ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

1η Εργαστηριακή Άσκηση

Όνομα: Αλέξανδρος

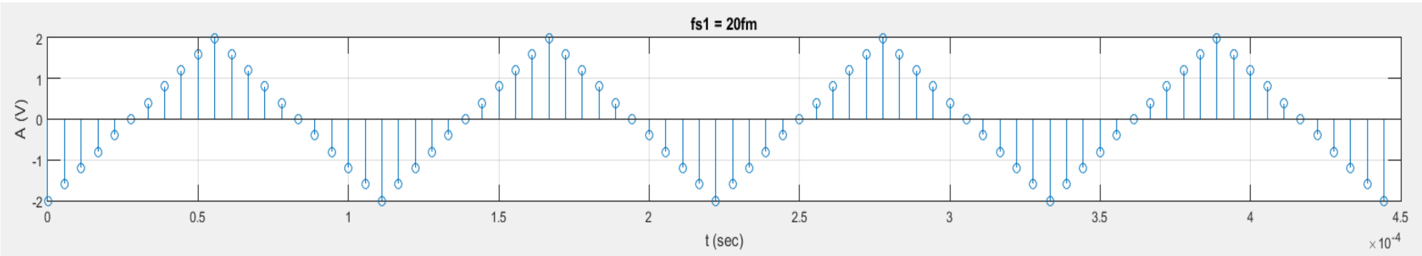
Επώνυμο: Βερέμης

Αριθμός Μητρώου: 03115063

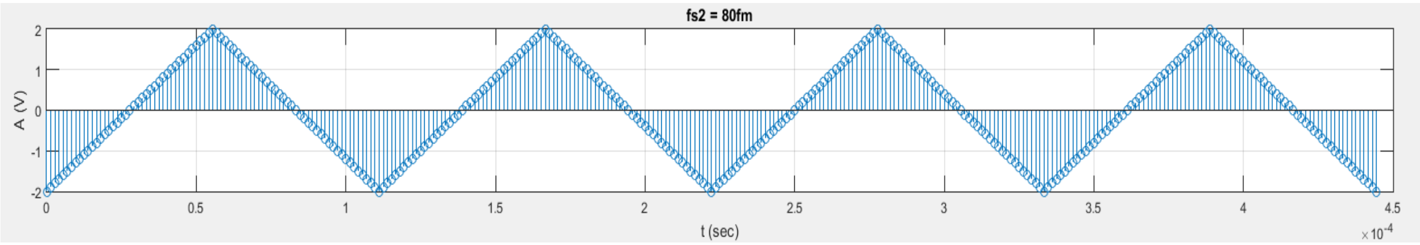
1ο Ερώτημα

Λόγω του αριθμού μητρώου μου : η συχνότητα fm=0+6+3=9 kHz.
Στο 1ο ερώτημα θα μελετήσουμε τη δειγματοληψία διαφόρων σημάτων.

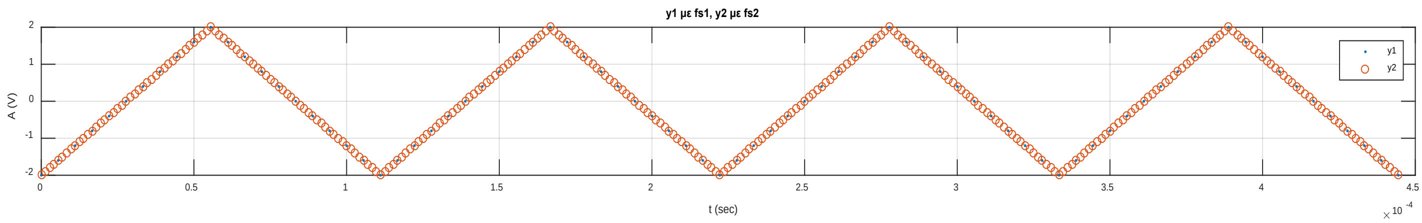
α. i) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s1} = 20 f_m$,



