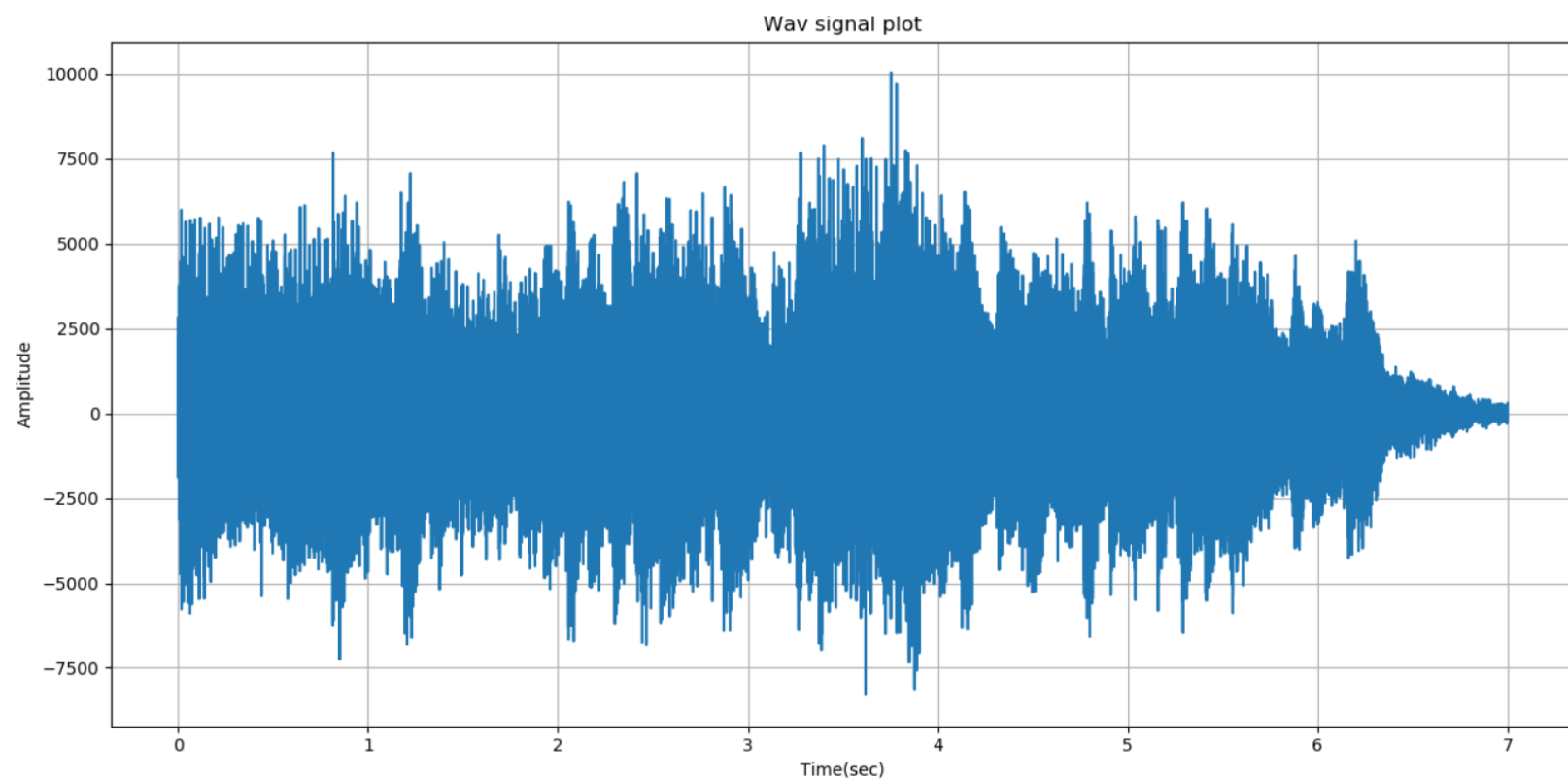


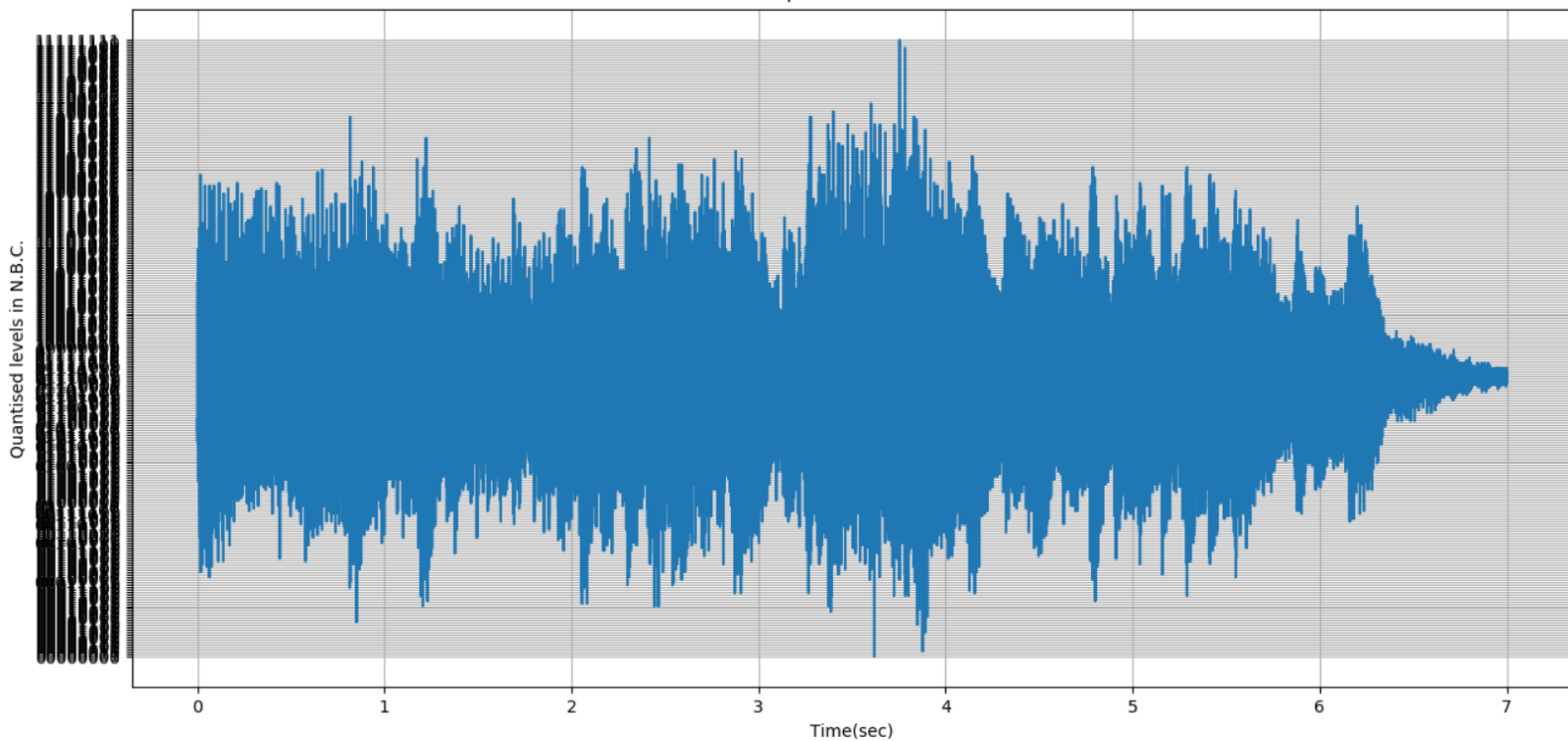
Σύμφωνα με τα τρία τελευταία ψηφία του Α.Μ. θα έχουμε $0+3+7=10$, $1+0=1$. Άρα θα χρησιμοποιηθεί το `soundfile1_lab3.wav`.

