



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)

2^η Εργαστηριακή Άσκηση

3212018107 Κυριαζής Ιωάννης

3212018161 Παπαδόπουλος Παναγιώτης

Σάμος, Δευτέρα 29 Νοεμβρίου, 2021



Κατάλογος Περιεχομένων

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	Βασική Θεωρητική Προετοιμασίασελ. 03
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	Υλοποίηση Ζητούμενου Κυκλώματοςσελ. 08
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	Εκτέλεση της Προσομοίωσηςσελ. 16
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u>	Απαντήσεις στις Ερωτήσεις 1 έως 6σελ. 20
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u>	Βιβλιογραφίασελ. 32



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 2^η Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Βασική Θεωρητική Προετοιμασία



Η διαμόρφωση ASK (Amplitude Shift Keying)

Η διαμόρφωση ASK (Amplitude Shift Keying) αναφέρεται σε έναν τύπο διαμόρφωσης πλάτους ο οποίος αναθέτει bits σε διακριτά επίπεδα τιμών πλάτους. Σύμφωνα με τη διαμόρφωση ASK, το φέρον σήμα διαμορφώνεται από ένα σύνολο διακριτών τιμών 0 και 1 (κατά πλάτος), ούτως ώστε να μεταδοθεί η ψηφιακή πληροφορία.

BASK

Για μια δυαδική ακολουθία από bits, έχουμε δύο διακριτές τιμές πλάτους, πάντα η μια από τις οποίες είναι τυπικά το 0. Έτσι ένα BASK (Binary ASK) σήμα μπορεί να οριστεί ως εξής:

$$s(t) = Am(t) \cos(2\pi ft), \quad 0 \leq t \leq T$$

όπου, το A αναπαριστά το σταθερό πλάτος, το $m(t)$ είναι το σήμα πληροφορίας ή το σήμα βασικής ζώνης, και το οποίο μπορεί να πάρει τιμές 0 ή 1 αντίστοιχα, και τέλος T είναι η διάρκεια ενός bit.

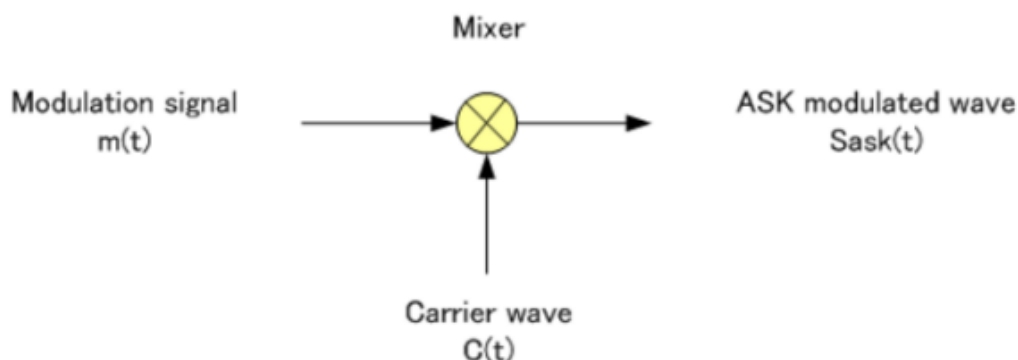
Στην αναλογική διαμόρφωση πλάτους ένα φέρον σήμα $c(t)$ διαμορφώνεται κατάλληλα από ένα σήμα πληροφορίας $m(t)$. Στην αντίστοιχη περίπτωση των ψηφιακών επικοινωνιών, ο διαμορφωτής χρησιμοποιείται για να αλλάξει το πλάτος του φέροντος σήματος ανάλογα με το πλάτος του σήματος πληροφορίας (του ψηφιακού σήματος). Η διαδικασία διαμόρφωσης είναι ίδια τόσο στις αναλογικές, όσο και στις ψηφιακές επικοινωνίες. Η βασική διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στις ψηφιακές επικοινωνίες, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε παραπάνω από ένα φέροντα σήματα, για τη διαμόρφωση του 0 και του 1.

$$c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$$

Το διαμορφωμένο σήμα σύμφωνα με τα παραπάνω μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$s_{ask}(t) = m(t)c(t) = A_c m(t) \cos(2\pi f_c t)$$

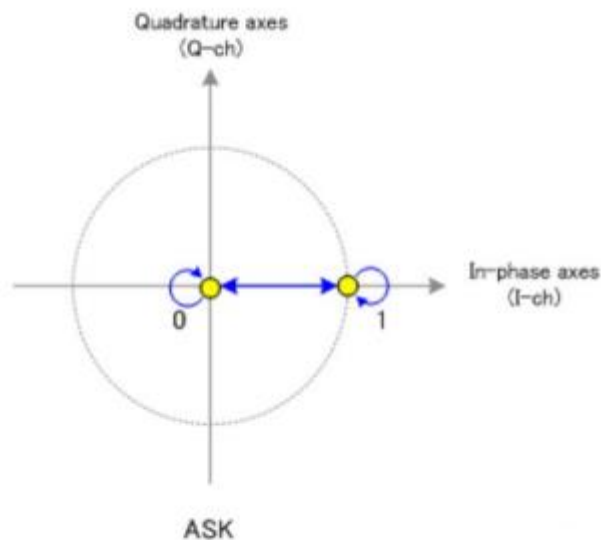
Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται η διαδικασία του διαμορφωτή με απλό φέρον.



Εικόνα 1: ASK Διαμόρφωση με απλό φέρον.



Το διάγραμμα αστερισμού της διαμόρφωσης ASK φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Η πληροφορία στο επίπεδο 0 και 1 (σε φάση 0 rads) αντιστοιχούν στο 0 και στο 1 bit αντίστοιχα. Φάση 0 rad, σημαίνει ότι ακόμη και αν το σήμα πληροφορίας αλλάξει, δεν θα έχουμε μετατοπίσεις στην φάση του διαμορφωμένου σήματος.

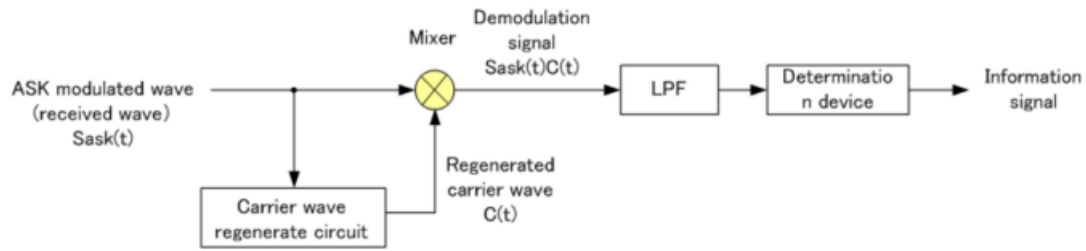


Εικόνα 2: Διάγραμμα Αστερισμού ASK.

Με τη μέθοδο διαμόρφωσης ASK, η πληροφορία που θέλουμε να μεταφερθεί αποθηκεύεται στο πλάτος ή αλλιώς την περιβάλλουσα (envelope) του διαμορφωμένου φέροντος. Έτσι, τα δεδομένα μπορούν να ανακτηθούν χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή περιβάλλουσας.

Σύγχρονη Αποδιαμόρφωση

Εάν υπάρχει διαθέσιμη η ορθογωνική (quadrature) εκδοχή του διαμορφωμένου φέροντος στο δέκτη τότε χρησιμοποιούμε την ασύγχρονη μέθοδο ανίχνευσης περιβάλλουσας. Διαφορετικά, χρησιμοποιούμε σύγχρονες (ή σύμφωνες) μεθόδους ανίχνευσης. Σύμφωνα με την ασύγχρονη μέθοδο, τα τετράγωνα της συμφασικής και της ορθογωνικής συνιστώσας προστίθενται στον αθροιστή. Στη συνέχεια, παίρνουμε τη ρίζα του αποτελέσματος του αθροιστή και τέλος ολοκληρώνουμε ώστε να προκύψει η αρχική ακολουθία δεδομένων. Στην άσκηση αυτή, θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο σύγχρονης ανίχνευσης, σύμφωνα με την οποία το διαμορφωμένο σήμα που φτάνει στην κεραία του δέκτη μέσα από το κανάλι, πολλαπλασιάζεται με το φέρον σήμα αναφοράς (το οποίο παράγεται τοπικά από έναν ταλαντωτή). Οι ιδιότητες του φέροντος αυτού (συχνότητα, φάση πλάτος), είναι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στον πομπό κατά τη διαμόρφωση του σήματος. Η διάταξη του συστήματος του δέκτη που κάνει ανάκτηση του διαμορφωμένου σήματος με χρήση σύγχρονων μεθόδων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3: Ανάκτηση σήματος Βασικής ζώνης από διαμορφωμένο σήμα κατά ASK.

Αν ο φορέας είναι σύμφωνος σε φάση (phase coherent) με το εισερχόμενο διαμορφωμένο σήμα, (αν δηλαδή δεν υπάρχει διαφορά συχνότητας ή φάσης ανάμεσα στα δύο σήματα και $\theta=0$), τότε η έξοδος είναι ανάλογη της κυματομορφής $m(t)$ και επιτυγχάνεται τέλεια ανίχνευση. Όταν το διαμορφωμένο κατά ASK σήμα πολλαπλασιαστεί με το φέρον, έχουμε το εξής:

$$s_{ask}(t)c(t) = m(t)A_c \cos^2(2\pi f_c t)$$

Άρα,

$$s_{ask}(t)c(t) = m(t)A_c \frac{1}{2} \{1 + \cos(4\pi f_c t)\}$$

Και τελικά,

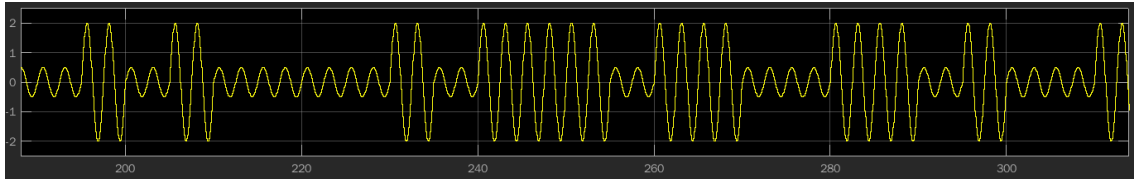
$$s_{ask}(t)c(t) = m(t)A_c \frac{1}{2} + m(t)A_c \frac{1}{2} \cos(4\pi f_c t)$$

Ο όρος $m(t)A_c \frac{1}{2} \cos(4\pi f_c t)$, είναι ανεπιθύμητος. Αυτό που μας ενδιαφέρει, είναι η περιβάλλουσα του σήματος που λαμβάνεται στον δέκτη, δηλαδή το πλάτος του σήματος το οποίο περιέχει το σήμα πληροφορίας $m(t)$. Για να κρατήσουμε μόνο τον όρο $m(t)A_c \frac{1}{2}$ εφαρμόζουμε ένα χαμηλοπερατό φίλτρο (low-pass filter). Στη συνέχεια, η ανίχνευση της περιβάλλουσας πραγματοποιείται από μια ειδική συσκευή η οποία κάνει σύγκριση και αντιστοίχιση των αντίστοιχων bit, στα αντίστοιχα πλάτη.