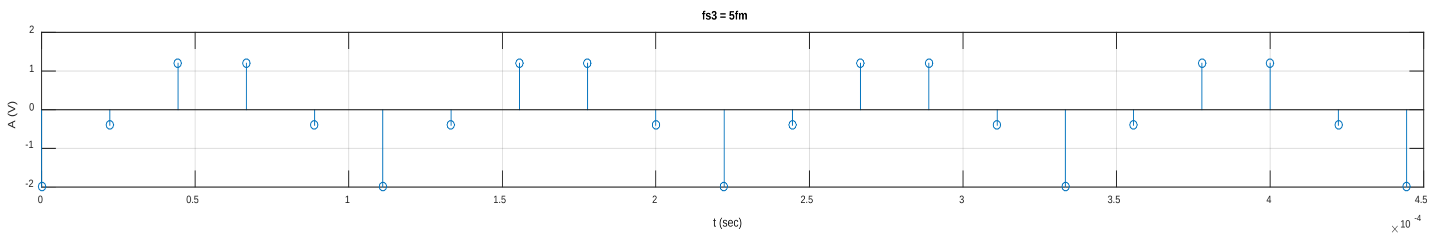
ii) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s2} = 80 f_m$,



iii)Δείγματα σε κοινό διάγραμμα



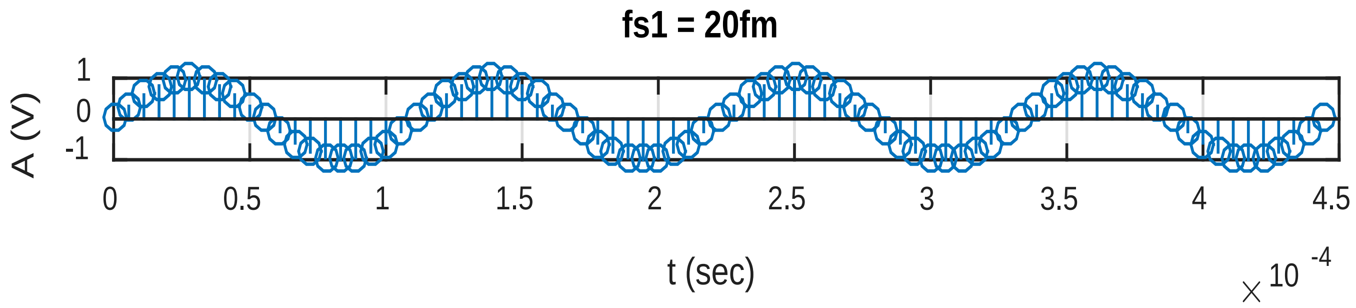
β) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s3} = 5 f_m$.