α) Ακολουθώντας τις οδηγίες αρχικά διαβάζουμε το σήμα πληροφορίας και παρουσιάζοντας το σε διάγραμμα σε συνάρτηση με τον χρόνο το αποτέλεσμα που έχουμε είναι το εξής:



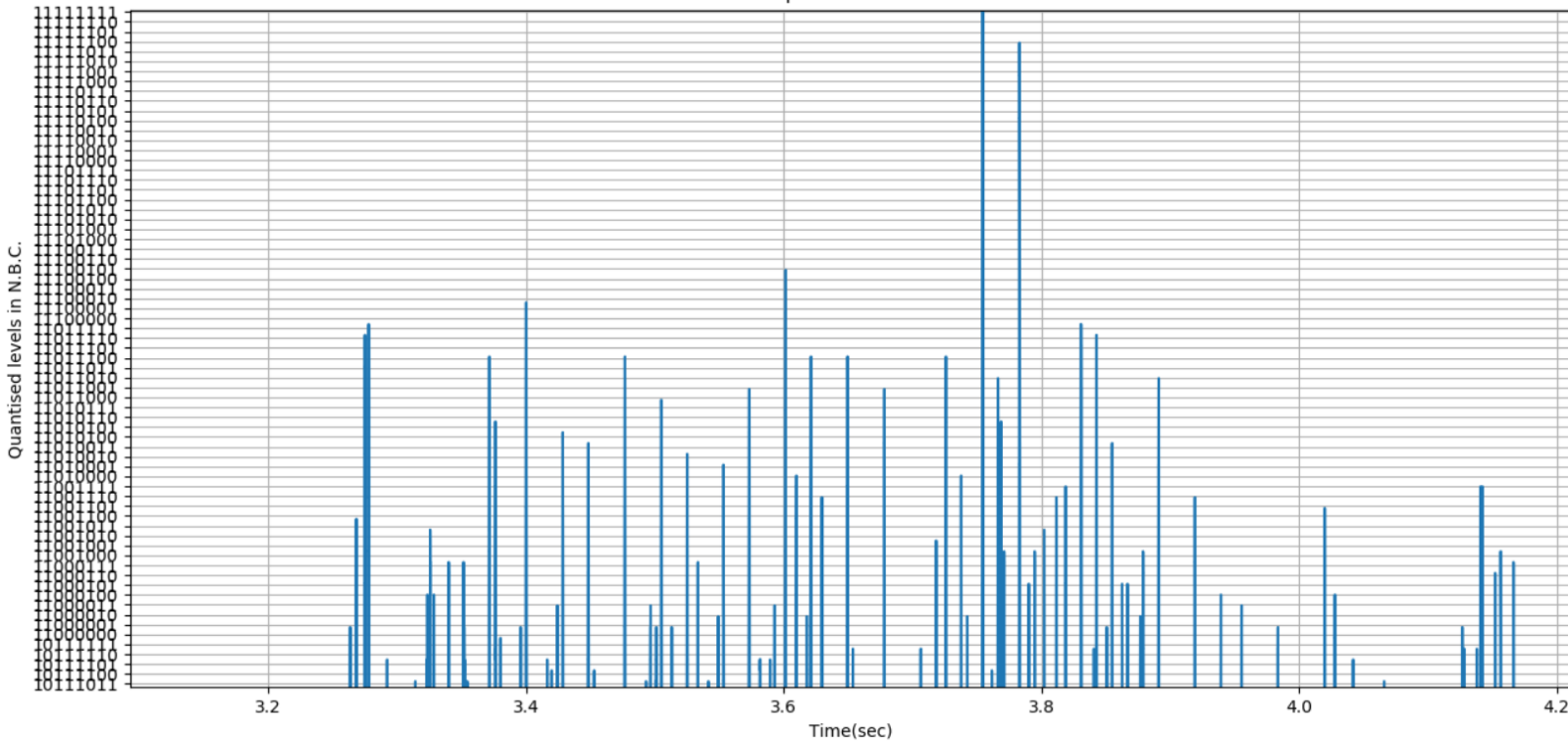
β) Στη συνέχεια κβαντίζουμε με 8 ψηφία, δηλαδή χρησιμοποιώντας συνολικά 256 στάθμες, κάνοντας χρήση του `mid riser` κβαντιστή που είχαμε δημιουργήσει στην πρώτη εργαστηριακή άσκηση. Το αποτέλεσμα της κβάντισης με χρήση `Natural Binary Coding` είναι το εξής:

Mid-riser quantisation of Wav file



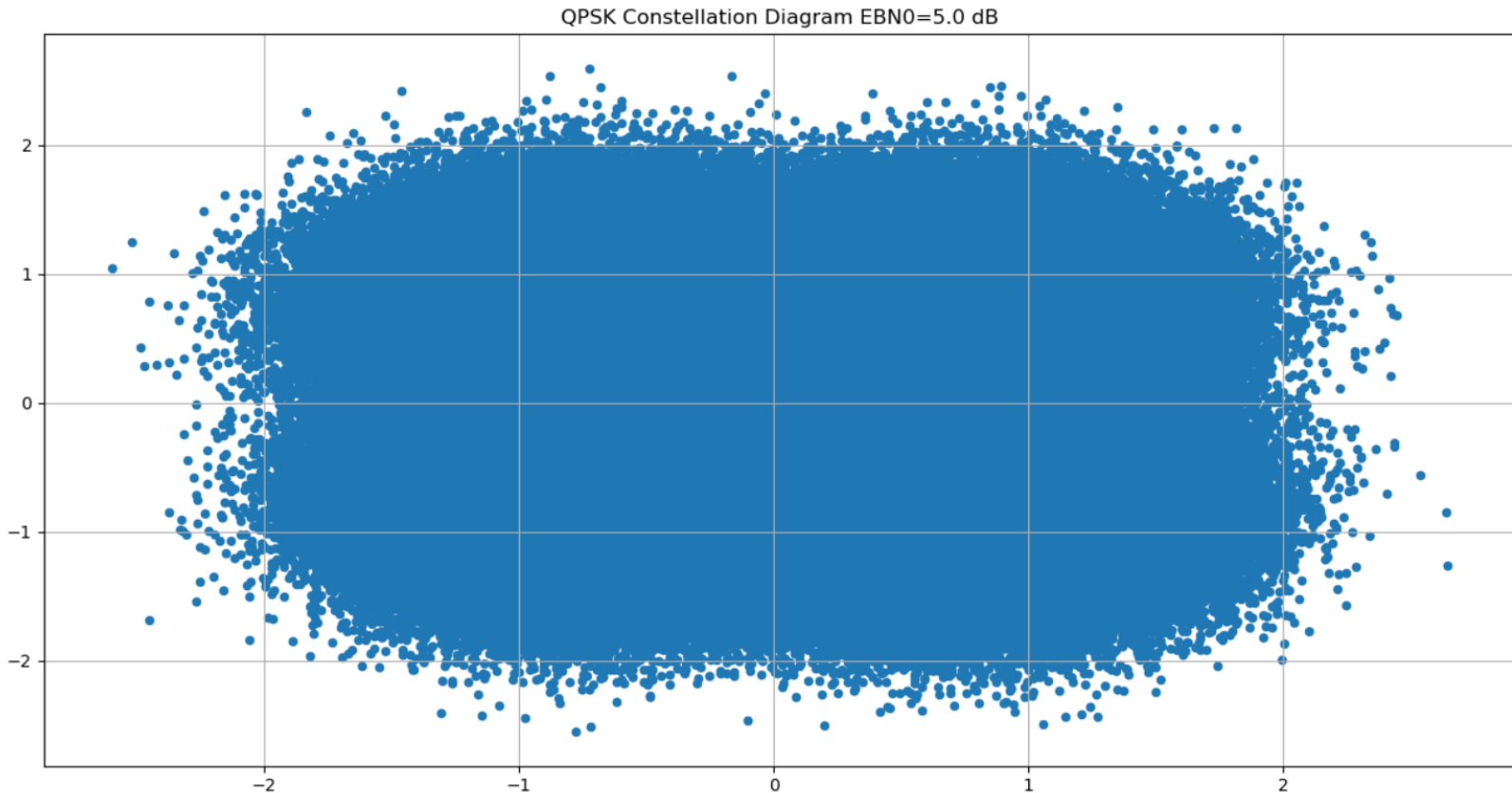
Κάνοντας zoom in σε κάποια περιοχή για να φανούν καλύτερα οι στάθμες έχουμε την εξής εικόνα:

