



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)

5^η Εργαστηριακή Άσκηση

3212018107 Κυριαζής Ιωάννης

3212018161 Παπαδόπουλος Παναγιώτης

Σάμος, Τρίτη 21 Δεκεμβρίου, 2021



Κατάλογος Περιεχομένων

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	Βασική Θεωρητική Προετοιμασία	σελ. 03
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	Υλοποίηση του Κυκλώματος	σελ. 06
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	Απαντήσεις στις Ερωτήσεις.....	σελ. 08
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u>	Συμπεράσματα	σελ. 13
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u>	Βιβλιογραφία	σελ. 15



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 5^η Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

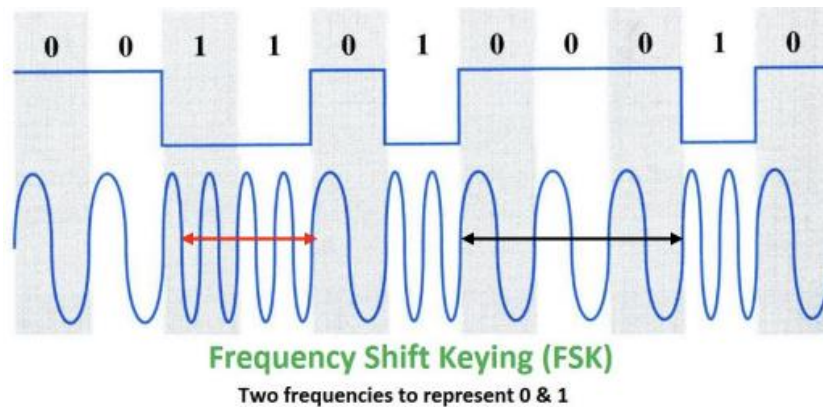
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Βασική Θεωρητική Προετοιμασία



FSK & BFSK

Η διαμόρφωση μετατόπισης συχνότητας FSK είναι μια από τις πιο κοινές μορφές ψηφιακής διαμόρφωσης. Πρόκειται για την τεχνική διαμόρφωσης που παρουσιάζει ομοιότητες με την διαμόρφωση συχνότητας στις αναλογικές επικοινωνίες. Γενικά στην FSK η δυαδική πληροφορία μεταδίδεται μέσω διακριτών αλλαγών στην συχνότητα ενός φέροντος σήματος. Ειδικότερα στη BFSK (2-FSK), χρησιμοποιεί ένα ζεύγος από διακριτές ορθογώνιες συχνότητες, f_1 και f_2 για να μεταδώσει τα δυαδικά 1 και 0 αντίστοιχα.



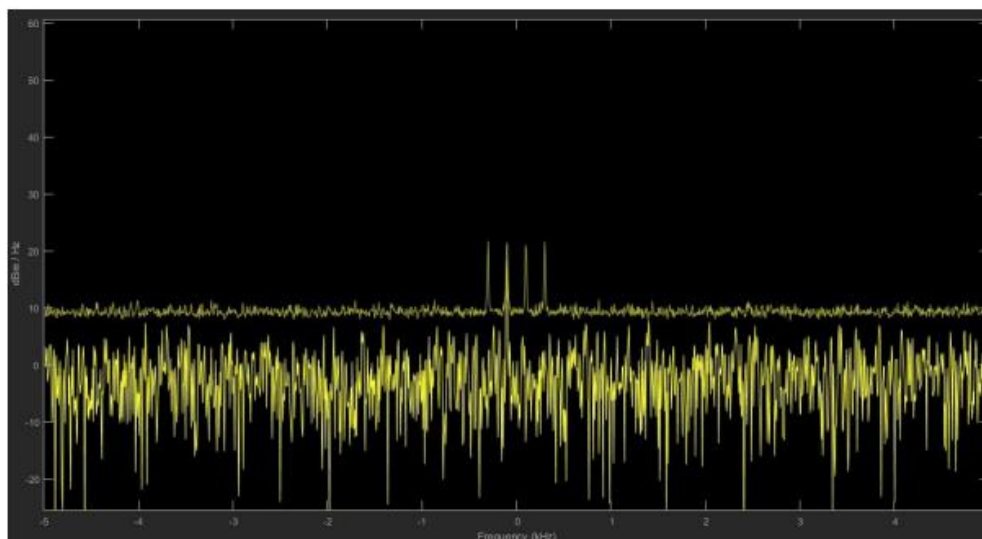
Το δυαδικό 1 καλείται mark frequency και το δυαδικό 0 καλείται space frequency. Η διαδικασία χρήσης δύο διακριτών συχνοτήτων, αναφέρεται ως Binary FSK (BFSK) ή 2-FSK.