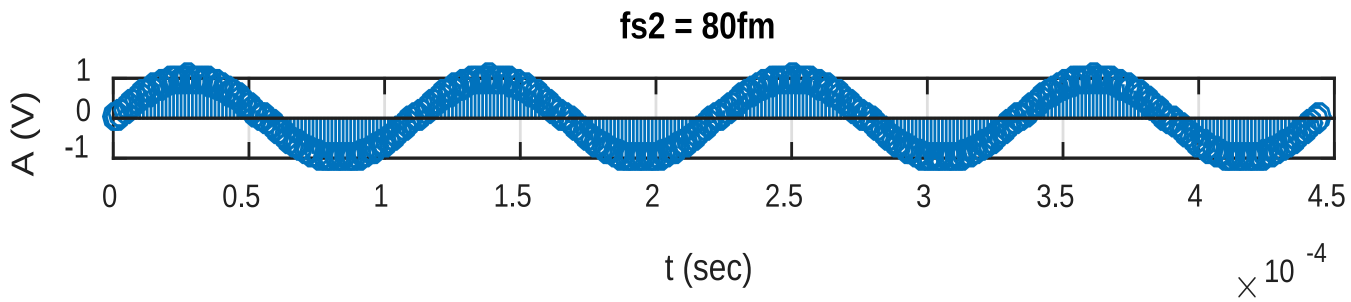
Πρόκειται για χαμηλή συχνότητα δειγματοληψίας, με αποτέλεσμα οι γρήγορες αλλαγές του αρχικού σήματος να μην καταγράφονται και η πληροφορία που μεταφέρεται να μπορεί να παρερμηνευθεί. Ωστόσο κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει κατά την ανακατασκευή του σήματος, όπως αναφέρει το θεώρημα Nyquist. Η ελάχιστη θεωρητική f_s ώστε να είναι δυνατή η ακριβής ανακατασκευή του ημιτόνου είναι ίση με $2f_m$. Η συχνότητα αυτή $f_s = 2f_m$ ονομάζεται συχνότητα Nyquist. Η δειγματοληψία με συχνότητα χαμηλότερη από τη συχνότητα Nyquist παραμορφώνει το σήμα. Χάνει τις υψηλότερες συχνότητες που τυχόν δεν καλύπτει η επιλεγμένη συχνότητα δειγματοληψίας f_s. Επίσης, δημιουργεί συχνότητες που δεν υπήρχαν στο αρχικό αναλογικό σήμα, γνωστό και ως φαινόμενο «αναδίπλωσης» (aliasing).Επομένως , fmin=fs=2*9kHz=18kHz.

γ)i) θεωρώ z(t)=Asin(2πfmt) όπου A=1V ,fm=9kHz και ακολουθώ την ίδια διαδικασία:

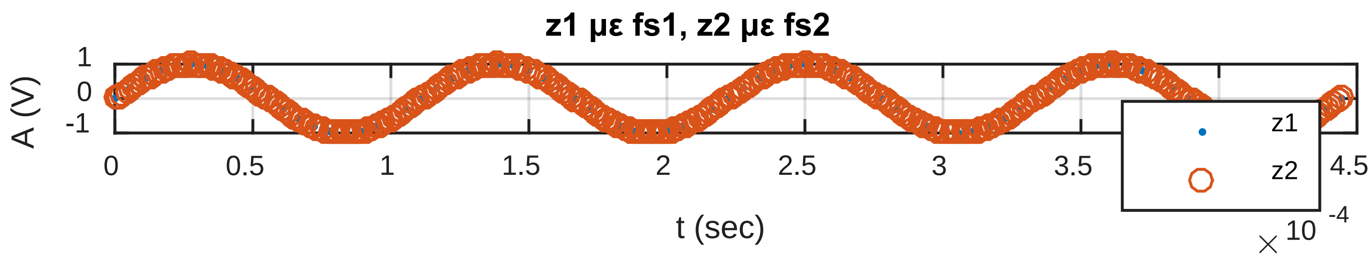
α. i) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s1} = 20f_m$,



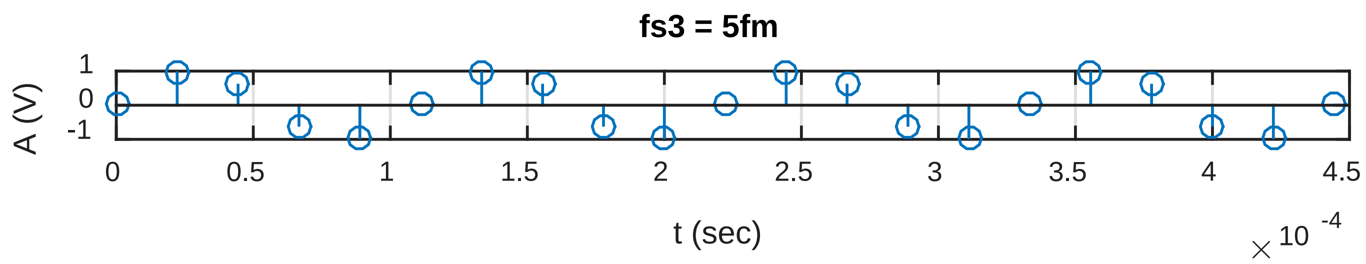
ii) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s2} = 80f_m$,