Mid-riser quantisation of Wav file



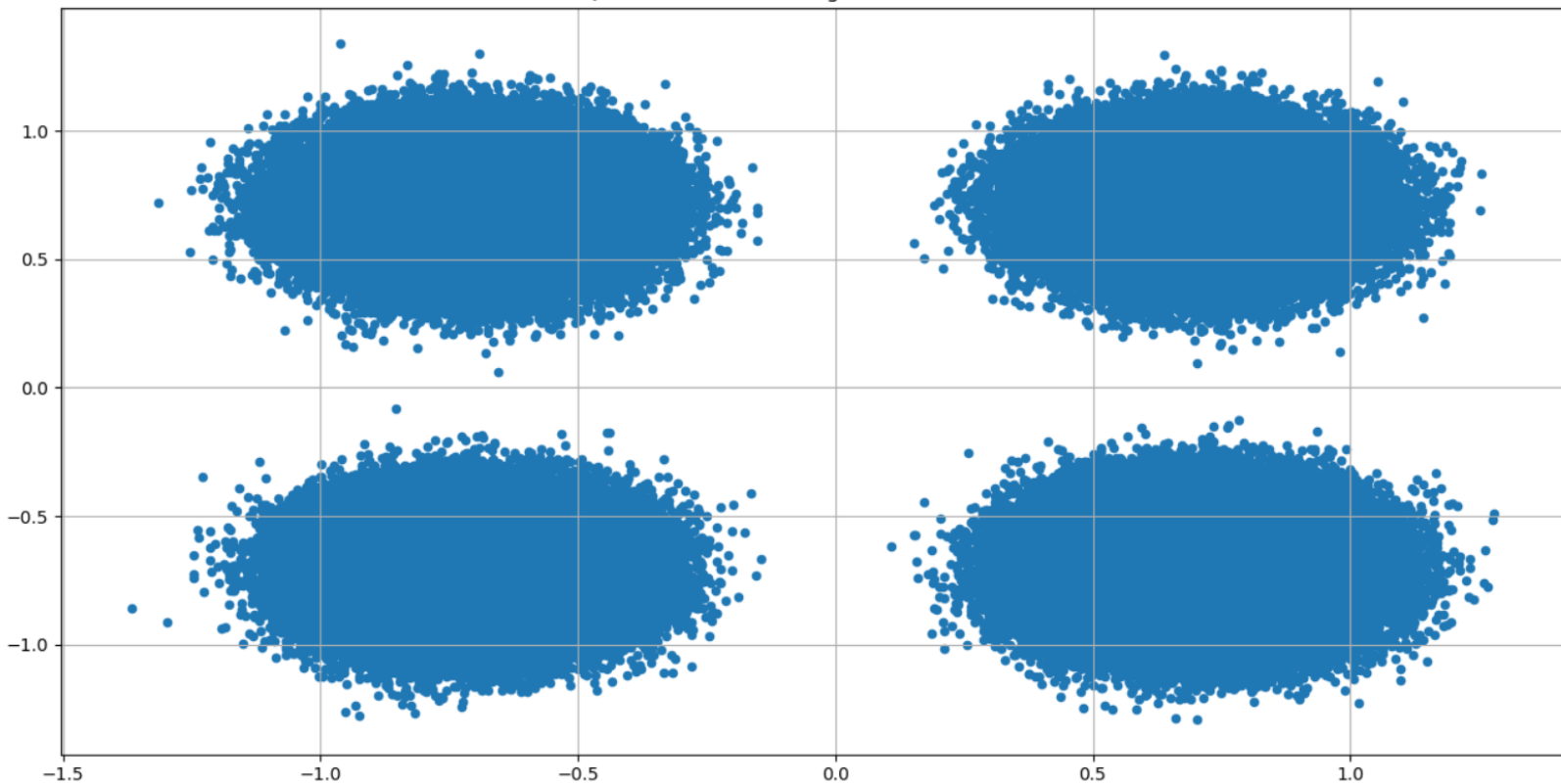
γ, δ, ε) Διαμορφώνουμε το αρχικό σήμα κατά QPSK με κωδικοποίηση Grey και πλάτος 1 V. Προσθέτοντας λευκό Γκαουσιανό θόρυβο για διαφορετικές τιμές του EBN0 δημιουργούμε τα διαγράμματα αστερισμού για αυτές τις δύο τιμές. Τα προκύπτοντα αποτελέσματα είναι τα εξής:

Για EBN0 = 5.0 dB:



Για EBN0 = 15.0 dB:

QPSK Constellation Diagram EBN0=15.0 dB



στ) Υπολογίζουμε αρχικά την θεωρητική πιθανότητα εσφαλμένου ψηφίου από τους γνωστούς τύπους για τις δύο τιμές του EBN0 και στη συνέχεια πειραματικά. Παρατηρούμε ότι οι προκύπτουσες τιμές παρουσιάζουν μικρή απόκλιση από τις θεωρητικά αναμενόμενες. Για EBN0 = 15.0 dB παρατηρούμε απειροελάχιστη διαφορά καθώς θεωρητικά έχουμε τάξη ίση με 10 εις την -21 ενώ πειραματικά το απόλυτο 0. Για EBN0 5.0 dB έχουμε μεγαλύτερη απόκλιση ωστόσο και πάλι αυτή περιορίζεται σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το δείγμα μας είναι αρκετά μεγάλο και έτσι οι πειραματικές τιμές πλησιάζουν αρκετά τις θεωρητικές. Οι τιμές αυτές τυπώνονται από το πρόγραμμα και το αποτέλεσμα είναι το ακόλουθο:

```
Theoretical BER = 0.00139073665229 for EBN0=5.0 dB
Experimental BER = 0.0737835179547 for EBN0=5.0 dB
Theoretical BER = 1.57823295816e-21 for EBN0=15.0 dB
Experimental BER = 0.0 for EBN0=15.0 dB
```

ζ) Χρησιμοποιώντας τη συχνότητα δειγματοληψίας του αρχικού αρχείο ανακατασκευάζουμε σε μορφή wav τα αρχεία μετά την προσθήκη θορύβου. Παρατηρούμε ότι όσο ανεβαίνει η τιμή του EBN0 τόσο καλύτερη γίνεται η ποιότητα του παραγόμενου αρχείου και συνεπώς μικρότερη η επίδραση του θορύβου σε αυτό. Ειδικότερα για τιμή ίση με 15 dB το ανθρώπινο αυτί δεν μπορεί να καταλάβει την διαφορά μεταξύ του αρχικού σήματος και αυτού μετά την προσθήκη θορύβου. Αντίθετα, για EBN0 ίσο με 5 dB παρατηρούμε την εμφάνιση ορισμένων 'χιονιών' δηλαδή παρασίτων τα οποία ωστόσο αν και δυσχεραίνουν την ακρόαση δεν την καθιστούν αδύνατη. Εκτός από τα σφάλματα στην αποδιαμόρφωση η ποιότητα των παραγόμενων αρχείων υπονομεύεται από τα πιθανά λάθη κατά την κβάντιση και κυρίως τα λάθη κατά την διαδικασία

της μετατροπής των κβαντισμένων σε αρχεία wav ξανά όπως επίσης η προσθήκη θορύβου δεν γίνεται με τον ιδανικό τρόπο όπως θα γινόταν στην πραγματικότητα από κάποιο ειδικό μέσο. Τέλος, η χρήση της QPSK εγγενώς περιέχει σφάλμα το οποίο και προστίθεται στο αποτέλεσμα μας.