος 2. Μεγάλες διαφορές παρατηρούνται ακόμα και στις μετρησεις για το jitter των δυο πειραμάτων καθώς στη φάση 1 του πειράματος 2 σε σύγκριση με τη φάση 1 του πειράματος 1 ειναι εξαιρετικά μεγαλύτερη, κάτι το οποίο φαίνεται λογικό λόγω του bicasting. Επίσης διαφορές υπάρχουν και στο bandwidth των client των δυο πειραμάτων καθώς στο πείραμα 1

κινείται κατα Μ.Ο στο 1,04 MB/s ενώ αντίθετα στο πείραμα 2 κατα Μ.Ο στο 1.45 MB/s. Τέλος το throughput στο πείραμα 2 είναι μεγαλύτερο στη 1^η φάση, απ'ότι στο πείραμα 1 ,αφού γίνεται με multicasting.