iii)Δείγματα σε κοινό διάγραμμα



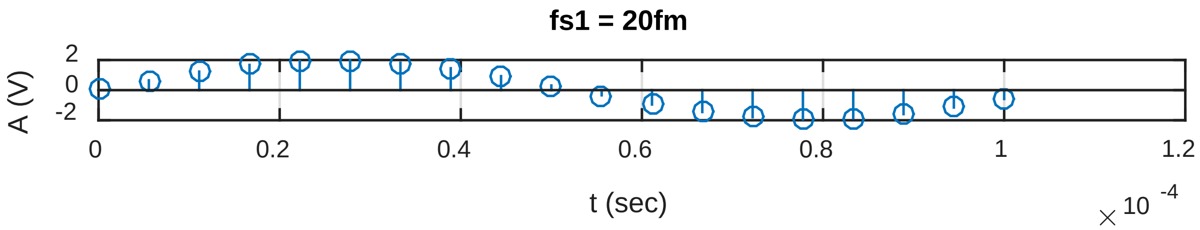
β) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s3} = 5f_m$.



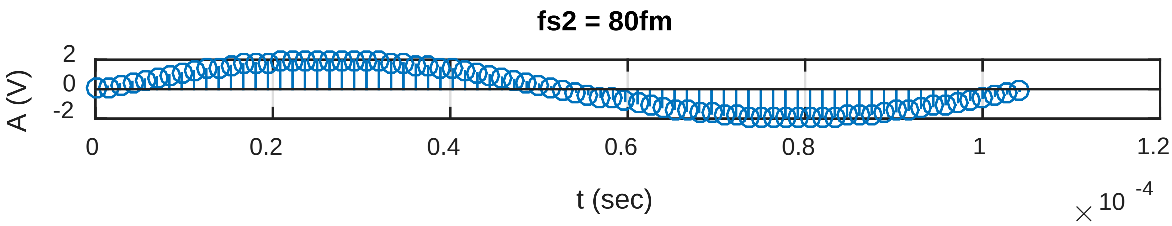
Πάλι και στο ημίτονο παρατηρώ ότι για fs3 η δειγματοληψία κάνει δυσδιάκριτη την κυματομορφή του αρχικού σήματος. Πάλι fmin=fNyq=18 kHz.

γ)ii) $q(t) = Asin(2\pi f_m t) + Asin(2\pi(f_m + \Lambda)t)$
Κάνοντας χρήση της τριγωνομετρικής ταυτότητας: $sina + sinb = 2cos[(a-b)/2]sin[(a+b)/2]$,
προκύπτει ότι: $q(t) = 2Acos(\pi\Lambda t)sin(\pi t(2f_m + \Lambda))$.
Το σήμα q(t) που προκύπτει είναι ***διακρότημα*** (ιδιόμορφη ταλάντωση που προκύπτει από τη σύνθεση δύο αρμονικών ταλαντώσεων που γίνονται γύρω απο το ίδιο σημείο και έχουν την ίδια διεύθυνση, το ίδιο πλάτος και παραπλήσιες συχνότητες) με πλάτος ίσο με $2A|cos(\pi\Lambda t)|$ (μεταβάλλεται από 0 έως 2A) και $f = \pi(2f_m+\Lambda)/2\pi = (2f_m+\Lambda)/2$
(ή $T = 1/f = 2/(2f_m+\Lambda)$).