Σήμα ASK

Ένα διαμορφωμένο κατά ASK σήμα παρουσιάζει εναλλαγές του πλάτους, οι οποίες υπαγορεύονται από το σήμα βασικής ζώνης. Έτσι για παράδειγμα όταν το σήμα βασικής ζώνης είναι μια σειρά από 0 και 1 το διαμορφωμένο κατά ASK σήμα, θα έχει ένα συγκεκριμένο πλάτος για το 0 και διαφορετικό πλάτος για το 1. Ένα ενδεικτικό τέτοιο σήμα φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 4: Διαμορφωμένο σήμα κατά ASK.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 2^η Εργαστηριακή Άσκηση

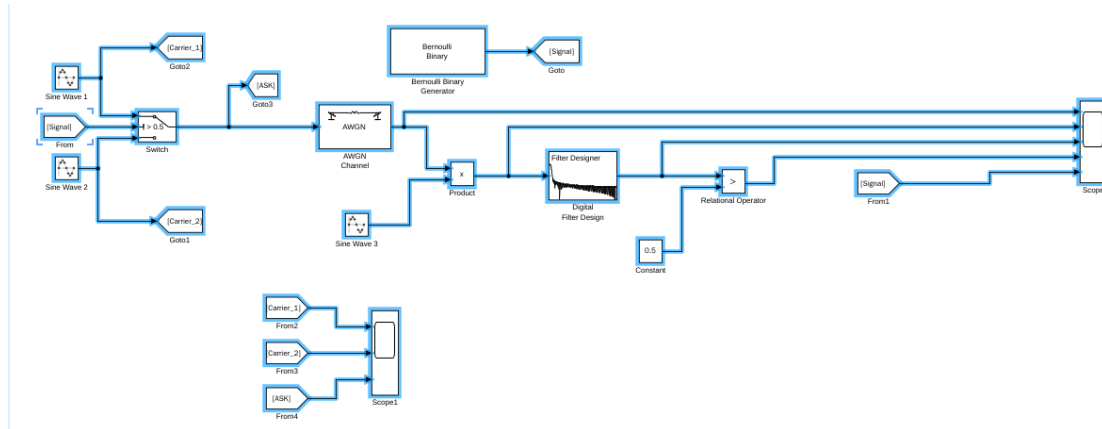
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Υλοποίηση Ζητούμενου Κυκλώματος



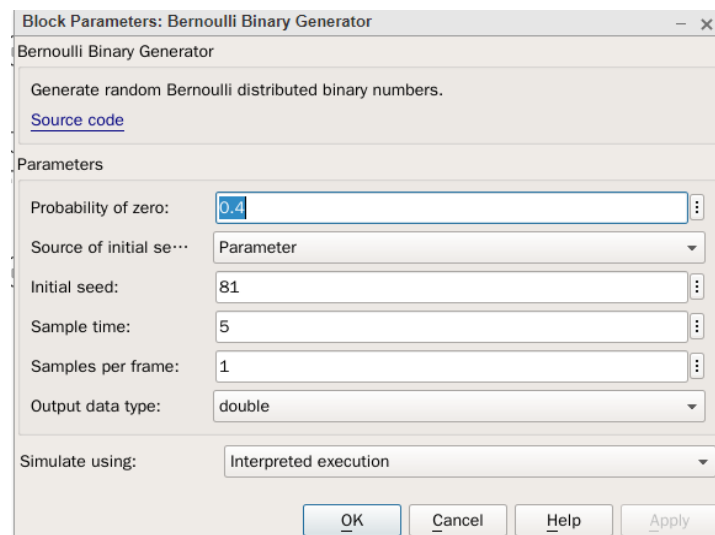
Ζητούμενο 2.1: Υλοποίηση του κυκλώματος για την παραγωγή του ASK σήματος



Εικόνα 5: Η διάταξη στο Simulink για την παραγωγή του ASK σήματος.

Ζητούμενο 2.1.1: Παραμετροποίηση Στοιχείων του κυκλώματος

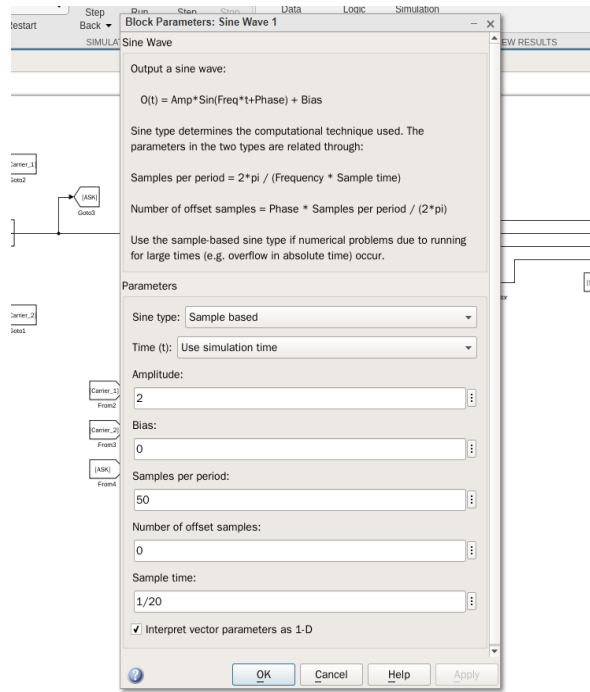
– *Bernoulli Binary Generator:*



Εικόνα 6: Οι παράμετροι για το Block Bernoulli Generator.

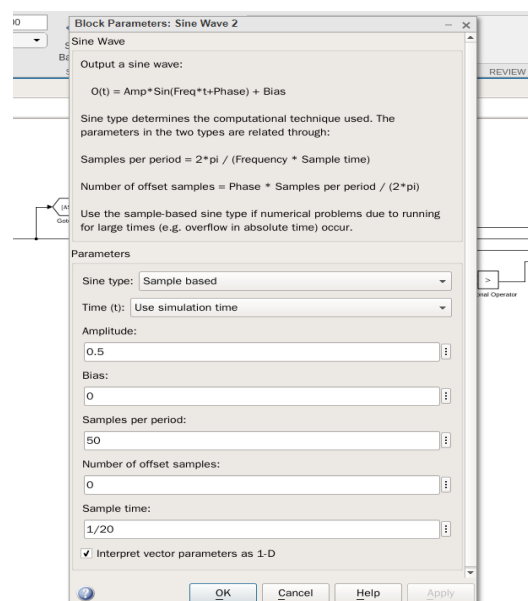


- **Sine Wave 1:**



Εικόνα 7: Οι παράμετροι για το Sine Wave 1.

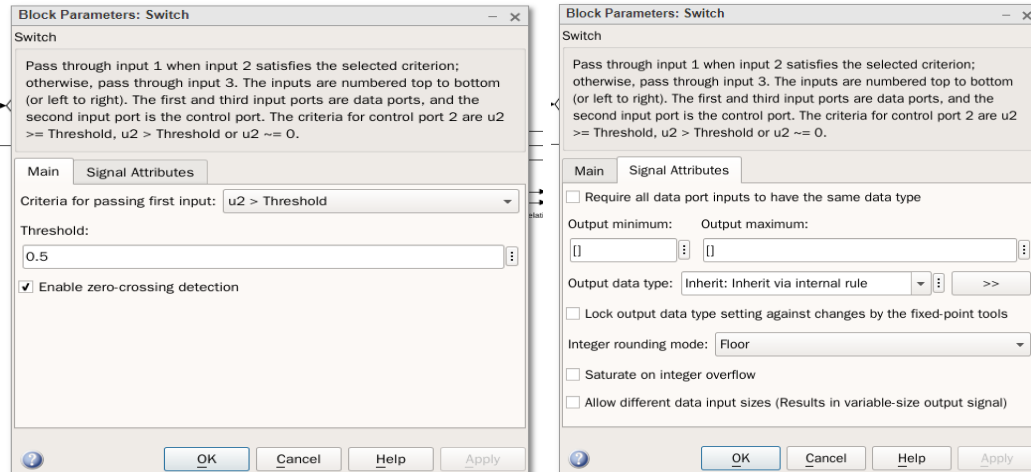
- **Sine Wave 2:**



Εικόνα 8: Οι παράμετροι για το Sine Wave 2.

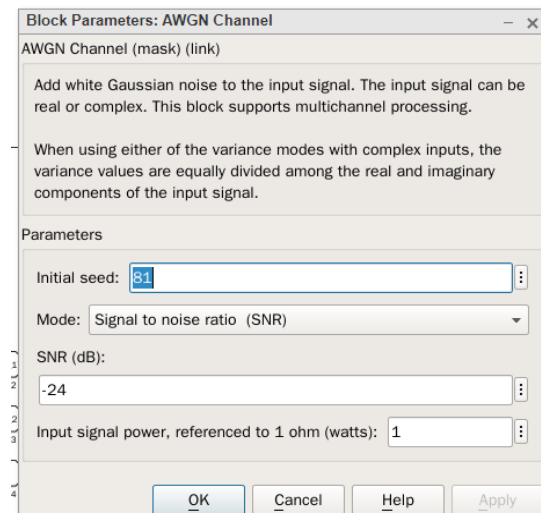


- **Switch:**



Εικόνα 9: Οι παράμετροι για το Switch.

