



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), Τάτσης Βασίλειος (Εργαστήριο)

---

## 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

---

3212018107 Κυριαζής Ιωάννης

3212018161 Παπαδόπουλος Παναγιώτης

Σάμος, Τετάρτη 1 Δεκεμβρίου, 2021



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

## **Κατάλογος Περιεχομένων**

<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u></b>	Βασική Θεωρητική Προετοιμασία .....σελ. 03
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u></b>	Απαντήσεις στις Ερωτήσεις.....σελ. 06
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u></b>	Βιβλιογραφία .....σελ. 09



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

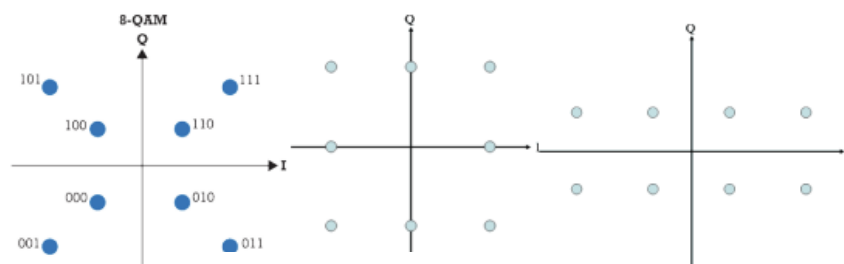
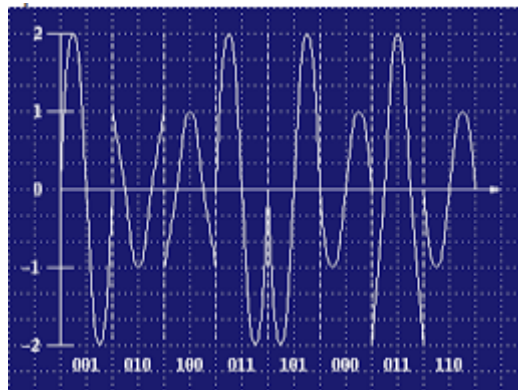
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Βασική Θεωρητική Προετοιμασία

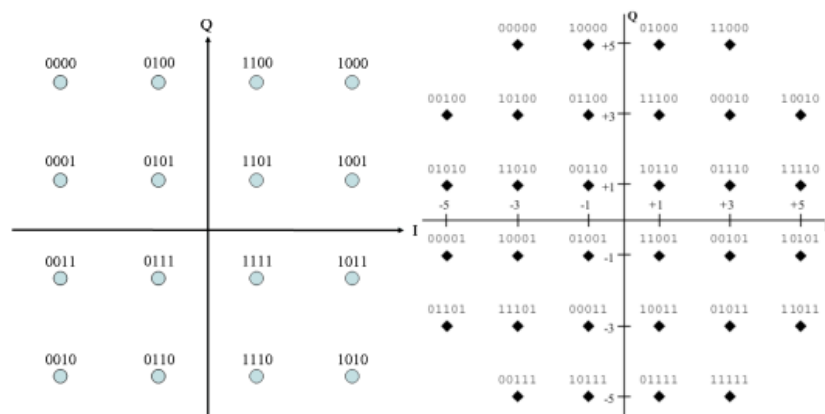


### QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

QAM, Quadrature Amplitude Modulation, είναι μια τεχνική Adaptive Modulation και χρησιμοποιείται ευρέως σε ψηφιακές τηλεπικοινωνίες προκειμένου αυξηθεί ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων. Χρησιμοποιούνται διάφορες μορφές QAM, ανάλογα τον αριθμό των bit/σύμβολο υπάρχουν 8 QAM 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM, 256 QAM, 512 QAM και 1024 QAM. Η διαμόρφωσή QAM δημιουργήθηκε από το συνδυασμό της διαμόρφωσής πλάτους και της διαμόρφωσής φάσης. Το μεταδιδόμενο σήμα πληροφορίας είναι διαμορφωμένο και κατά πλάτος και κατά φάση.

