

## **ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΧΩΡΙΣ ΦΕΡΟΝ (AM DSB-SC)**

Ομάδα:

Υποομάδα:

Ημερομηνία εκτέλεσης άσκησης:

Ημερομηνία παράδοσης άσκησης:

α/α	Ονοματεπώνυμο Σπουδαστών	ΑΜ	Βαθμολογία
1			
2			
3			

**Σημείωση:** Αποθηκεύστε το παρόν αρχείο σε μορφή .doc, .docx ή .odt στην περιοχή σας με όνομα: Επίθετο1\_Επίθετο2\_Επίθετο3.doc (docx ή odt), όπου ΕπίθετοX είναι τα επίθετα των παρόντων της ομάδας. Στην συνέχεια κατά την διάρκεια της άσκησης θα συμπληρώσετε το παρόν αρχείο όπου απαιτείται και θα το παραδώσετε σε ηλεκτρονική μορφή στον εισηγητή. Όπου ζητείται να επικολληθεί κάποιο σχήμα θα κάνετε ενεργό το παράθυρο του σχήματος αυτού και με χρήση των πλήκτρων Alt+PrtScreen θα το μεταφέρετε στο Clipboard. Το σχήμα στην συνέχεια θα το επικολλάτε στην κατάλληλη θέση απλά με Paste (η Ctrl+V).

### **Περιεχόμενα άσκησης**

1. Σκοπός της άσκησης.....1
2. Σύντομη εισαγωγή.....2
3. Διαμόρφωση διπλής πλευρικής ζώνης με ένα σήμα πληροφορίας.....4
4. Διαμόρφωση διπλής πλευρικής ζώνης με δύο σήματα πληροφορίας.....6

## **1. Σκοπός της άσκησης**

Σκοπός της άσκησης είναι η προσομοίωση της διαμόρφωσης διπλής πλευρικής ζώνης χωρίς φέρον με χρήση του Python. Στην παρούσα άσκηση θα μελετηθεί η διαμόρφωση διπλής πλευρικής ζώνης (Double Side Band – DSB) χωρίς φέρον (Suppressed Carrier – SC). Συνήθως αυτός ο τύπος διαμόρφωσης αναφέρεται ως AM DSB-SC.

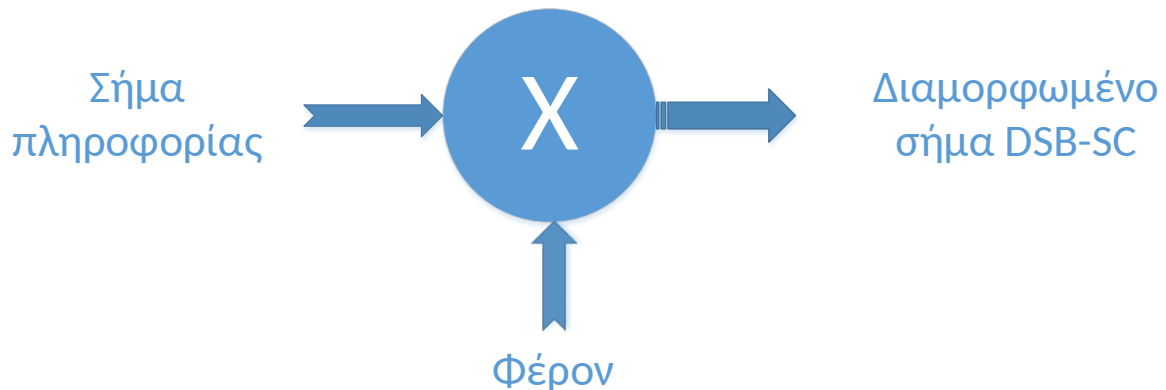
Με την ολοκλήρωση της άσκησης ο σπουδαστής θα έχει κατανοήσει τα βασικά χαρακτηριστικά των AM DSB-SC διαμορφωμένων σημάτων, στο πεδίο του χρόνου και της συχνότητας.

Για το θεωρητικό υπόβαθρο της άσκησης ο φοιτητής παραπέμπεται στις σημειώσεις που έχουν αναρτηθεί στο e-class για την θεωρία και το εργαστήριο του μαθήματος.