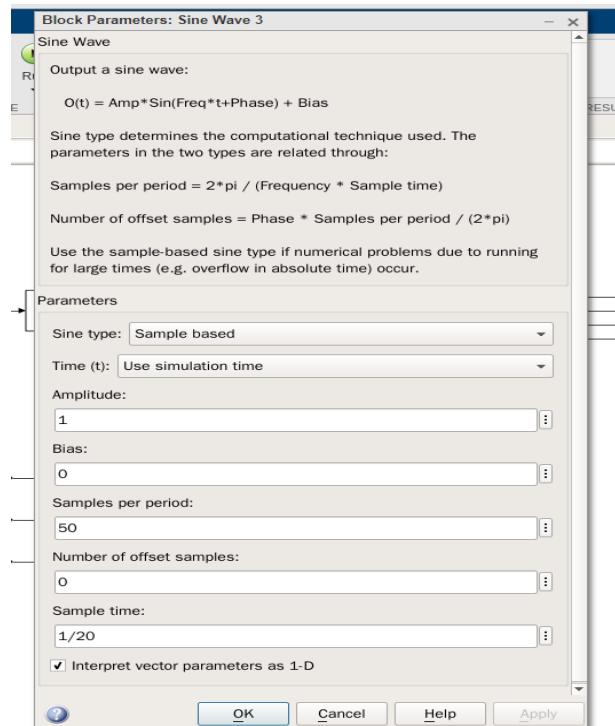
- **AWGN Channel Block:**



Εικόνα 10: Οι παράμετροι για το AWGN Block.

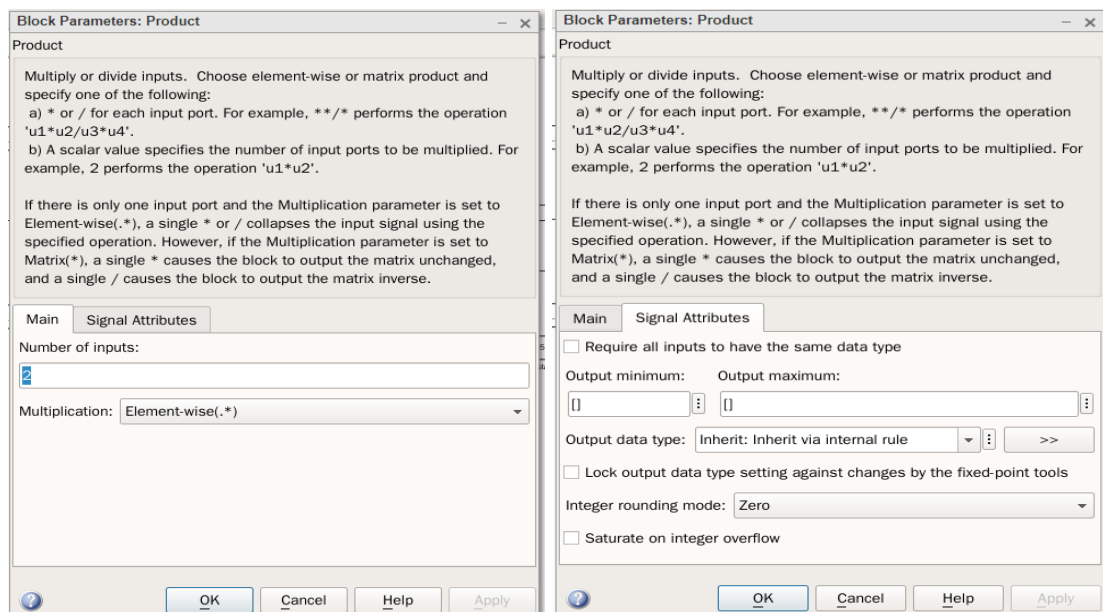


- **Sine Wave 3:**



Εικόνα 11: Οι παράμετροι για το Sine Wave 3.

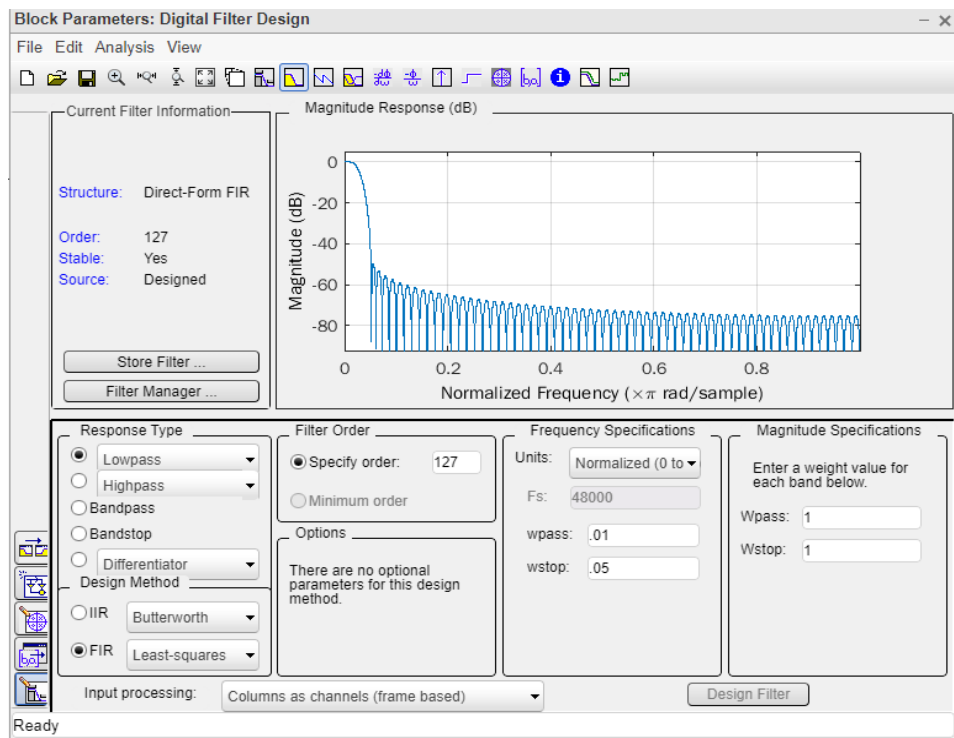
- **Product:**



Εικόνα 12: Οι παράμετροι για το Product.

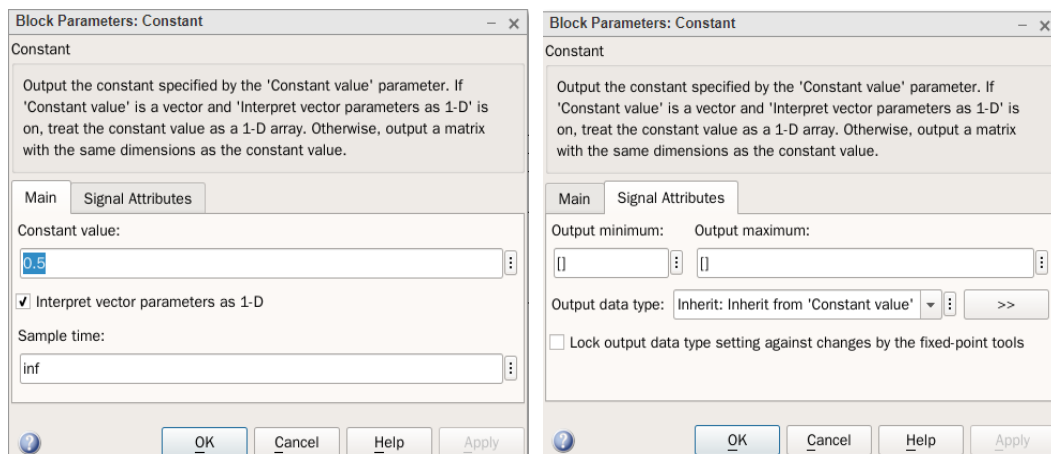


- **Digital Filter Design:**



Εικόνα 13: Οι παράμετροι για το χαμηλοπερατό φίλτρο.

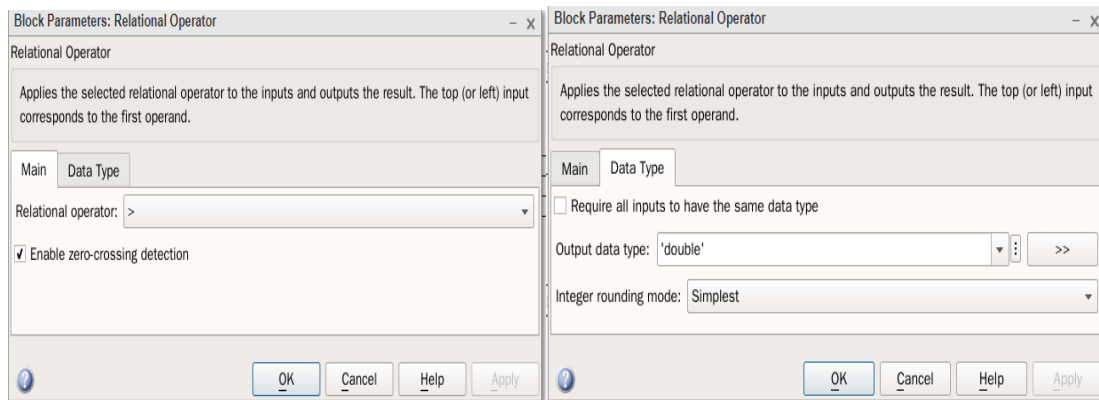
- **Constant:**



Εικόνα 14: Οι παράμετροι για το Constant.