M-FSK

Η διαμόρφωση M-FSK είναι μια επέκταση της BFSK η οποία χρησιμοποιεί περισσότερες από 2 ορθογώνιες συχνότητες. Είναι μια μορφή M-δικής σηματοδότησης. Ο ρυθμός σηματοδότησης ή ρυθμός συμβόλων καλείται Baud. Η τιμή του M, είναι συνήθως δύναμη του 2. Έτσι αν έχουμε 4 bits θα έχουμε ένα σύνολο από 16 σύμβολα και η διαμόρφωση που θα έχουμε θα είναι η 16-FSK. Με άλλα λόγια θα ισχύει $4 = \log_2(16)$ ή γενικά ο τύπος $k = \log_2 M$ bits.

ΦΑΣΜΑ FSK

Το φάσμα ενός σήματος είναι το διάγραμμα όπου απεικονίζονται οι συχνοτικές συνιστώσες που το απαρτίζουν. Συγκεκριμένα ο οριζόντιος άξονας αναφέρεται στις τιμές των συχνοτικών συνιστωσών και ο κάθετος άξονας στα πλάτη τους. Το διάγραμμα αυτό λέγεται και Διάγραμμα Φασματικής Πυκνότητας Ισχύος. Έτσι λοιπόν σε ένα σήμα M-FSK το διάγραμμα Φασματικής Πυκνότητας Ισχύος θα απαρτίζεται από τόσες συχνοτικές συνιστώσες όσο είναι η παράμετρος M. Για παράδειγμα το φάσμα ενός 4-FSK σήματος με ικανό E_b/N_0 για να ξεχωρίζει από τον θόρυβο φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.

4-FSK φάσμα για $E_b/N_0=20\text{dB}$

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ Bit ΓΙΑ M-FSK

Ερχόμενοι τώρα στην Πιθανότητα Σφάλματος για την FSK πρέπει να επισημάνουμε ότι όσο αυξάνει το M πηγαίνουμε σε διαμορφώσεις που έχουν περισσότερα σύμβολα. Δηλαδή περισσότερες ορθογώνιες συχνότητες. Αυτό σημαίνει ταυτόχρονη αύξηση του εύρους ζώνης της FSK. Η αύξηση αυτή του αριθμού των ορθογώνιων συχνοτήτων που αναπαρίστανται τα σύμβολα, οδηγεί σε καλύτερη επίδοση ως προς το θόρυβο. Συγκεκριμένα όσο αυξάνονται οι ορθογώνιες συχνότητες πηγαίνουμε να ένα χώρο όπου ο θόρυβος επηρεάζει εξίσου όλες αυτές. Δεν είναι το ίδιο με τη περίπτωση όπου έχουμε σηματοδοσία πολλαπλών Φάσεων (όπως στις BPSK, QPSK....MPSK). Συγκεκριμένα στη σηματοδοσία πολλαπλών φάσεων όταν πηγαίνουμε σε μεγαλύτερης τάξης διαμόρφωση έχουμε πύκνωση των συμβόλων στο ίδιο επίπεδο. Ενώ στη σηματοδοσία με ορθογώνιες συχνότητες μιλάμε για πύκνωση των συμβόλων στο χώρο και συγκεκριμένα στον χώρο των M -διαστάσεων για την M -FSK. Κατ' επέκταση η αύξηση του M , (δηλαδή της τάξης διαμόρφωσης) για το ίδιο E_b/N_0 δεν οδηγεί σε περισσότερα εσφαλμένα bit σε μεγαλύτερο BER). Το αποτέλεσμα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, για Μαδική Ορθογώνια Σηματοδοσία.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 5^η Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

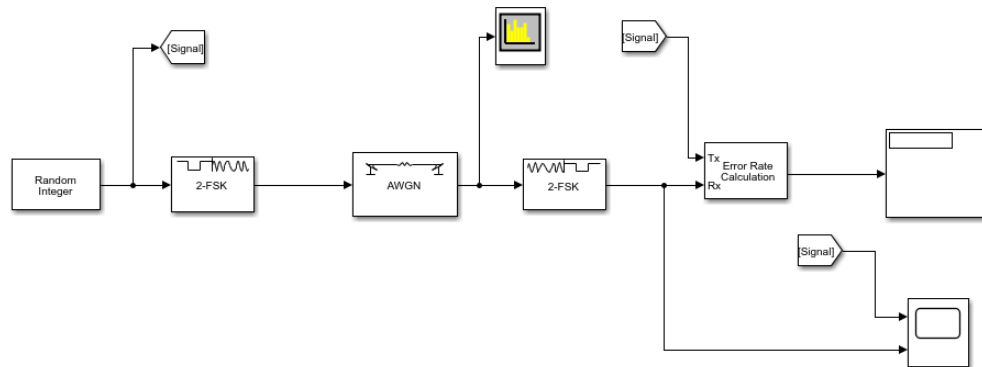
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Υλοποίηση του Κυκλώματος

