

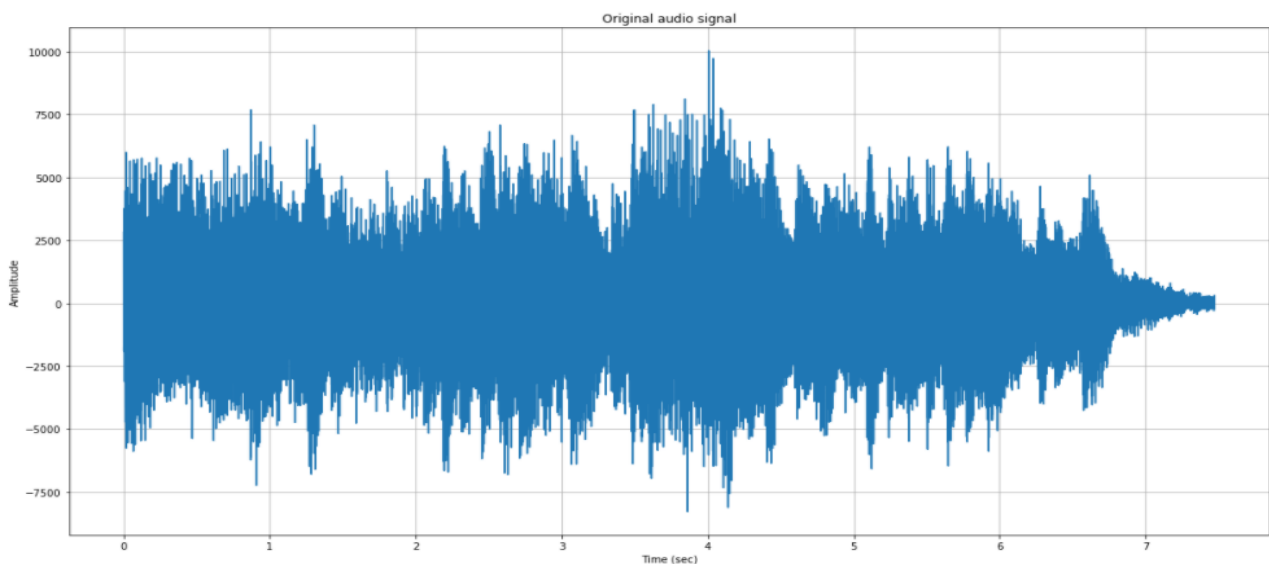
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Εισαγωγή στις Τηλεπικοινωνίες – 5^ο Εξάμηνο 2017-2018
Αναφορά 2ης Εργαστηριακής Άσκησης - Τμήμα Γ/Ομάδα 21
Αβραμίδης Κλεάνθης – 03115117

- Εισαγωγικά:

Η υλοποίηση της άσκησης πραγματοποιήθηκε μαζί με τον συνάδελφο Γεώργιο Κανελλόπουλο. Το υποβληθέν zip file περιέχει 2 αρχεία πηγαίου κώδικα Python (ένα για κάθε ID) που δίνουν τα ζητούμενα διαγράμματα χωρίς εξωτερική παρέμβαση, εκτός ίσως του Path για την εύρεση του αρχείου wav. Περιλαμβάνονται ακόμη 2 pdf files με τις αναφορές μας και 4 wav files, 2 για κάθε περίπτωση, όπως ζητούνται.

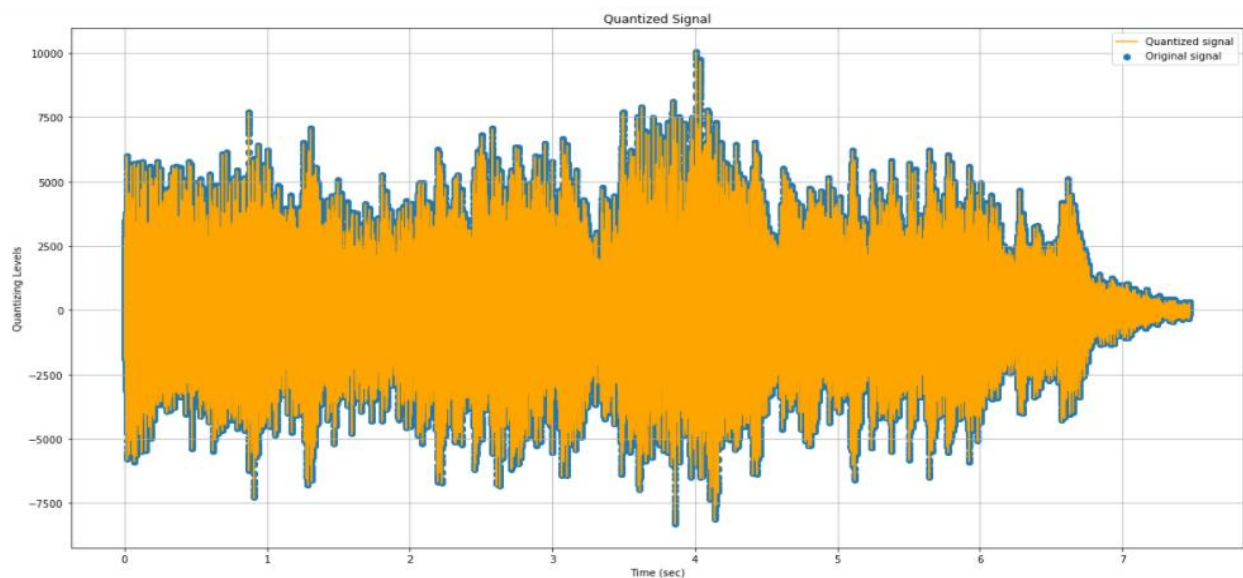
- Ερώτημα α:

Με χρήση της βιβλιοθήκης wavfile διαβάστηκε το αρχείο ήχου soundfile1_lab3.wav. Η κυματομορφή:



- Ερώτημα β:

Το σήμα κβαντίστηκε με τον κώδικα της πρώτης εργαστηριακής άσκησης για bits=8, δηλαδή σε 256 επίπεδα. Η κυματομορφή του κβαντισμένου σήματος:



- Ερώτημα γ:

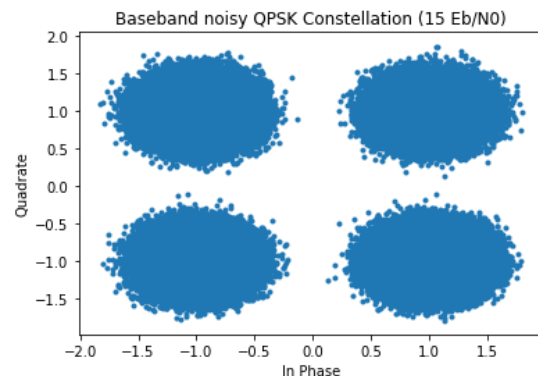
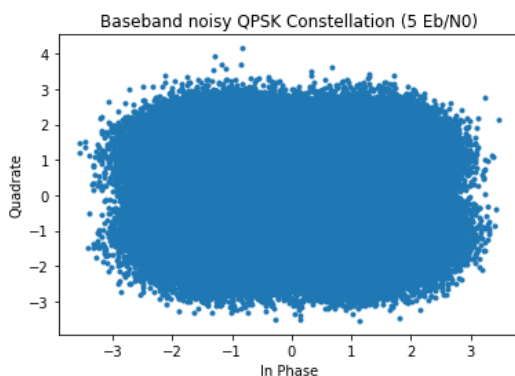
Το κβαντισμένο σήμα διαμορφώνεται κατά QPSK στη βασική ζώνη. Χωρίζεται η διαμορφωμένη ακολουθία σε δύο συνιστώσες: την συμφασική που περιέχει τα άρτια bits και την ορθογωνική που περιέχει τα περιττά bits. Έτσι η ακολουθία χωρίζεται σε σύμβολα των δύο bits, καθένα από τα οποία περιέχει μία συμφασική και μία ορθογωνική συνιστώσα. Μπορούμε να αντιστοιχήσουμε έτσι κάθε σύμβολο σε ένα μιγαδικό αριθμό με πραγματικό και φανταστικό μέρος τη συμφασική και ορθογωνική συνιστώσα αντίστοιχα.

- Ερώτημα δ:

Παράχθηκε θόρυβος AWGN όπως στην πρώτη εργαστηριακή άσκηση και εφαρμόστηκε στο διαμορφωμένο σήμα για 2 τιμές E_b/N_0 5 και 15 dB.

- Ερώτημα ε:

Απεικονίζουμε τα 2 σήματα που προκύπτουν στο μιγαδικό επίπεδο:



Η αποδιαμόρφωση γίνεται σε 2 στάδια: Αρχικά, ο δέκτης θα πρέπει να αποφασίσει σε ποια σύμβολα αντιστοιχούν οι κυματομορφές που λαμβάνει, μέσω των τεταρτημορίων του αστερισμού. Στη συνέχεια, κατά την αποκωδικοποίηση το ληφθέν σήμα χωρίζεται σε πακέτα των 8 bits και κάθε πακέτο αντιστοιχίζεται σε ένα θετικό επίπεδο κβάντισης. Τα επίπεδα κβάντισης πολλαπλασιάζονται με το βήμα κβάντισης, ώστε να προκύψει η αρχική μορφή του σήματος.

- Ερώτημα στ:

Τα πειραματικά και θεωρητικά αποτελέσματα για δύο τιμές του λόγου E_b/N_0 :

```
Bit Error rate for Eb/N0 = 5 dB:
Experimental: 0.0187999183396 Theoretical: 0.00595386714778

Bit Error rate for Eb/N0 = 15 dB:
Experimental: 0.0 Theoretical: 9.12395736263e-16
```

Παρατηρούμε πως η πειραματική πιθανότητα λάθους στην πρώτη περίπτωση είναι λίγο μεγαλύτερη από την θεωρητική, που είναι λογικό. Στη δεύτερη περίπτωση δεν εντοπίζουμε καθόλου λάθη. Αυτό συμβαίνει, διότι μεταδόθηκαν λίγα ψηφία συγκριτικά με την αναμενόμενη πιθανότητα λάθους που φαίνεται παραπάνω. Αυτό φαίνεται και στον δεύτερο αστερισμό, όπου βλέπουμε απουσία σημείων στους άξονες που είναι τα κατώφλια απόφασης.

- Ερώτημα ζ:

Παρήχθησαν τα 2 αρχεία ήχου με τις ζητούμενες προδιαγραφές. Πρόκειται για 2 χαμηλής ποιότητας σήματα. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο θόρυβο, ο οποίος είναι ευδιάκριτος στην πρώτη περίπτωση και έχει επίδραση στο τελικό σήμα. Επίσης, το αρχικό σήμα ήταν την μορφής signed 16-bit PCM Mono 44100 Hz αλλά κβαντίστηκε σε μόλις 256 επίπεδα, που οδήγησε σε μεγάλη απώλεια πληροφορίας άρα και υποβάθμιση της ποιότητας και στα 2 σήματα.