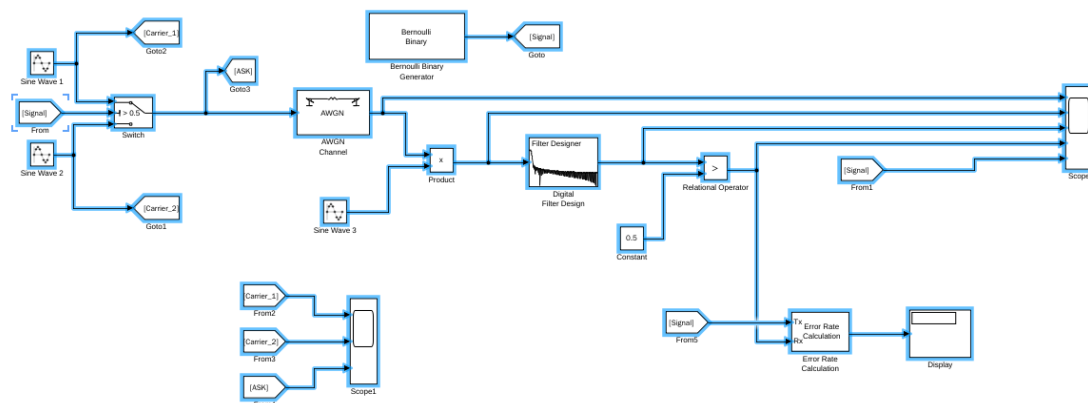


- **Relational Operation:**



Εικόνα 15: Οι παράμετροι για το Relational Operator.

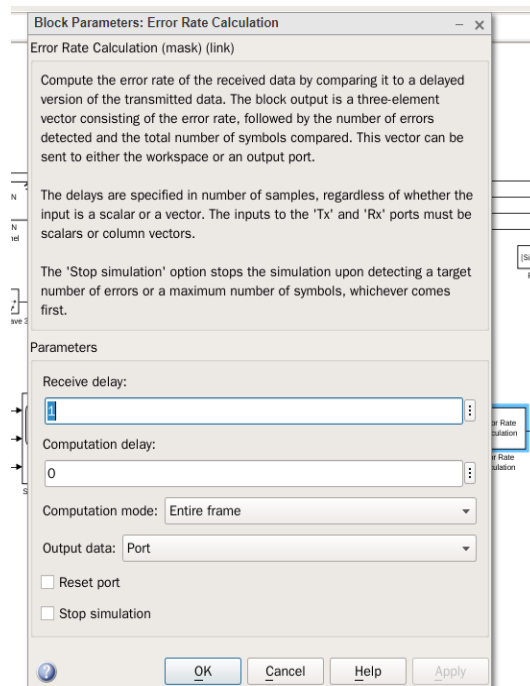
Ζητούμενο 2.2: Υλοποίηση του κυκλώματος για τη μέτρηση του BER



Εικόνα 16: Η διάταξη για τη μέτρηση του BER.



Ζητούμενο 2.2.1: Παραμετροποίηση Στοιχείων του κυκλώματος



Εικόνα 17: Οι παράμετροι για το Error Rate Calculation.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 2^η Εργαστηριακή Άσκηση

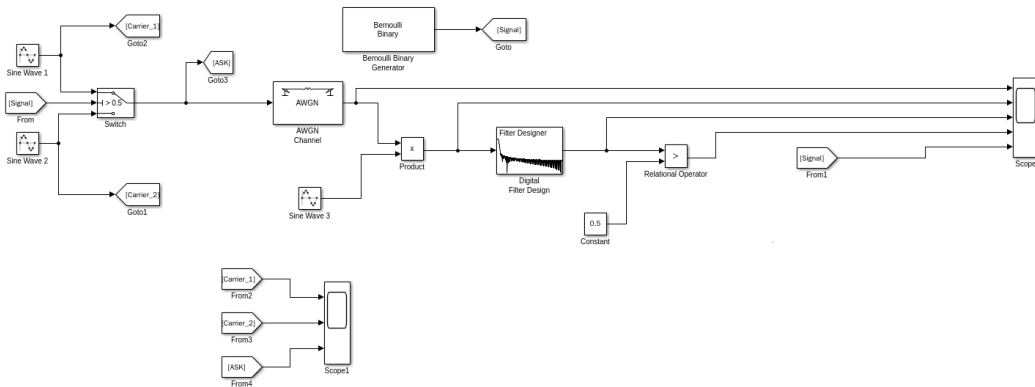
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

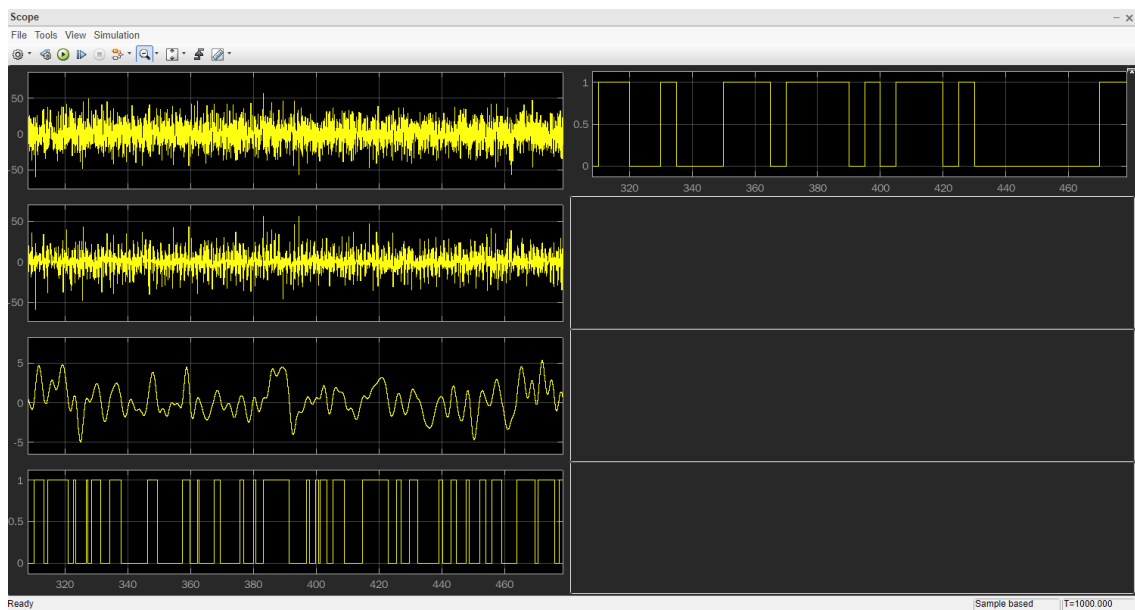
Εκτέλεση της Προσομοίωσης



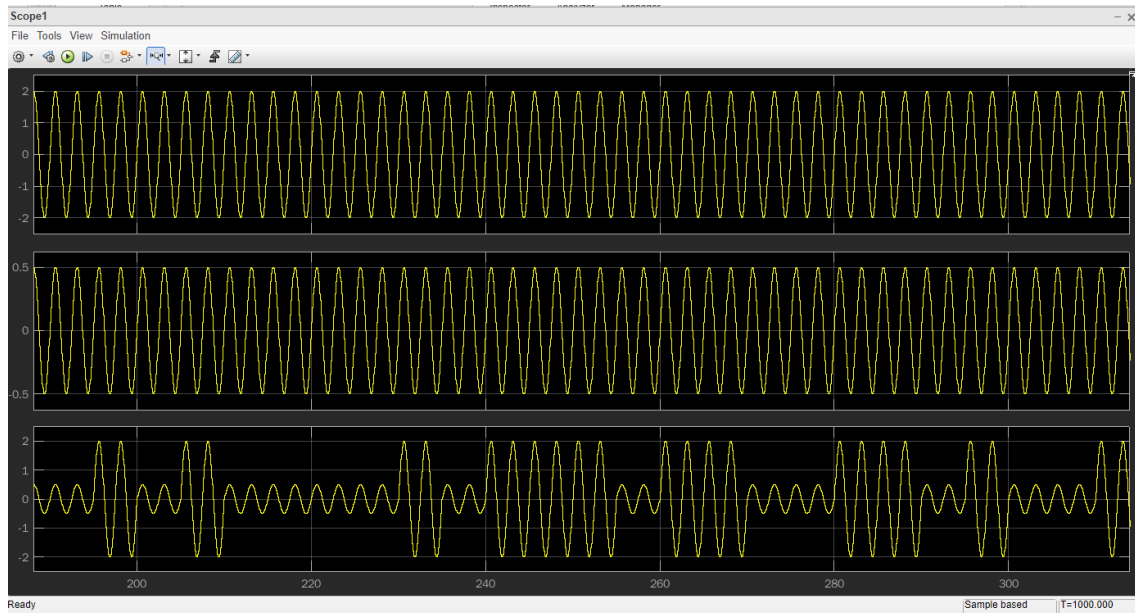
Ζητούμενο 3.1: Πρώτη Εκτέλεση της Προσομοίωσης



Εικόνα 18: Η διάταξη στο Simulink για την παραγωγή του ASK σήματος.

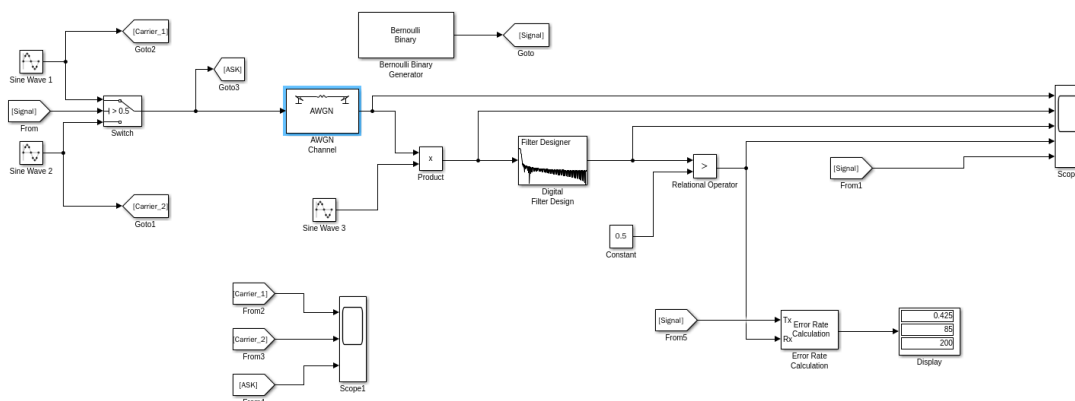


Εικόνα 19: Γραφικές παραστάσεις από Scope.

