



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

UNIVERSITY OF THE AEGEAN

DEPARTMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING

## 321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

### Διδάσκοντες

Μεσαριτάκης Χάρης (Θεωρία), Τάσης Βασίλειος (Εργαστήριο)

---

## 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

---

3212018107 Κυριαζής Ιωάννης

3212018161 Παπαδόπουλος Παναγιώτης

Σάμος, Δευτέρα 13 Δεκεμβρίου, 2021



## **Κατάλογος Περιεχομένων**

<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u></b>	Βασική Θεωρητική Προετοιμασία .....	σελ. 03
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u></b>	Σενάριο 1.....	σελ. 06
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u></b>	Σενάριο 2.....	σελ. 09
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u></b>	Σενάριο 3.....	σελ. 12
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u></b>	Συμπεράσματα.....	σελ. 14
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</u></b>	Βιβλιογραφία .....	σελ. 16



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Βασική Θεωρητική Προετοιμασία

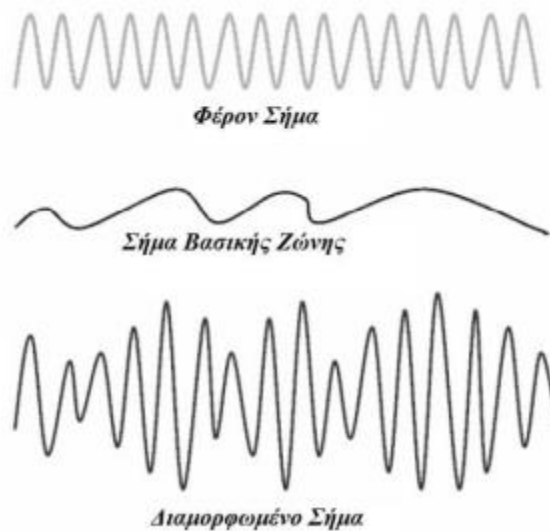


### Διαμόρφωση

Είναι η διαδικασία κωδικοποίησης της πληροφορίας από μία πηγή (μήνυμα) σε μία μορφή κατάλληλη για μετάδοση. Γενικά το μήνυμα πληροφορίας είναι χαμηλής συχνότητας και αλλάζει κάποια από τα χαρακτηριστικά ενός υψίσυχνου σήματος

Με τη διαμόρφωση επιτυγχάνουμε:

- Μετάδοση πολλών σημάτων στον ίδιο χώρο με χρήση διαφορετικών φερόντων.
- Ελάττωση των απαιτήσεων στα χαρακτηριστικά των συστημάτων εκπομπής.
- Εκμετάλλευση περιοχών του φάσματος που έχουν καλύτερες συνθήκες μετάδοσης (λιγότερες παρεμβολές).



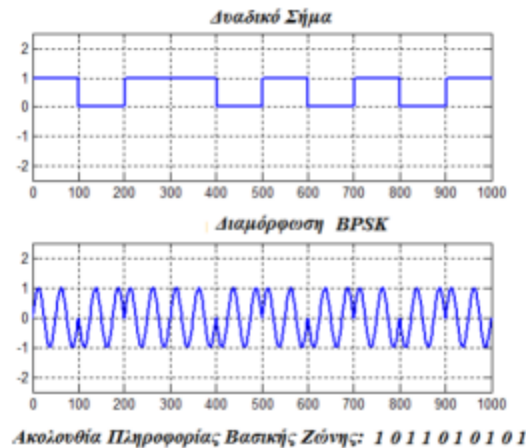
Τα είδη ψηφιακής διαμόρφωσης που εφαρμόζονται όταν η πηγή ή το σήμα βασικής ζώνης είναι ψηφιακό, είναι τα εξής:

- Μεταλλαγή Μετατόπισης Πλάτους- Amplitude Shift Keying (ASK)
- Μεταλλαγή Μετατόπισης Συχνότητας – Frequency Shift Keying (FSK)
- Μεταλλαγή Μετατόπισης Φάσης- Phase Shift Keying (PSK)
- Quadratic Amplitude Modulation (QAM) – συνδυασμός της ASK και της PSK



### Μεταλλαγή Μετατόπισης Φάσης – Phase Shift Keying (PSK)

Κατά τη διαμόρφωση PSK, η φάση του φέροντος σήματος αλλάζει σε σχέση με την πληροφορία.



Δύο από τις βασικότερες PSK τεχνικές είναι η Διαδική Μεταλλαγή Μετατόπιση Φάσης (Binary Phase-Shift Keying, BPSK), και η Ορθογωνική Μεταλλαγή Μετατόπισης Φάσης (Quadrature Phase-Shift Keying, QPSK).