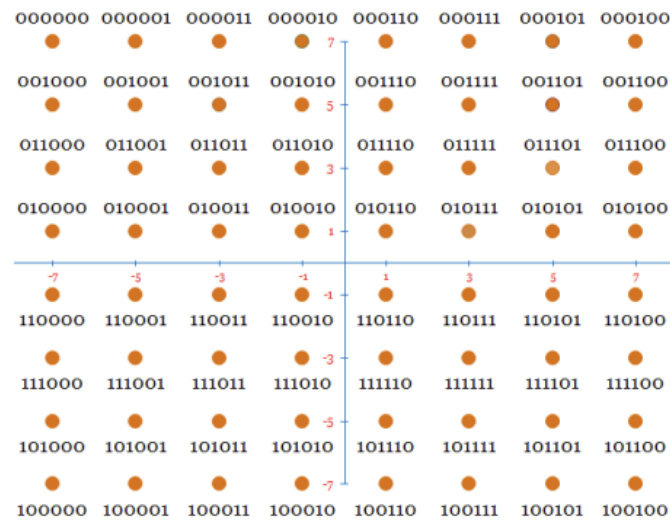


8-QAM σε διαφορετικές διατάξεις



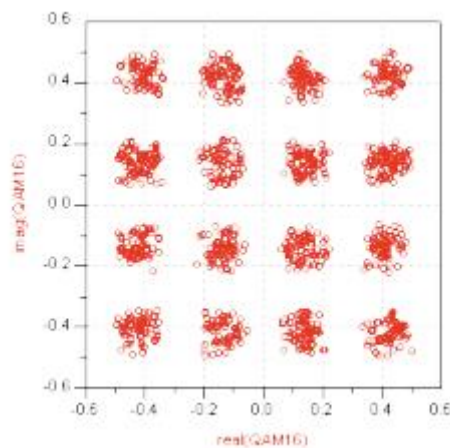
16-QAM

32-QAM



64-QAM

Η QAM μπορεί να χρησιμοποιείται όταν ο ρυθμός μετάδοσης που απαιτείται από το τηλεπικοινωνιακό σύστημα δεν καλύπτεται από 8-PSK και οι συνθήκες του καναλιού το επιτρέπουν. Ο θόρυβος στο κανάλι δημιουργεί μια διασπορά στα σημεία του αστερισμού και μπορεί να επηρεάζει το σήμα σε δύο παραμέτρους στο πλάτος και στη φάση (φασικός θόρυβος).



16-QAM



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

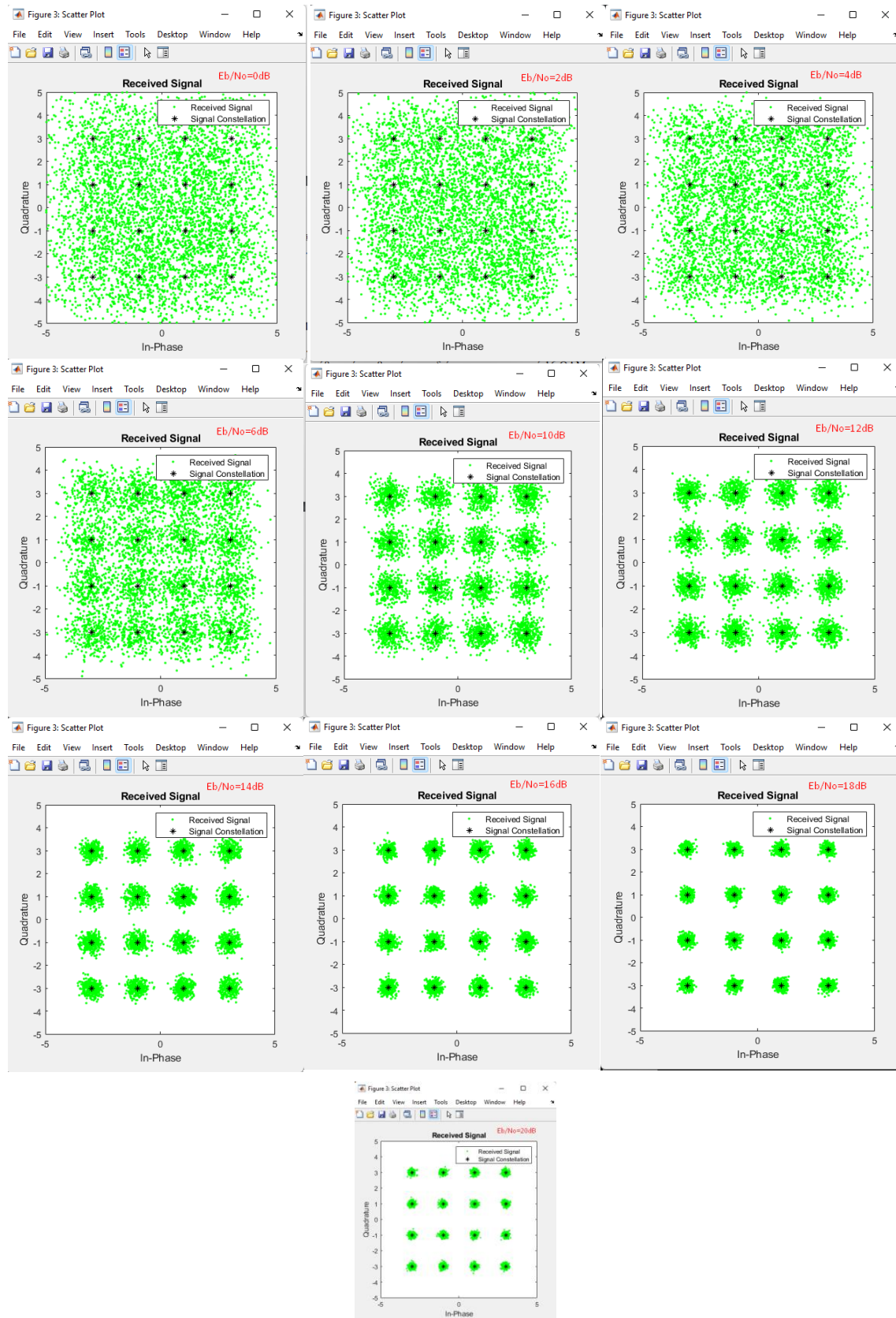
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις