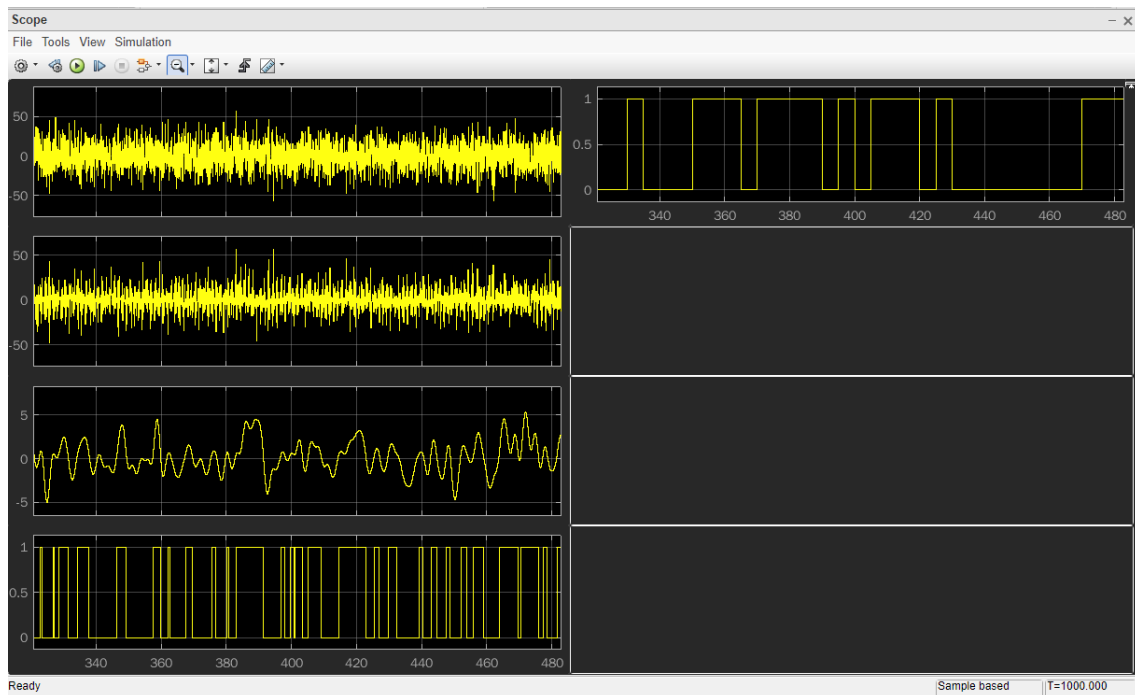


Εικόνα 20: Γραφικές παραστάσεις από Scope1.

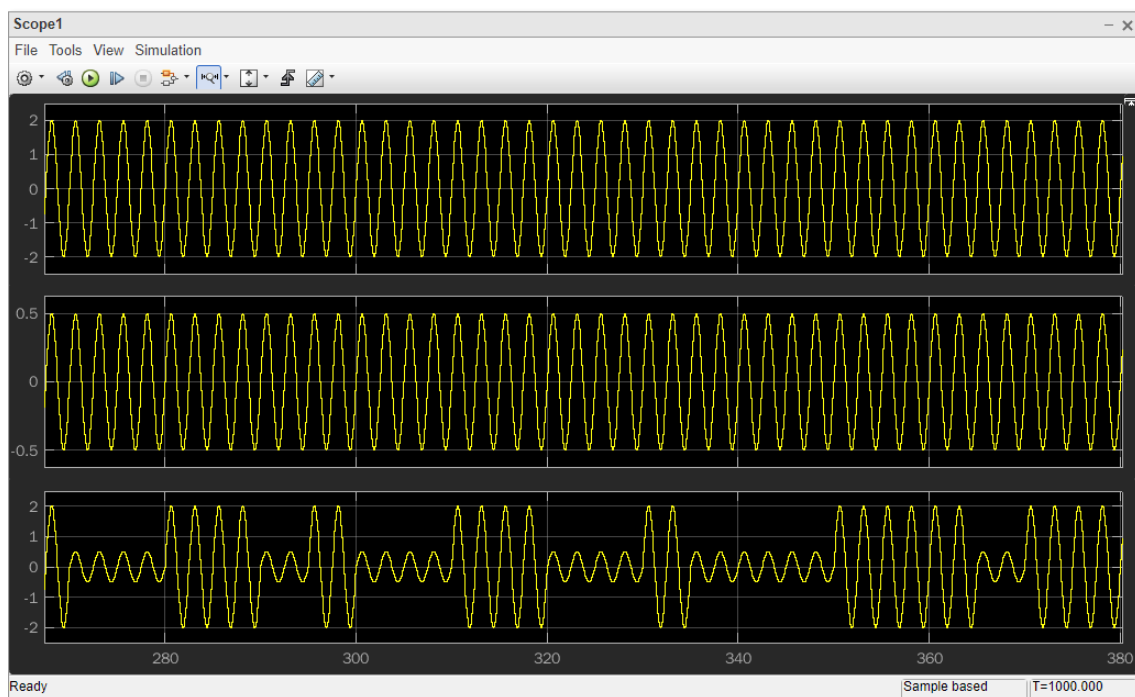
Ζητούμενο 3.2: Πρώτη Εκτέλεση της Προσομοίωσης



Εικόνα 21: Η διάταξη για τη μέτρηση του BER.



Εικόνα 22: Γραφικές παραστάσεις από Scope.



Εικόνα 23: Γραφικές παραστάσεις από Scope1.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 2^η Εργαστηριακή Άσκηση

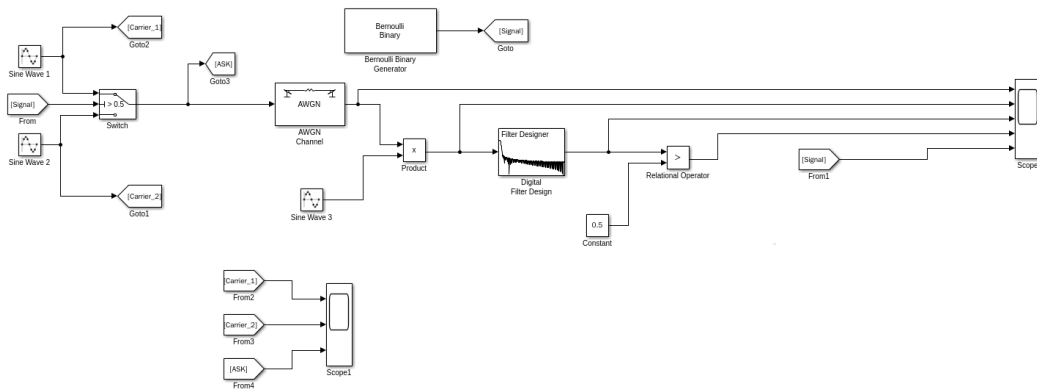
Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

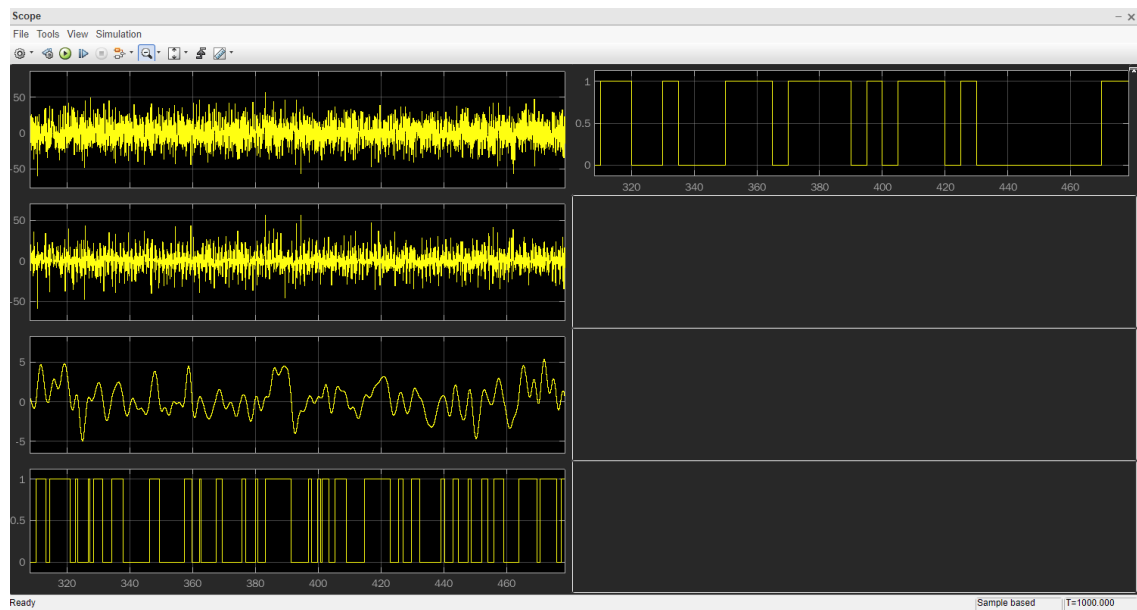
Απαντήσεις στις Ερωτήσεις 1 έως 6



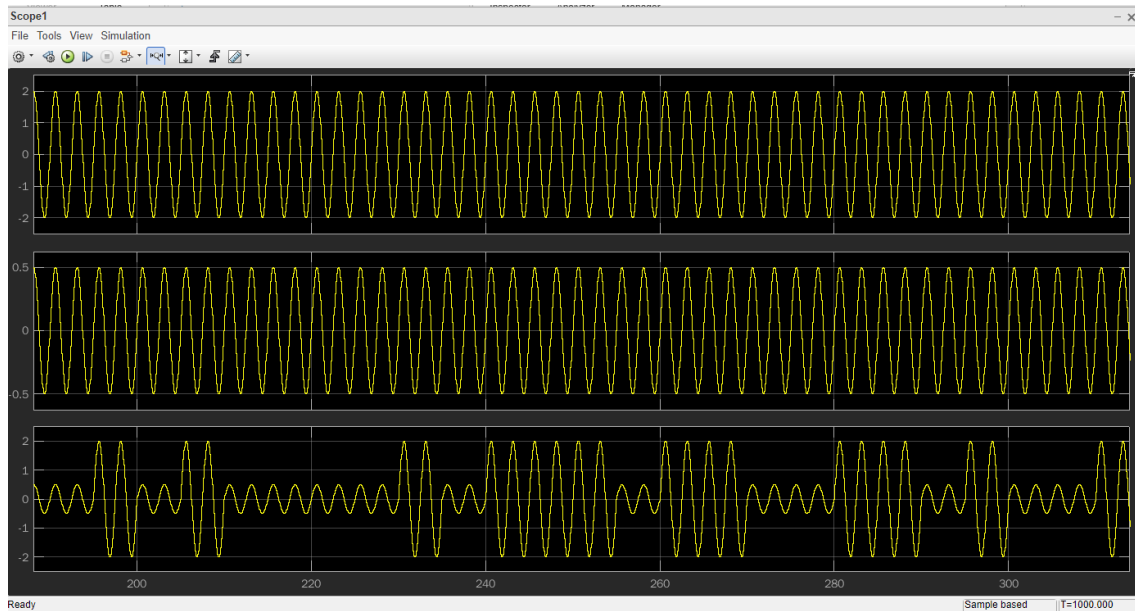
Ζητούμενο 4.1



Εικόνα 24: Η διάταξη στο Simulink για την παραγωγή του ASK σήματος.