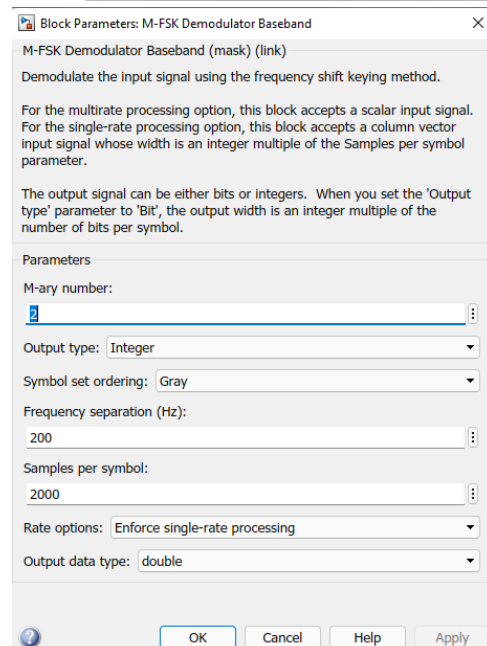
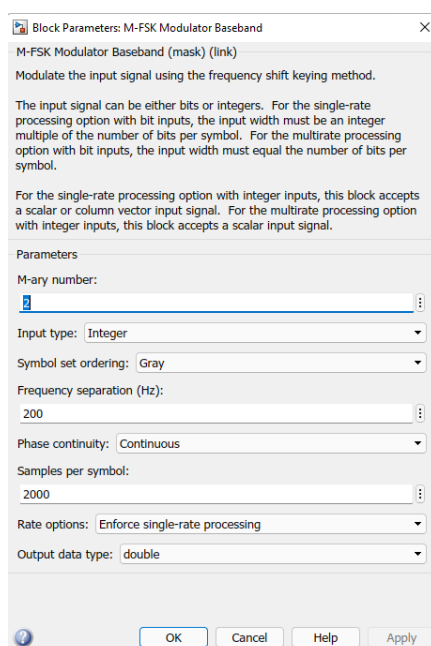
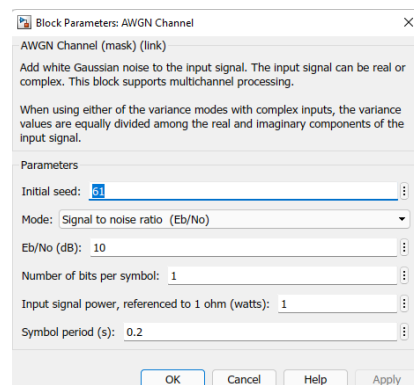
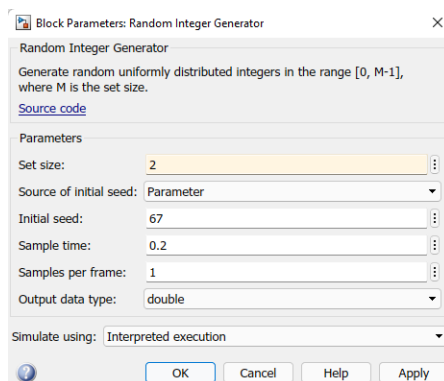


ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Αρχικά φτιάχνουμε το κύκλωμα που ζητείται στην παρούσα Άσκηση. Σε τελικό στάδιο έχουμε το εξής κύκλωμα:



Στην συνέχεια, ρυθμίζουμε τις παραμέτρους όπως μας ζητείται (2-FSK):





321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 5^η Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις

**ΕΡΩΤΗΣΗ 1**

Τρέχοντας το κύκλωμα 2-FSK για τις τιμές $E_b/N_0 = -20, -12, -6, 0, 6, 12$, έχουμε τον εξής πίνακα:

	2-FSK
	Αριθμός συμβόλων $M=2$
	Αριθμός bits $k=1$
E_b/N_0	BER για 2-FSK
-20	0.5074
-12	0.4842
-6	0.4418
0	0.3071
6	0.07957
12	0.0003998