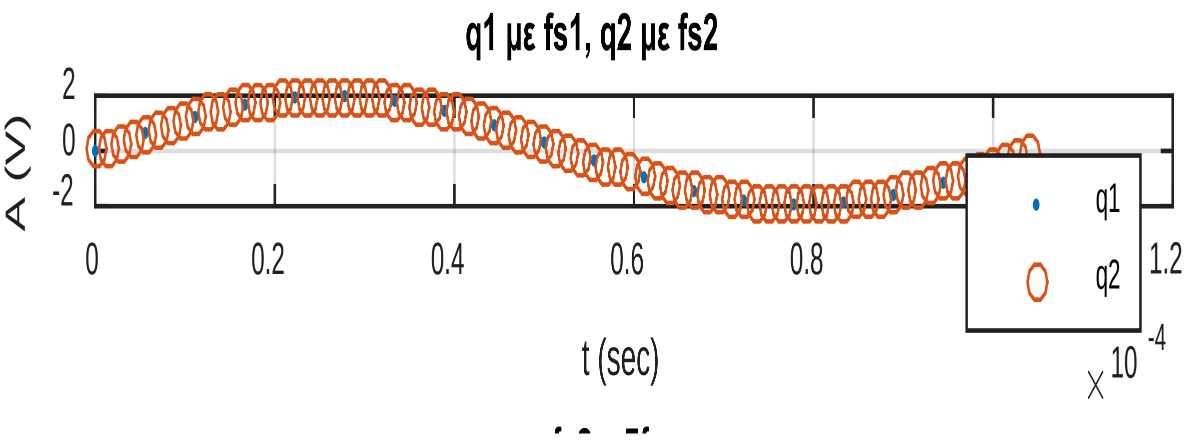
i) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s1} = 20f_m$,



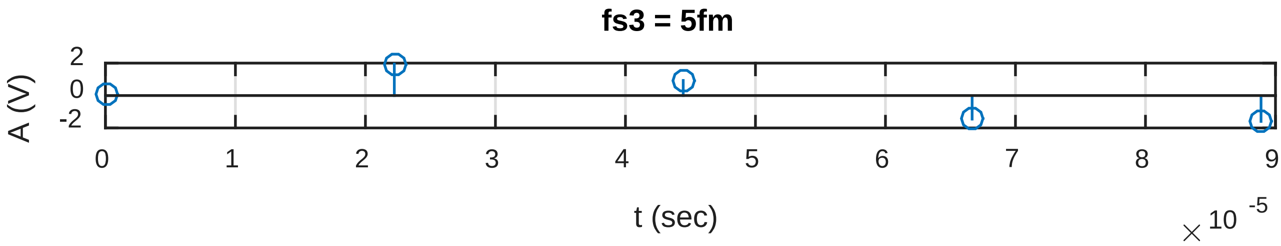
ii) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s2} = 80f_m$,



iii)Δείγματα σε κοινό διάγραμμα



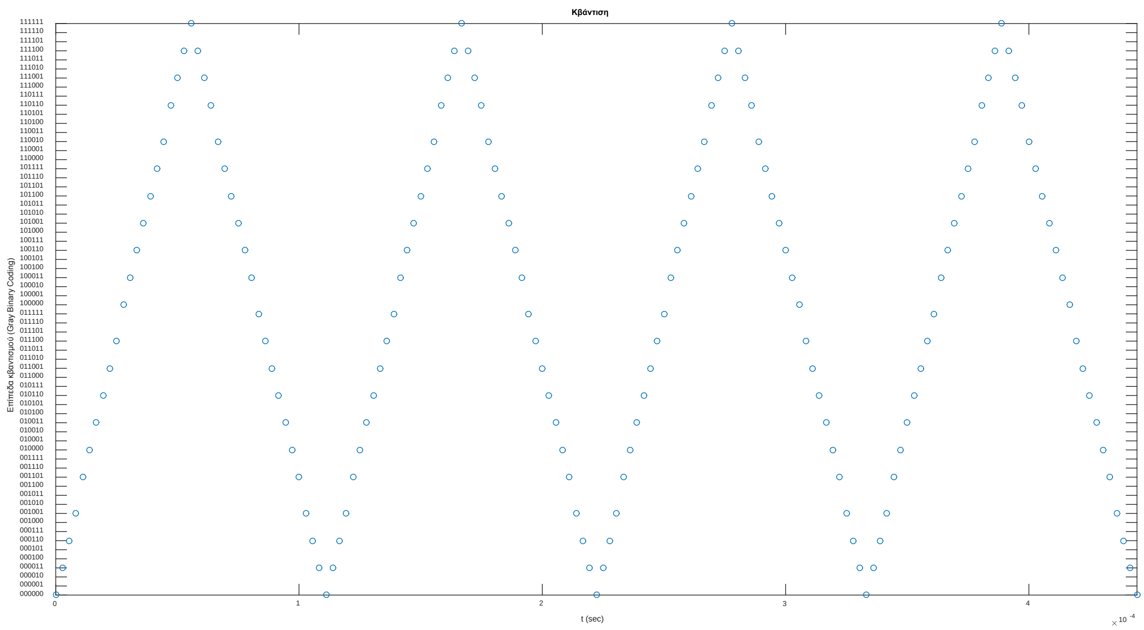
β) Δείγματα μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα $f_{s3} = 5f_m$.