## 2. Σύντομη εισαγωγή

Διαμόρφωση διπλής πλευρικής ζώνης χωρίς φέρον (Double Side Band Suppressed Carrier ή DSB-SC Modulation) καλείται η διαμόρφωση η οποία προκύπτει από απλό πολλαπλασιασμό του σήματος πληροφορίας με το φέρον σήμα όπως εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:

Σχήμα 1: Διαδικασία AM DSB-SC διαμόρφωσης



Στην απλή περίπτωση που έχουμε συνημιτονικό φέρον της μορφής:

$$s_c(t) = A_c \cos(\omega_c t) \quad \text{όπου } \omega_c = 2\pi f_c$$

το οποίο διαμορφώνεται από ένα συνημιτονοειδές σήμα πληροφορίας της μορφής:

$$s_m(t) = A_m \cos(\omega_m t) \quad \text{όπου } \omega_m = 2\pi f_m$$

τότε, το διαμορφωμένο σήμα είναι απλά το γινόμενο των δύο παραπάνω σημάτων:

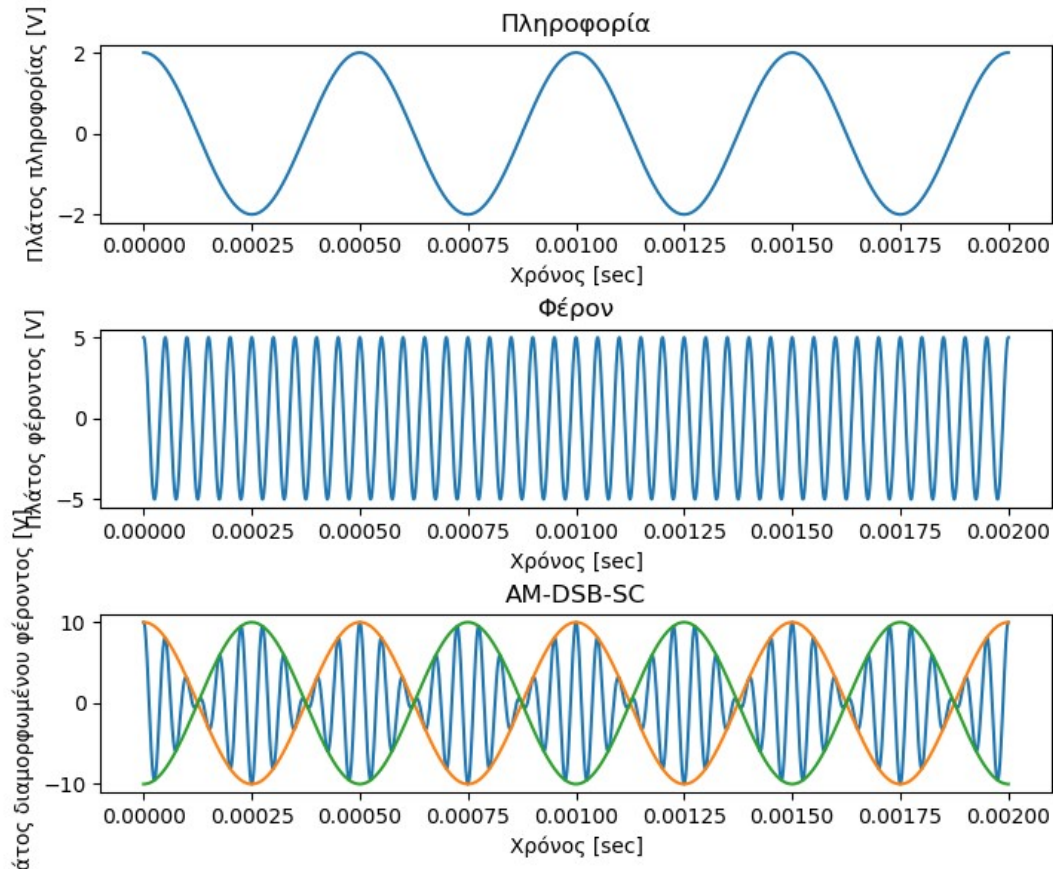
$$\begin{aligned} AM - DSB - SC(t) &= A_c \cos(\omega_c t) A_m \cos(\omega_m t) \\ &= \underbrace{\frac{A_m A_c}{2} \cos[(\omega_c + \omega_m)t]}_{USB} + \underbrace{\frac{A_m A_c}{2} \cos[(\omega_c - \omega_m)t]}_{LSB} = \\ &= \underbrace{\frac{A_m A_c}{2} \cos[2\pi(f_c + f_m)t]}_{USB} + \underbrace{\frac{A_m A_c}{2} \cos[2\pi(f_c - f_m)t]}_{LSB} \end{aligned}$$