### Διαδική Μεταλλαγή Μετατόπισης Φάσης – BPSK

Στην τεχνική BPSK, η φάση μιας φέουσας σταθερού πλάτους εναλλάσσεται μεταξύ δύο τιμών που αντιστοιχούν στα σύμβολα 1 και 0.

Οι αναπαραστάσεις των δύο παραπάνω σημάτων έχουν διαφορά φάσης  $\pi$  (αντίποδα σήματα – antipodal signals). Τα συστήματα BPSK χρησιμοποιούν ομόδυνη αποδιαμόρφωση, η οποία απαιτεί ότι οι πληροφορίες για τη φάση και τη συχνότητα της φέουσας θα είναι διαθέσιμες στο δέκτη. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν είτε να μεταδίδονται μαζί με το σήμα, μέσω ενός σήματος αναφοράς χαμηλής ισχύος (pilot signal), είτε να ανακτώνται στο δέκτη από το ίδιο το σήμα, με κατάλληλα κυκλώματα ανάκτησης φέουσας (carrier recovery circuits).



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

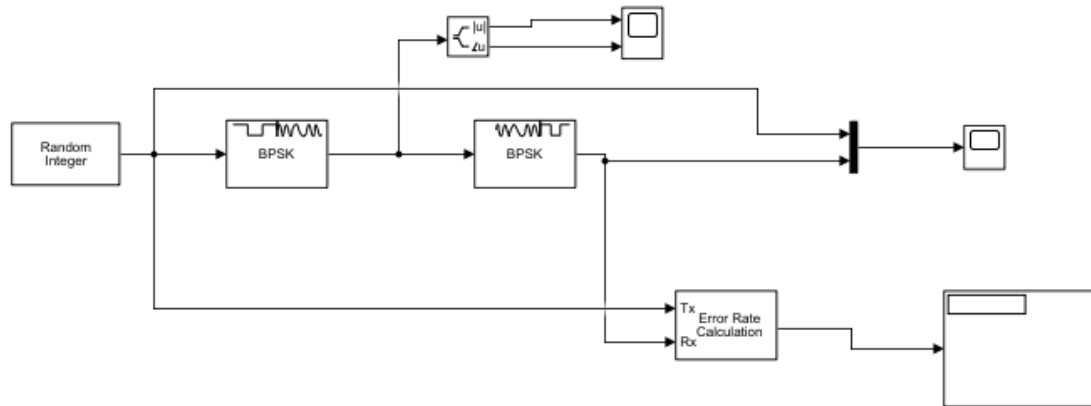
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σενάριο 1

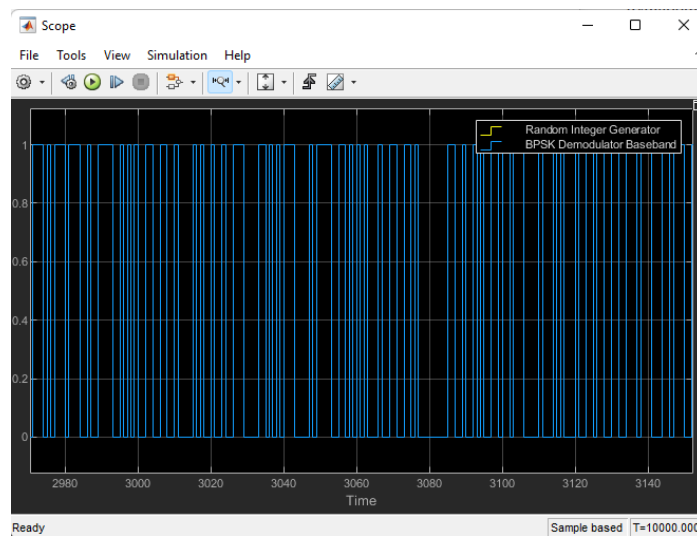


Σε αυτό το σενάριο, αρχικά, φτιάχνουμε το κύκλωμα:



### ΕΡΩΤΗΣΗ 9

Αφού βάλουμε τις τιμές που μας ζητούνται, τρέχουμε την προσομοίωση για τον χρόνο που μας ζητείται:



Στο παραπάνω στιγμιότυπο παρατηρούμε ότι το σήμα πριν την διαμόρφωση ταυτίζεται με αυτό μετά την αποδιαμόρφωση. Αυτό συμβαίνει διότι δεν έχουμε καθόλου θόρυβο που να παρεμβάλλεται.