Εδώ fmin=fNyq=2*f=2*fm+Λ=18+1 kHz=19kHz.

2ο Ερώτημα)
Στο 2^{ο} ερώτημα θα μελετήσουμε τον κβαντισμό ενός σήματος τριγωνικής μορφής και τη μετάδοση των bits των κβαντισμένων δειγμάτων.

α) Παίρνουμε το y1 με fs1=40*9kHz ως είσοδο σε mid riser ομοιόμορφο κβαντιστή των R=6 bits.
Η έξοδος του θα είναι: y_q=Q(|y1/Q|+1/2), με Q=2A/(2^R-1) το βήμα κβάντισης και [χ]=max{mEZ|m<=x} η συνάρτηση κατωφλιού.
Παρακάτω απεικονίζεται γραφικά η έξοδος του κβαντιστή:



Στον y-άξονα δεν φαίνεται ξεκάθαρα ,αλλά έχουμε τα 64-δυαδικά επίπεδα κβαντισμού κωδικοποίησης Gray.

β. *Σφάλμα κβαντισμού (quantization error)* είναι η διαφορά της πραγματικής τιμής του δείγματος από την τιμή που τελικά κωδικοποιείται. Η διαφορά αυτή εισάγει παραμόρφωση στο κβαντισμένο σήμα. Η παραμόρφωση αυτή είναι τόσο πιο μικρή όσο περισσότερες στάθμες κβαντισμού υπάρχουν.
(i) Τυπική απόκλιση του σφάλματος κβάντισης για τα 10 πρώτα δείγματα:

```
s10 =

    0.0171
```

(ii) Τυπική απόκλιση του σφάλματος κβάντισης για τα 20 πρώτα δείγματα:

```
s20 =

    0.0188
```

(iii) *Σηματοθορυβικό λόγο* ονομάζουμε το λόγο της τιμής του σήματος προς τη τιμή των ανεπιθύμητων παρεμβολών που επενεργούν στο σήμα (θόρυβος). Το σφάλμα κβαντισμού θεωρείται μια τέτοια παρεμβολή.
SNR κβάντισης σε dB για την περίπτωση (i):

```
SNR1 =

   30.9601
```

SNR κβάντισης σε dB για την περίπτωση (ii):