**ΕΡΩΤΗΣΗ 2**

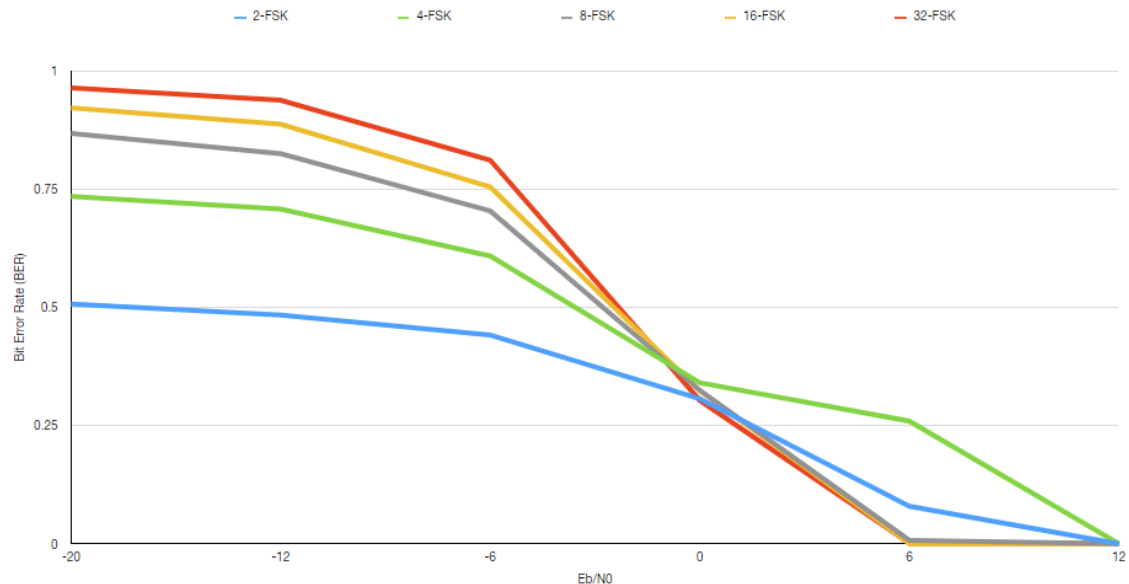
Τρέχοντας τα κυκλώματα 2-FSK, 4-FSK, 8-FSK, 16-FSK και 32-FSK για τις τιμές $E_b/N_0 = -20, -12, -6, 0, 6, 12$, έχουμε τον εξής πίνακα:

	2-FSK	4-FSK	8-FSK	16-FSK	32-FSK
	Αριθμός συμβόλων $M=2$	Αριθμός συμβόλων $M=2$	Αριθμός συμβόλων $M=2$	Αριθμός συμβόλων $M=2$	Αριθμός συμβόλων $M=2$
	Αριθμός bits $k=1$	Αριθμός bits $k=1$	Αριθμός bits $k=1$	Αριθμός bits $k=1$	Αριθμός bits $k=1$
E_b/N_0	BER για 2-FSK	BER για 4-FSK	BER για 8-FSK	BER για 16-FSK	BER για 32-FSK
-20	0.5074	0.7353	0.8685	0.9224	0.9648
-12	0.4842	0.7085	0.8257	0.888	0.9384
-6	0.4418	0.609	0.7041	0.7549	0.8117
0	0.3071	0.3407	0.3247	0.3239	0.3035
6	0.07957	0.02599	0.007597	0	0
12	0.0003998	0	0	0	0



ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Τρέχοντας τα κυκλώματα 2-FSK, 4-FSK, 8-FSK, 16-FSK και 32-FSK για τις τιμές $E_b/N_0 = -20, -12, -6, 0, 6, 12$, έχουμε το εξής διάγραμμα:



Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι όσο αυξάνουμε τον λόγο E_b/N_0 , τόσο μειώνεται το σφάλμα. Όμως όσο αυξάνουμε τις ορθογώνιες συχνότητες M παράλληλα με την αύξηση του λόγου E_b/N_0 , παρατηρούμε ότι στην αρχή το σφάλμα είναι μεγαλύτερο για μεγαλύτερο M αλλά στην συνέχεια μειώνεται πιο γρήγορα σε σχέση με τα συστήματα που έχουν μικρότερο M .