Εικόνα 25: Γραφικές παραστάσεις από Scope.



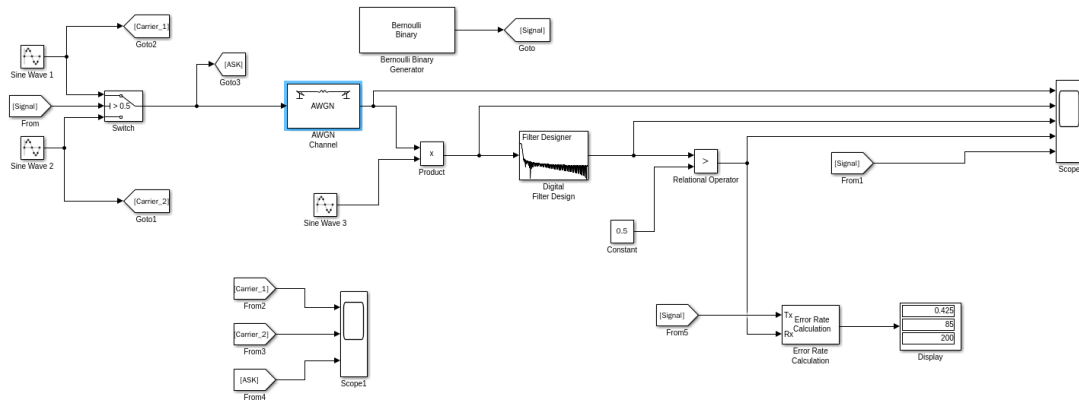
Εικόνα 26: Γραφικές παραστάσεις από Scope1.

Στην εικόνα 25 έχουμε τα γραφήματα από το Scope, στο πρώτο γράφημα της πρώτης στήλης βλέπουμε το αρχικό σήμα όπως βγαίνει από το κανάλι, στο δεύτερο γράφημα της πρώτης στήλης βλέπουμε το αρχικό σήμα πολλαπλασιασμένο. Στο τρίτο γράφημα της πρώτης στήλης βλέπουμε το πολλαπλασιασμένο σήμα αφού έχει περάσει από το χαμηλοπερατό φίλτρο. Και στο τέταρτο διάγραμμα της πρώτης στήλης βλέπουμε το σήμα που έχει περάσει από τον συγκριτή.

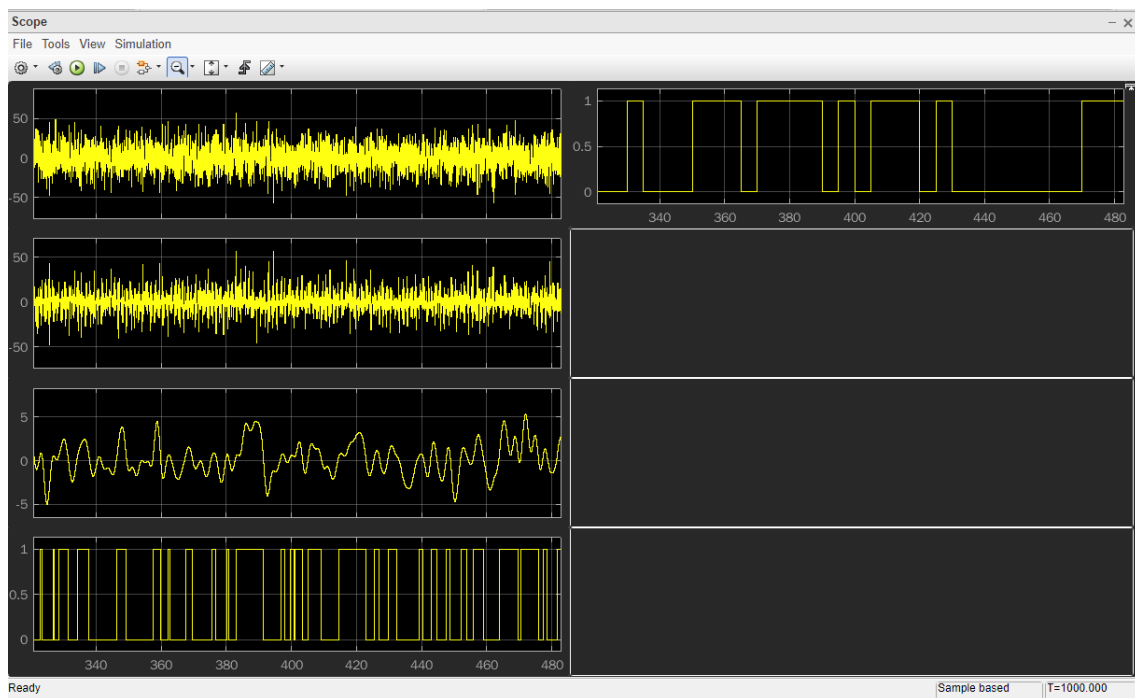
Στην εικόνα 26 έχουμε τα γραφήματα από το Scope1, στο πρώτο γράφημα βλέπουμε το σήμα με το μεγαλύτερο πλάτος που αντιστοιχεί στο 1, ενώ στο δεύτερο γράφημα έχουμε το σήμα με το μικρότερο πλάτος που αντιστοιχεί στο 0. Τέλος, στο τελευταίο γράφημα έχουμε το σήμα ASK.



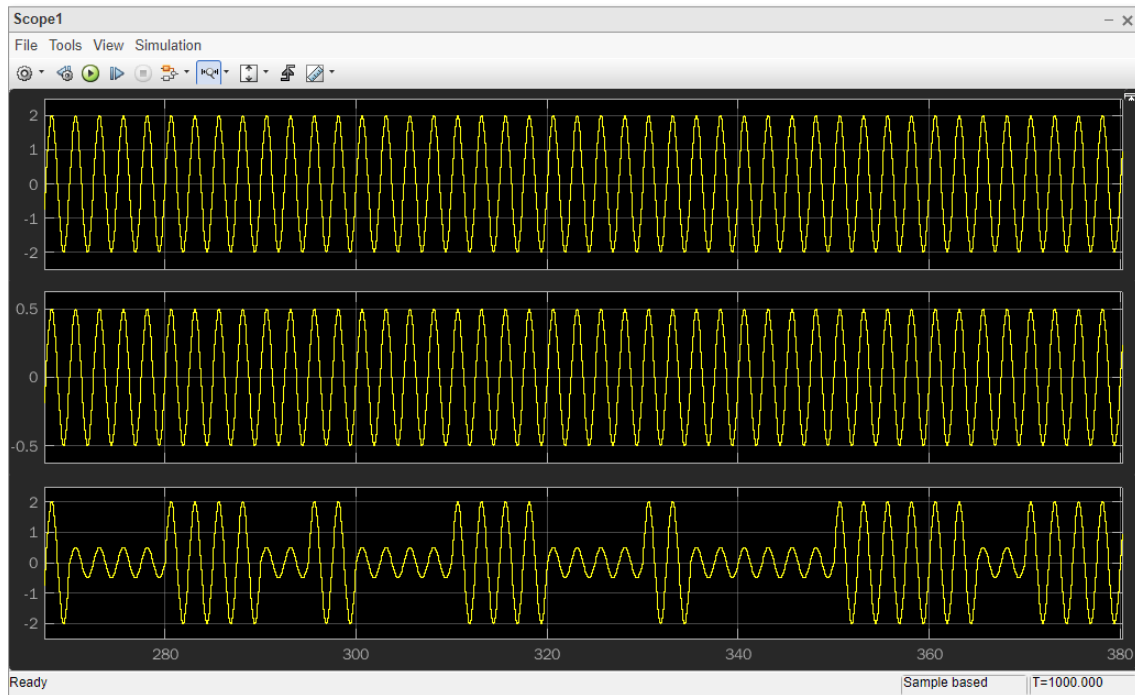
Ζητούμενο 4.2



Εικόνα 27: Η διάταξη για τη μέτρηση του BER.



Εικόνα 28: Γραφικές παραστάσεις από Scope.

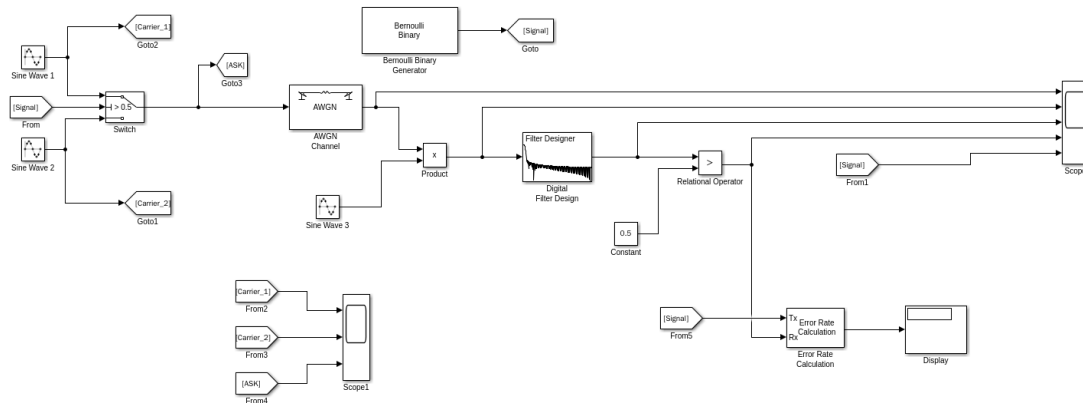


Εικόνα 29: Γραφικές παραστάσεις από Scope1.