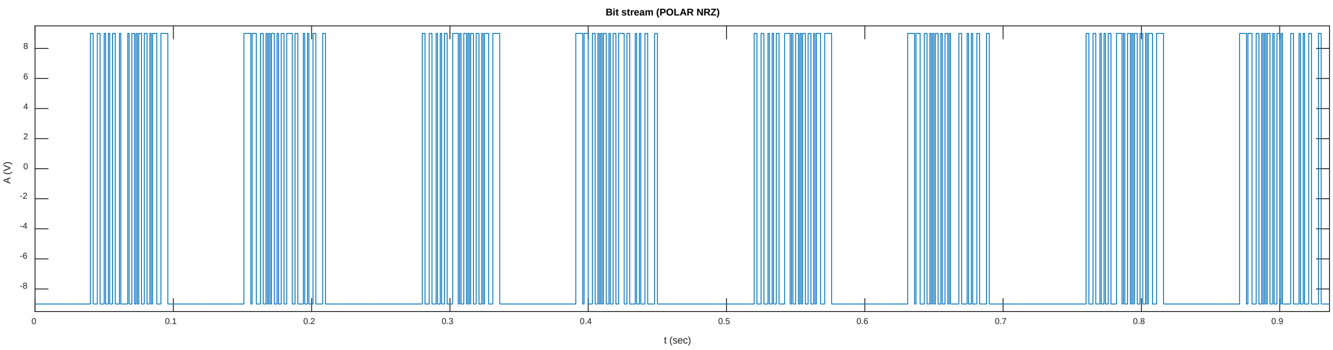
```
SNR2 =

   35.9868
```

Υπολογίζουμε θεωρητικά το SNR ως εξής:
SNR(dB)=6.02*R+1.76 = 6.02 * 6 + 1.76 = 37.88 dB.

Παρατηρούμε ότι η θεωρητική τιμή είναι αρκετά κοντά με τις τιμές όπως προέκυψαν στο Matlab. Οι μικρές, ωστόσο, διαφορές οφείλονται στο γεγονός ότι στο Matlab επιλέχθηκε πεπερασμένος αριθμός δειγμάτων για τον υπολογισμό του SNR (10 και 20 δείγματα). Παρατηρείται, μάλιστα, ότι η θεωρητική τιμή είναι πιο κοντά στην τιμή που υπολογίστηκε στο Matlab για τα 20 δείγματα, καθώς πρόκειται για περισσότερο αντιπροσωπευτικό αριθμό δειγμάτων.

γ. **Κωδικοποίηση γραμμής POLAR NRZ:**
Η μη επιστροφή στο μηδέν [nonreturn-to-zero(NRZ)] δηλώνει ότι ο παλμός δεν επιστρέφει απαραίτητα στο ουδέτερο επίπεδο πριν από το τέλος του bit. Σ' αυτόν τον κώδικα γραμμής, τα σύμβολα 1 και 0 αναπαρίστανται με την εκπομπή παλμών πλάτους +A και -A αντίστοιχα *(στη συγκεκριμένη περίπτωση +9 Volts και -9 Volts)*. Η διάρκεια κάθε bit είναι 1msec.



3ο Ερώτημα)

Στο 3^{o} ερώτημα θα μελετήσουμε την AM διαμόρφωση ενός ημιτονικού σήματος και την αποδιαμόρφωση αυτού.

α)έχουμε για φερόν κύμα το z(t) με fs2=110*9kHz.