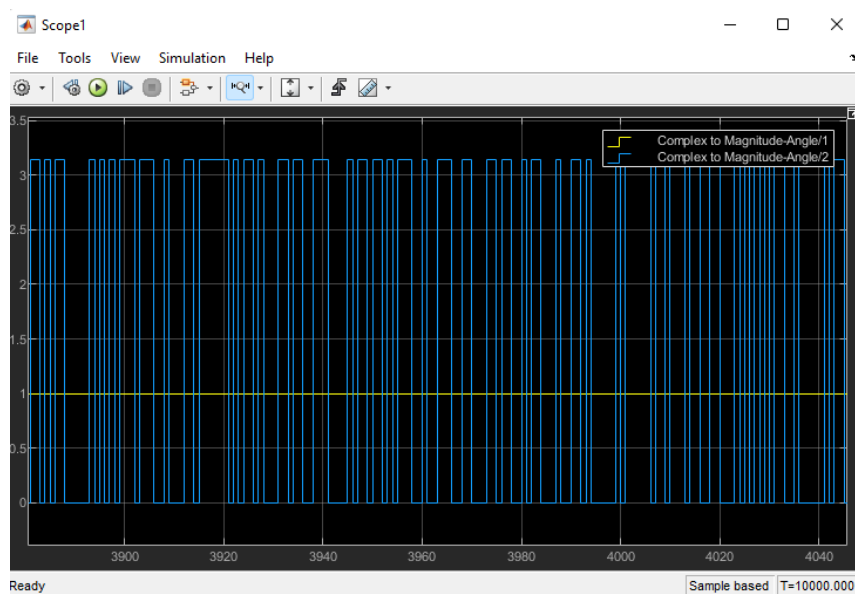


## ΕΡΩΤΗΣΗ 10

Στο παρακάτω στιγμιότυπο έχουμε 2 διαφορετικές αναπαραστάσεις.

Η πρώτη (με κίτρινο χρώμα) απεικονίζει την γωνία φάσης της εισόδου σε ακτίνια (rad). Στο παρακάτω στιγμιότυπο έχει την τιμή 1 καθ' όλη την διάρκεια της προσομοίωσης.

Η δεύτερη (με μπλε χρώμα) απεικονίζει το μέγεθος του σήματος εισόδου δηλαδή το πλάτος του. Στο παρακάτω στιγμιότυπο η τιμή εναλλάσσεται από 0 σε 3.14 καθ' όλη την διάρκεια της προσομοίωσης.







321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

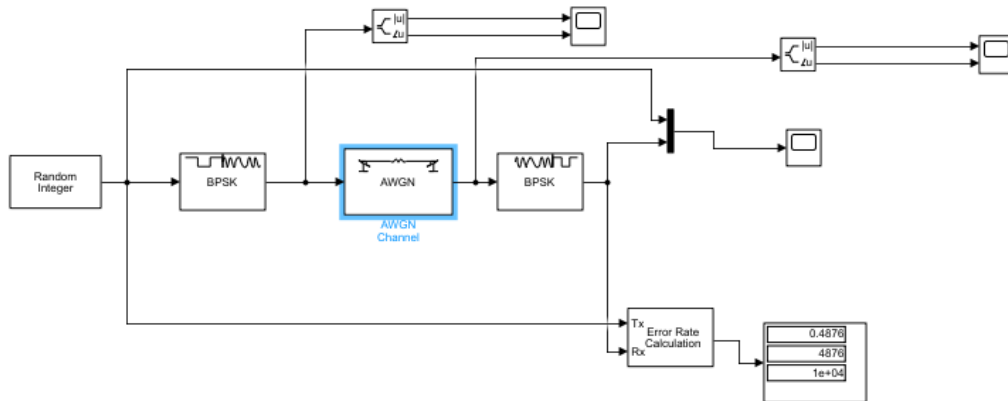
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

## Σενάριο 2



Σε αυτό το σενάριο, αρχικά, φτιάχνουμε το κύκλωμα:



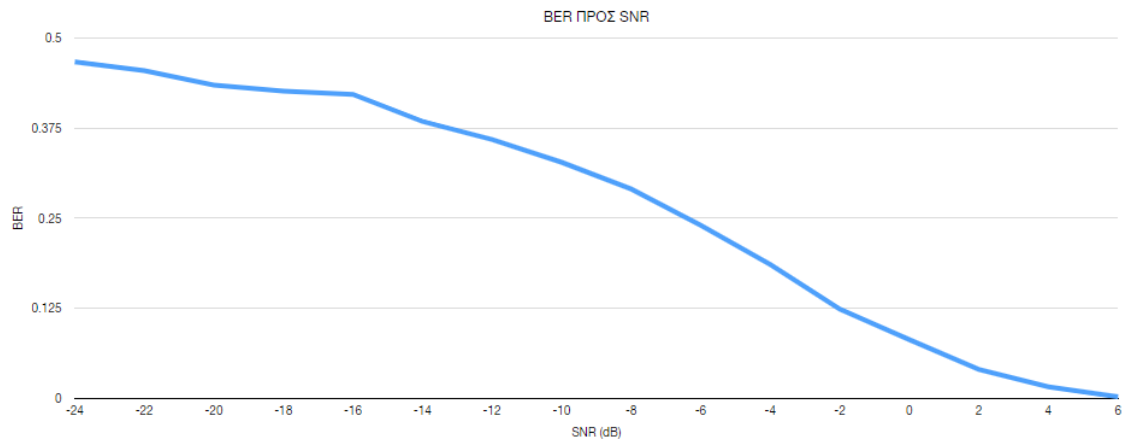
#### ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Τιμή $E_b/N_0$	Τιμή BER
-24	0.4667
-22	0.4544
-20	0.4345
-18	0.426
-16	0.4216
-14	0.3842
-12	0.3591
-10	0.3274
-8	0.2903
-6	0.2399
-4	0.1858
-2	0.1239
0	0.08139
2	0.0399
4	0.0161
6	0.0021



## ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει το Bit Error Rate σε συνάρτηση με τον θόρυβο που παρεμβάλλεται από το AWGN. Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνουμε τον λευκό γκαουσιανό θόρυβο, το BER θα είναι μικρό διότι το σύστημα αντιλαμβάνεται τον θόρυβο και τον «κόβει» με αποτέλεσμα το λάθος να είναι πολύ μικρό. Από την άλλη όσο μικρότερος και αρνητικός είναι ο λευκός γκαουσιανός θόρυβος, το BER θα είναι μεγάλο γιατί θα θεωρεί τον θόρυβο επιθυμητό καθαρό σήμα.





321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

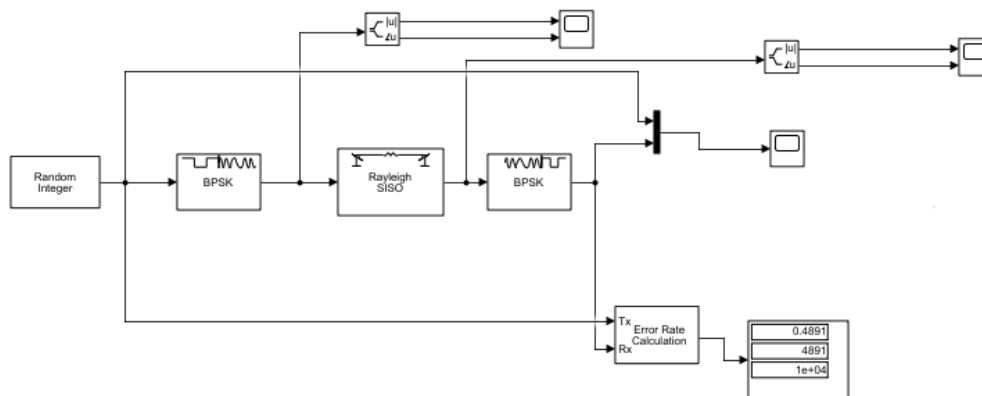
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

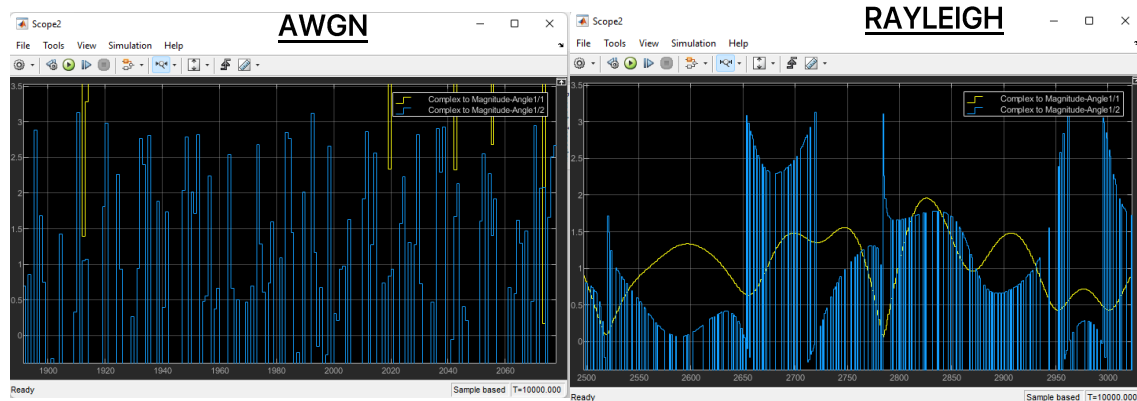
## Σενάριο 3



Σε αυτό το σενάριο, αρχικά, φτιάχνουμε το κύκλωμα:



#### ΕΡΩΤΗΣΗ 4 & ΕΡΩΤΗΣΗ 5



Στο αριστερό στιγμιότυπο, η γωνία φάσης του σήματος εισόδου είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με εκείνη στο δεξί στιγμιότυπο. Στο δεξί στιγμιότυπο κυμαίνεται μεταξύ 0,004 και 2,53 ακτίνια ενώ στο αριστερό κυμαίνεται μεταξύ 0,68 και 92,74 ακτίνια. Όσο μεγαλύτερη είναι η φάση, τόσο περισσότερο κενό υπάρχει ανάμεσα στα σήματα. Το κανάλι διαλείψεων Rayleigh μειώνει την γωνία φάσης σε σχέση με το κανάλι λευκού γκαουσιανού θορύβου και την κάνει πιο ομοιόμορφη αλλά και πιο μεταβλητή.

Στο αριστερό στιγμιότυπο παρατηρούμε ότι το πλάτος του σήματος έχει αρκετά μεγάλη μεταβλητότητα. Αντιθέτως στο δεξί στιγμιότυπο, το πλάτος του σήματος παρόλες τις απότομες αυξήσεις και μειώσεις, σε γενικές γραμμές δείχνει ομοιόμορφο. Το κανάλι διαλείψεων Rayleigh διασκορπίζει το πλάτος του σήματος σε όλο το μήκος του άξονα  $y$ . Αντίθετα, η προσθήκη καναλιού λευκού γκαουσιανού θορύβου προκαλεί στο πλάτος απότομες αυξήσεις και μειώσεις.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## Συμπεράσματα



Σε αυτή την εργασία:

- είδαμε τα δομικά στοιχεία της διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης της βασικής δομής ενός ψηφιακού συστήματος.
- μάθαμε τι είναι διαμόρφωση και αποδιαμόρφωση στην πράξη.
- μάθαμε ότι η διαμόρφωση καθορίζει την αντοχή στο θόρυβο και την παραμόρφωση του καναλιού, την αναπαραγωγή του αρχικού σήματος πληροφορίας, το εύρος ζώνης που απαιτείται για τη μετάδοση της πληροφορίας, την πολυπλοκότητα των συστημάτων εκπομπής και λήψης.
- μάθαμε ότι με την διαμόρφωση επιτυγχάνουμε μετάδοση πολλών σημάτων στον ίδιο χώρο με χρήση διαφορετικών φερόντων, ελάττωση των απαιτήσεων στα χαρακτηριστικά των συστημάτων εκπομπής, εκμετάλλευση περιοχών του φάσματος που έχουν καλύτερες συνθήκες μετάδοσης (λιγότερες παρεμβολές).
- μάθαμε που χρησιμεύει το κανάλι διαλείψεων Rayleigh.
- παρατηρήσαμε ότι το Bit Error Rate γίνεται μικρότερο όσο αυξάνουμε τον λευκό γκαουσιανό θόρυβο που παρεμβάλλεται στο κύκλωμα.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### Βιβλιογραφία





[1]: [https://eclass.icsd.aegean.gr/modules/document/file.php/ICSD411/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CF%83%CE%BA%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%86%CF%83%CE%BA%CE%B7%CF%83%CE%B7%203\\_BPSK.pdf](https://eclass.icsd.aegean.gr/modules/document/file.php/ICSD411/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CF%83%CE%BA%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%86%CF%83%CE%BA%CE%B7%CF%83%CE%B7%203_BPSK.pdf)

[2]: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rayleigh\\_fading](https://en.wikipedia.org/wiki/Rayleigh_fading)

[3]: <http://www.ece.northwestern.edu/local-apps/matlabhelp/toolbox/simulink/slref/complextomagnitudeangle.html>

# ΠΕΡΑΣ 4<sup>ης</sup> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



**Kyriazis Ioannis | Papadopoulos Panagiotis**

Copyright © 2021 – All Rights Reserved