Το BER που λαμβάνουμε από την προσομοίωση είναι ίσο με 0.425 ή 4.25%. Συγκεκριμένα, από την εικόνα 27 έχουμε ότι στα 200 σύμβολα που στέλνουμε, τα 85 είναι λανθασμένα.

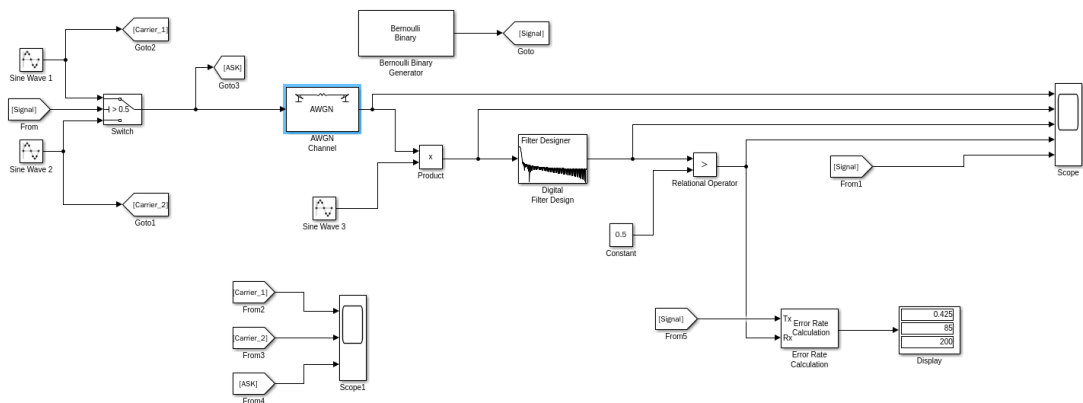


Ζητούμενο 4.3

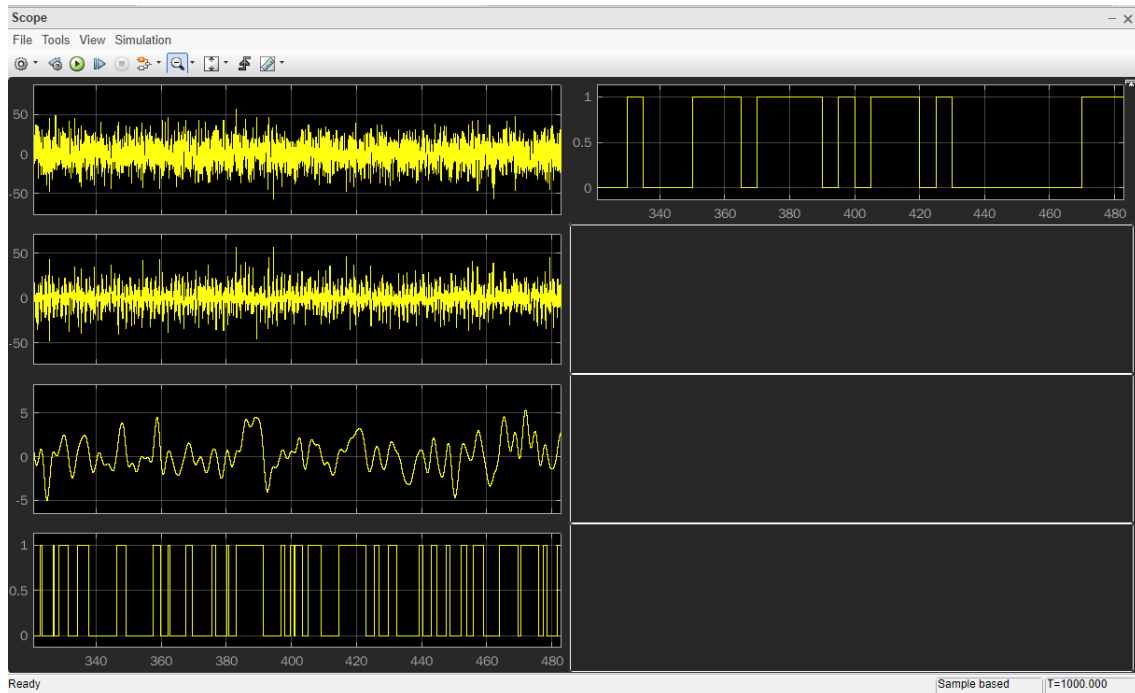


Εικόνα 30: Η διάταξη για τη μέτρηση του BER.

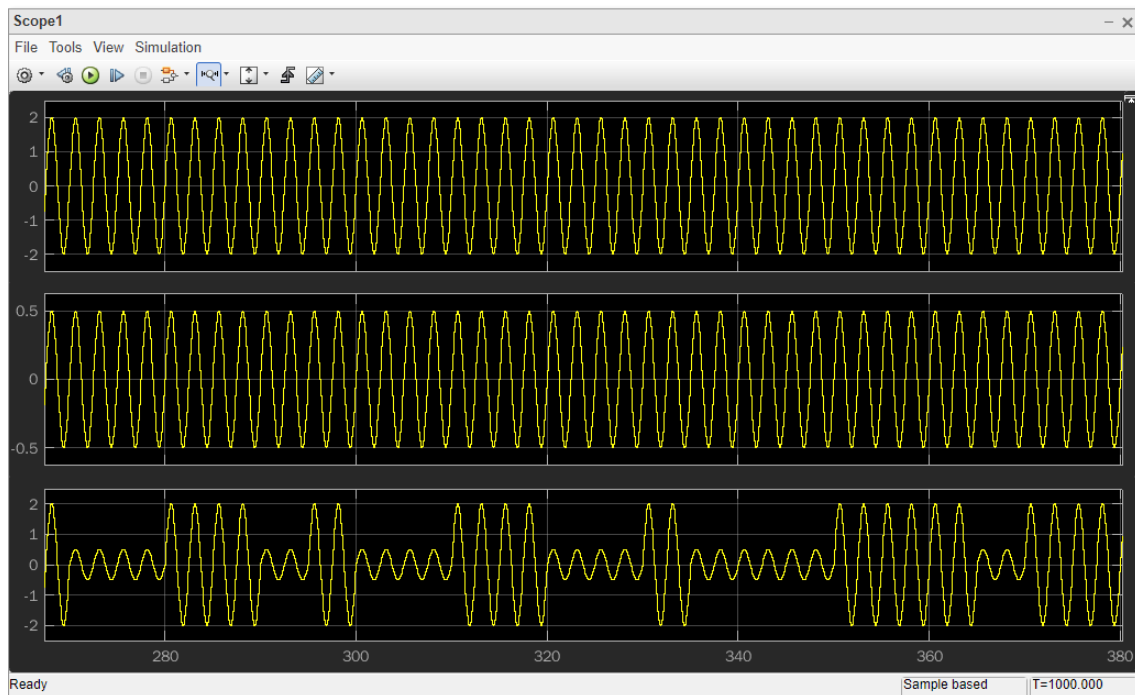
-Για $E_b/N_o = -24 \text{ dB}$:



Εικόνα 31: Η διάταξη για τη μέτρηση του BER με $E_b/N_o = -24 \text{ dB}$.



Εικόνα 32: Γραφικές παραστάσεις από Scope.

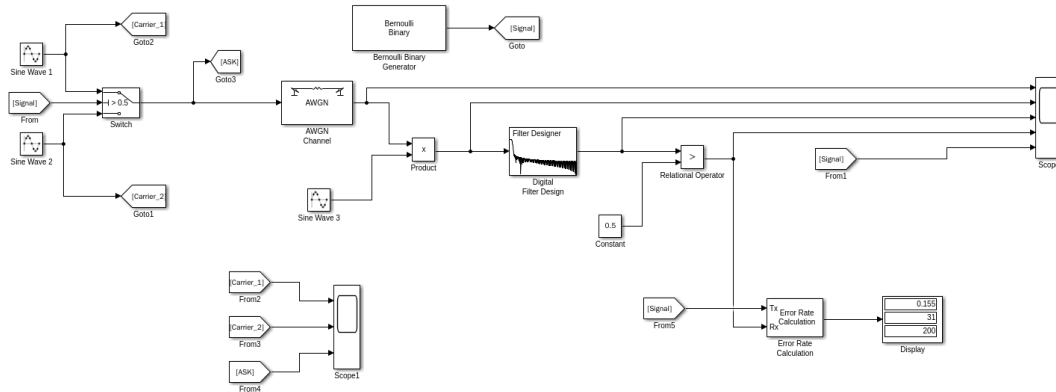


Εικόνα 33: Γραφικές παραστάσεις από Scope1.