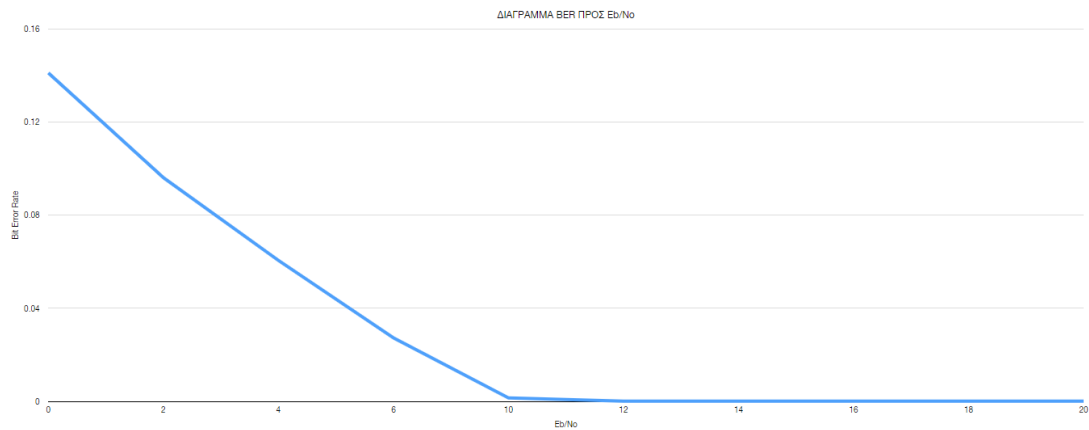


### Διαγράμματα Αστερισμού για κάθε τιμή του $E_b/N_0$



**Bit Error Rate (BER) προς  $E_b/N_0$** 

<pre>number_of_errors =     4233 Eb/No=0dB bit_error_rate =     0.1411</pre>	<pre>number_of_errors =     2883 Eb/No=2dB bit_error_rate =     0.0961</pre>	<pre>number_of_errors =     1819 Eb/No=4dB bit_error_rate =     0.0606</pre>	<pre>number_of_errors =     820 Eb/No=6dB bit_error_rate =     0.0273</pre>	<pre>number_of_errors =     45 Eb/No=10dB bit_error_rate =     0.0015</pre>
<pre>number_of_errors =     5 Eb/No=12dB bit_error_rate =     1.6667e-04</pre>	<pre>number_of_errors =     0 Eb/No=14dB bit_error_rate =     0</pre>	<pre>number_of_errors =     0 Eb/No=16dB bit_error_rate =     0</pre>	<pre>number_of_errors =     0 Eb/No=18dB bit_error_rate =     0</pre>	<pre>number_of_errors =     0 Eb/No=20dB bit_error_rate =     0</pre>



Στα παραπάνω στιγμιότυπα παρατηρούμε ότι ο Πρόσθετος Λευκός Γκαουσιανός Θόρυβος εκμηδενίζει σταδιακά το Bit Error Rate. Επιδρά εκθετικά στο αρχικό σήμα. Στην αρχή, ο κανονικοποιημένος λόγος σήματος προς θόρυβο ανά bit ( $E_b/N_0$ ) που έχει μικρή τιμή επιτρέπει στο SNR να έχει μικρή τιμή με αποτέλεσμα η συνάρτηση αωγη του matlab να μην μπορεί να αντιληφθεί τον θόρυβο. Όσο αυξάνεται το  $E_b/N_0$  το SNR αυξάνεται κι αυτό και έτσι η αωγη μπορεί να εκμηδενίσει τον θόρυβο στο εξερχόμενο σήμα.





321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 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%CE%B7%2016QAM-AWGN%202021.pdf>

[2]: [https://en.wikipedia.org/wiki/Additive\\_white\\_Gaussian\\_noise](https://en.wikipedia.org/wiki/Additive_white_Gaussian_noise)

# ΠΕΡΑΣ 3<sup>ης</sup> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



**Kyriazis Ioannis | Papadopoulos Panagiotis**

Copyright © 2021 – All Rights Reserved