πρέπει να επισημάνουμε ότι όσο αυξάνει το M πηγαίνουμε σε διαμορφώσεις που έχουν περισσότερα σύμβολα. Δηλαδή περισσότερες ορθογώνιες συχνότητες. Αυτό σημαίνει ταυτόχρονη αύξηση του εύρους ζώνης της FSK. Η αύξηση αυτή του αριθμού των ορθογώνιων συχνοτήτων που αναπαρίστανται τα σύμβολα, οδηγεί σε καλύτερη επίδοση ως προς το θόρυβο. Συγκεκριμένα όσο αυξάνονται οι ορθογώνιες συχνότητες πηγαίνουμε να ένα χώρο όπου ο θόρυβος επηρεάζει εξίσου όλες αυτές. Κατ' επέκταση η αύξηση του M , (δηλαδή της τάξης διαμόρφωσης για το ίδιο E_b/N_0) δεν οδηγεί σε περισσότερα εσφαλμένα bit δηλαδή σε μεγαλύτερο BER.



ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Η διαμόρφωση BPSK είναι μια πολύ βασική τεχνική που χρησιμοποιείται σε διάφορα ασύρματα πρότυπα όπως CDMA, WiMAX (16d, 16e), WLAN 11a, 11b, 11g, 11n, Satellite, DVB, Cable modem κ.λπ. Θεωρείται ότι είναι πιο ισχυρή μεταξύ όλων οι τύποι διαμόρφωσης λόγω διαφοράς 180 μοιρών μεταξύ δύο σημείων αστερισμού. Ως εκ τούτου, μπορεί να αντέξει σοβαρές συνθήκες καναλιού ή ξεθώριασμα καναλιού. Χρησιμοποιείται σε OFDM και OFDMA για τη διαμόρφωση των pilot subcarriers που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση και την εξισορρόπηση καναλιών. Όπως γνωρίζουμε χρησιμοποιούνται διαφορετικά κανάλια για συγκεκριμένη μετάδοση δεδομένων σε κυψελωτά συστήματα. Τα κανάλια που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση πληροφοριών που σχετίζονται με το σύστημα, τα οποία είναι πολύ απαραίτητα, διαμορφώνονται χρησιμοποιώντας τη διαμόρφωση BPSK.

Είναι δυνατός ο συνδυασμός δύο συστημάτων MFSK για να αυξηθεί η απόδοση της σύνδεσης. Ίσως το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο 2-τονικό σύστημα MFSK είναι το dual-tone multi-frequency (DTMF), γνωστότερο με το εμπορικό σήμα AT&T του "Touch Tone". Ένα άλλο είναι το σχήμα πολλαπλών συχνοτήτων (MF) που χρησιμοποιήθηκε κατά τον 20ο αιώνα για σηματοδότηση εντός ζώνης σε κορμούς μεταξύ τηλεφωνικών κέντρων. Η διάδοση του Skywave στις ζώνες υψηλής συχνότητας εισάγει τυχαίες παραμορφώσεις που γενικά ποικίλλουν τόσο με το χρόνο όσο και με τη συχνότητα. Η κατανόηση αυτών των βλαβών βοηθά κάποιον να καταλάβει γιατί το MFSK είναι μια τόσο αποτελεσματική και δημοφιλή τεχνική για τις επικοινωνίες υψηλής συχνότητας. Επίσης χρησιμοποιείται στις επικοινωνίες VHF & UHF.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 5^η Εργαστηριακή Άσκηση

Παπαδόπουλος Παναγιώτης – Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συμπεράσματα



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την εργασία:

- μάθαμε να ξεχωρίζουμε την Binary FSK (BFSK) διαμόρφωση από την Multiple FSK (M-FSK).
- αντιληφθήκαμε τις πραγματικές εφαρμογές της BFSK και M-FSK.
- παρατηρήσαμε ότι η αύξηση του M , (δηλαδή της τάξης διαμόρφωσης για το ίδιο E_b/N_0) δεν οδηγεί σε περισσότερα εσφαλμένα bit δηλαδή σε μεγαλύτερο BER.
- είδαμε ότι η αύξηση αυτή του αριθμού των ορθογώνιων συχνοτήτων που αναπαρίστανται τα σύμβολα, οδηγεί σε καλύτερη επίδοση ως προς το θόρυβο. Συγκεκριμένα όσο αυξάνονται οι ορθογώνιες συχνότητες πηγαίνουμε να ένα χώρο όπου ο θόρυβος επηρεάζει εξίσου όλες αυτές.



321-10302– Ψηφιακές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 5^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%B74_FSK_2019.pdf

[2]:<https://www.rfwireless-world.com/Terminology/BPSK.html>

[3]:https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_frequency-shift_keying

ΠΕΡΑΣ 5^{ης} ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



Kyriazis Ioannis | Papadopoulos Panagiotis

Copyright © 2021 – All Rights Reserved