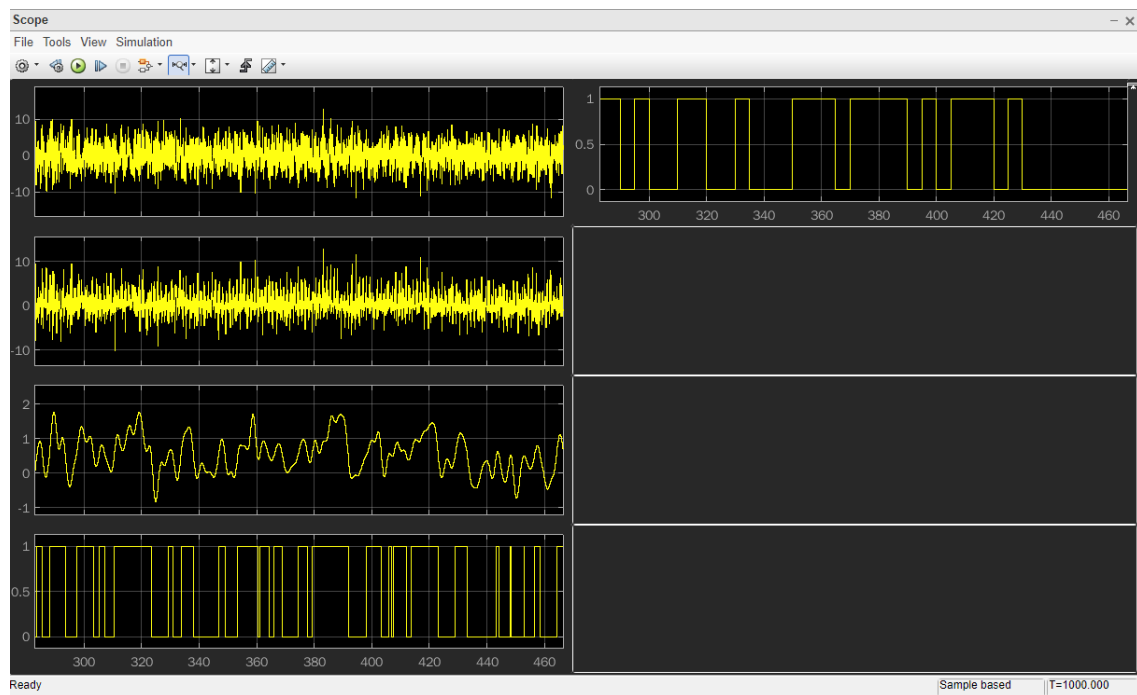
Από τη εικόνα 31 το BER για $E_b/N_0 = -24$ dB είναι ίσο με 0.425.



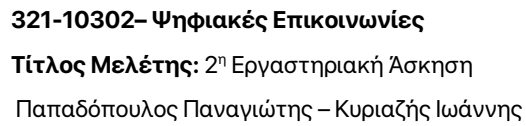
-Για $E_b/N_o = -10 \text{ dB}$:



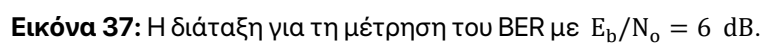
Εικόνα 34: Η διάταξη για τη μέτρηση του BER με $E_b/N_o = -10 \text{ dB}$.

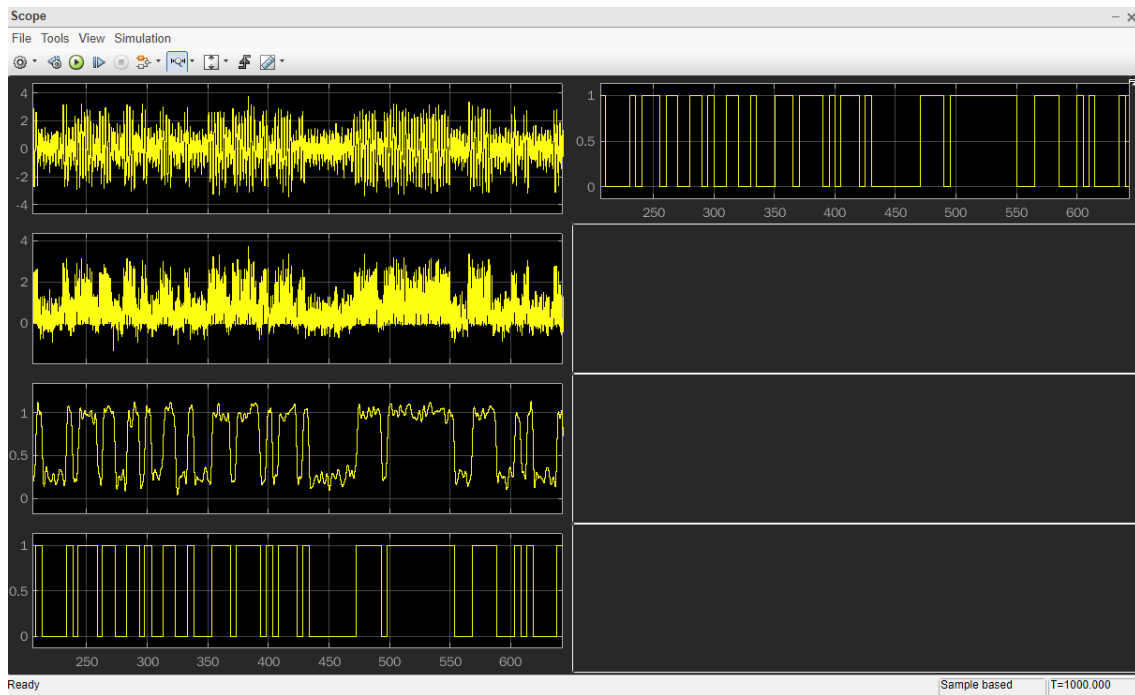


Εικόνα 35: Γραφικές παραστάσεις από Scope.

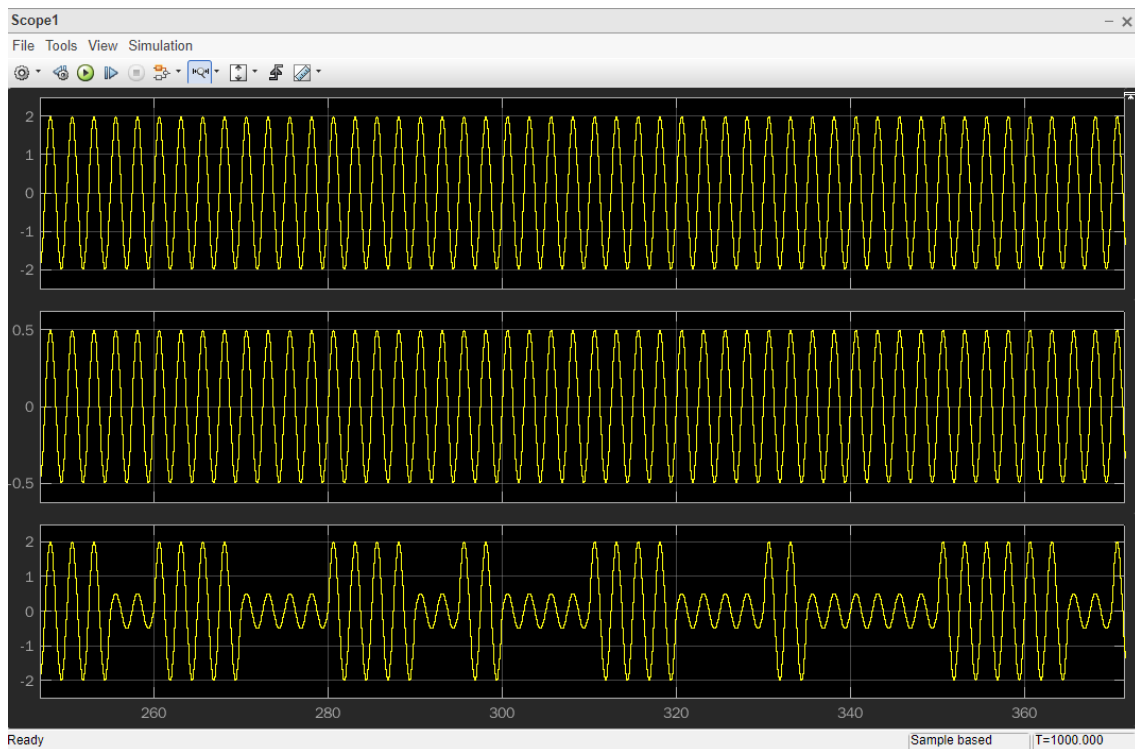


-Για $E_b/N_0 = 6 \text{ dB}$:





Εικόνα 38: Γραφικές παραστάσεις από Scope.



Εικόνα 39: Γραφικές παραστάσεις από Scope1.



Από τη εικόνα 37 το BER για $E_b/N_o = 6$ dB είναι ίσο με 0.

Παρατηρούμε πως όσο αυξάνεται το E_b/N_o τόσο το BER μειώνεται. Ειδικότερα στην περίπτωση που το E_b/N_o γίνει ίσο με 6 dB το BER γίνεται ίσο με μηδέν, δηλαδή εξαλείφεται. Τέλος, συμπεραίνουμε πως η διαμόρφωση BPSK έχει καλύτερη ανοχή σε κανάλι Γκαουσιανού Θορύβου, διότι η διαμόρφωση ASK έχει την χαμηλότερη ανοχή στο θόρυβο.

Ζητούμενο 4.4

Ζητούμενο 4.5

- Πλεονεκτήματα της διαμόρφωσης ASK:

- Έχει απλό σχεδιασμό δέκτη.
- Η διαμόρφωση ASK μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση ψηφιακών δεδομένων μέσω οπτικής ίνας.
- Προσφέρει υψηλή απόδοση εύρους ζώνης.
- Οι διαδικασίες διαμόρφωσης ASK και αποδιαμόρφωσης ASK είναι σχετικά φθηνές.

- Μειονεκτήματα της διαμόρφωσης ASK:

- Έχει την χαμηλότερη ανοχή στο θόρυβο.
- Προσφέρει χαμηλότερη απόδοση ισχύος.



Ζητούμενο 4.6

Η διαμόρφωση ASK έχει ποικίλες εφαρμογές. Μερικές από αυτές είναι:

- Ασύρματοι σταθμοί βάσης
- Συστήματα παρακολούθησης της πίεσης των ελαστικών
- Εφαρμογές ραδιοσυχνοτήτων με χαμηλή συχνότητα
- Συσκευές βιομηχανικών δικτύων
- Συσκευές οικιακού αυτοματισμού



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 2^η Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

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%20%20ASK.pdf>

[2]:<https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-ASK.html>

[3]: <https://www.elprocus.com/amplitude-shift-keying-ask-working-and-applications/>

ΠΕΡΑΣ 2^{ης} ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

UNIVERSITY OF THE AEGEAN
DEPARTMENT OF INFORMATION AND
COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING

Kyriazis Ioannis | Papadopoulos Panagiotis

Copyright © 2021 – All Rights Reserved