Φέρον κύμα: $z(t) = Asin(2\pi f_{m} t)$,A=1,fm=9kHZ

Σήμα πληροφορίας: $m(t) = \sin(2\pi 35 t)$

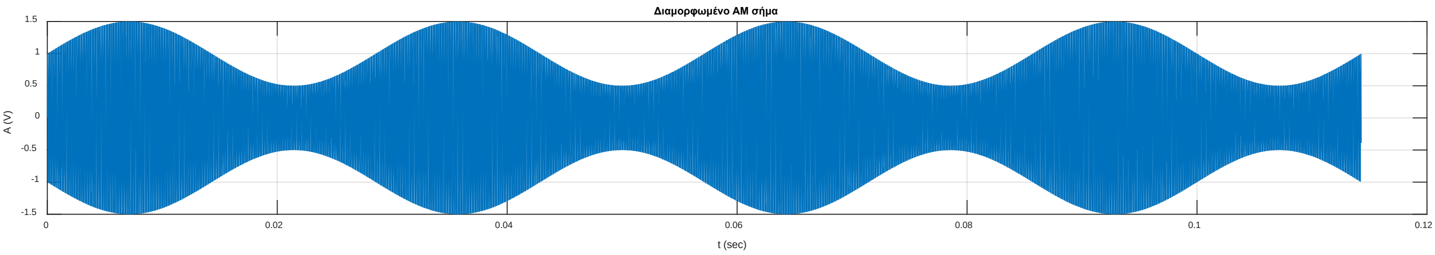
Δείκτης διαμόρφωσης: $k_a = 0.5$

Η διαμόρφωση πλάτους AM ορίζεται ως η διαδικασία κατά την οποία το πλάτος του φέροντος κύματος μεταβάλλεται γραμμικά γύρω από μία μέση τιμή, με το σήμα πληροφορίας $m(t)$. Η διαμορφωμένη κατά πλάτος (AM) κυματομορφή μπορεί έτσι να περιγραφεί, στην πιο γενική μορφή της, ως συνάρτηση χρόνου όπως παρακάτω:

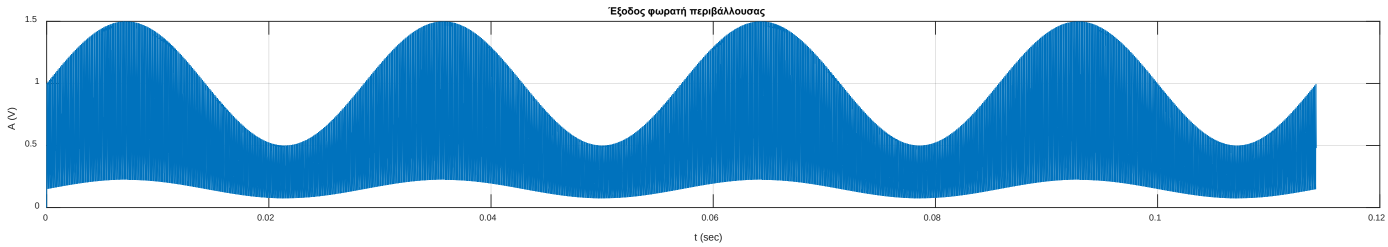
$s(t) = A*[1 + k_a m(t)]\sin(2\pi f_m t)$.

Η διαμόρφωση μετατοπίζει το φάσμα του m(t) γύρω από την fm του φέροντος.

Απεικονίζεται παρακάτω το διαμορφωμένο σήμα για 4 περιόδους



Β)Η διαδικασία της αποδιαμόρφωσης (demodulation) χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του αρχικού σήματος διαμόρφωσης από το εισερχόμενο διαμορφωμένο σήμα. Ένας *φωρατής περιβάλλουσας* αποτελείται από μία δίοδο και ένα φίλτρο αντίστασης - πυκνωτή (RC). Η λειτουργία αυτού του φωρατή περιβάλλουσας είναι η εξής: Κατά το θετικό μισό μίας περιόδου του σήματος εισόδου *(στη δική μας περίπτωση s)*, η δίοδος είναι ορθά πολωμένη και ο πυκνωτής C φορτίζεται γρήγορα στη μέγιστη τιμή του σήματος. Όταν το σήμα εισόδου πέφτει κάτω από τη μέγιστη τιμή του, η δίοδος γίνεται ανάστροφα πολωμένη (δεν άγει) και ο πυκνωτής C εκφορτίζεται αργά μέσω της αντίστασης φορτίου R. Η διαδικασία εκφόρτισης συνεχίζεται μέχρι το θετικό μισό της επόμενης περιόδου του σήματος. Όταν το σήμα εισόδου γίνει μεγαλύτερο από την τάση στα άκρα του πυκνωτή, η δίοδος άγει και πάλι, και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Το αποτέλεσμα είναι η έξοδος του φωρατή να είναι σχεδόν ίδια με την περιβάλλουσα της κυματομορφής AM.



Ωστόσο, η έξοδος του φωρατή *(στη δική μας περίπτωση V_c)* περιέχει ένα ποσοστό Κυμάτωσης(DC). Αυτή η κυμάτωση καταργείται με ένα FiR βαθυπερατό φίλτρο. Έτσι, το τελικά προκύπτον σήμα συμπίπτει με το αρχικό σήμα πληροφορίας m(t) πριν τη διαμόρφωση.