Όπως παρατηρούμε από την παραπάνω εξίσωση το διαμορφωμένο AM DSB-SC σήμα περιέχει φασματικές συνιστώσες μόνο στις συχνότητες  $f_c + f_m$  και  $f_c - f_m$  (επομένως έχει εύρος ζώνης  $BW = f_c + f_m - (f_c - f_m) = 2f_m$  και δεν περιέχει καθόλου φασματική συνιστώσα στην συχνότητα του φέροντος. Επομένως με AM DSB-SC διαμόρφωση εξοικονομούμε ισχύ σε σχέση με την FULL AM διαμόρφωση εφόσον δεν εκπέμπεται το φέρον, από την άλλη πλευρά όμως αυξάνεται η πολυπλοκότητα του δέκτη για την αποδιαμόρφωση του σήματος.

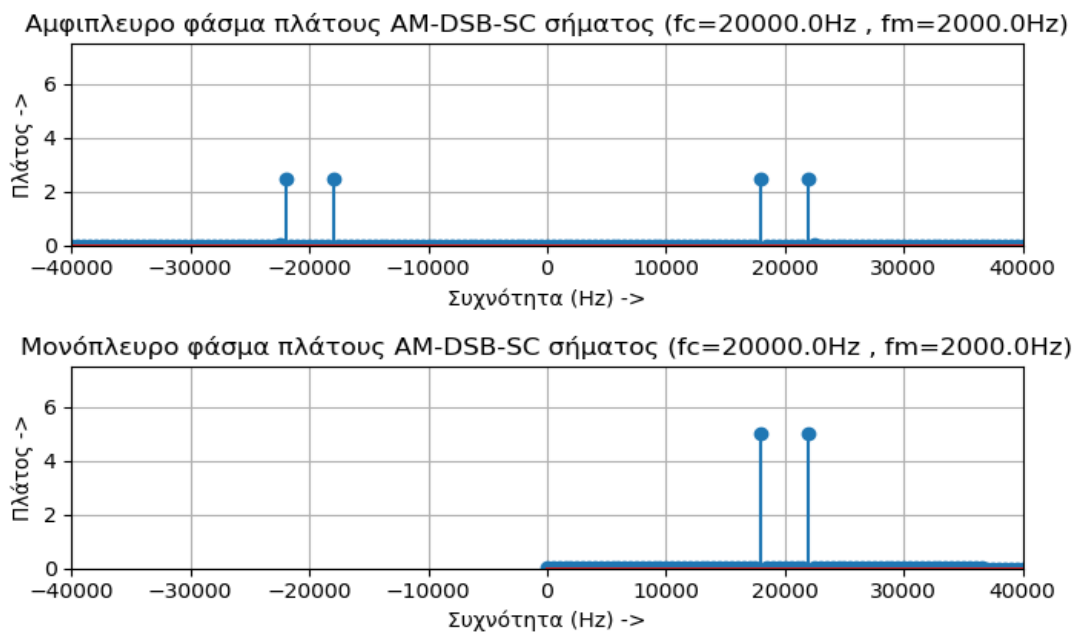
Παράδειγμα με την αναπαράσταση των παραπάνω σημάτων στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο των συχνοτήτων παρουσιάζεται στα σχήματα που ακολουθούν (Για το θεωρητικό υπόβαθρο της άσκησης ο φοιτητής παραπέμπεται στις σημειώσεις που έχουν αναρτηθεί στο e-class για την θεωρία και το εργαστήριο του μαθήματος):

:

**Σχήμα 2: Αναπαράσταση σημάτων στο πεδίο του χρόνου**



**Σχήμα 2: Αναπαράσταση σημάτων στο πεδίο των συχνοτήτων**



### 3. Διαμόρφωση διπλής πλευρικής ζώνης με ένα σήμα πληροφορίας

Χρησιμοποιώντας το Python δημιουργείτε ένα καινούργιο .py αρχείο και αποθηκεύστε το με το όνομα *Askisi\_4\_1\_Surname1\_Surname2\_Surname3.py*. Στην συνέχεια φτιάξτε ένα πρόγραμμα που να κάνει τα παρακάτω:

Θα δημιουργεί και θα σχεδιάζει σε ένα παράθυρο με τρία οριζόντια τμήματα τα σήματα που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1

A/A σήματος	Τύπος	Χαρακτηρισμός σήματος	Πλάτος (V)	Συχνότητα (kHz)	Αρχική φάση
1	Συνημιτονικό	Πληροφορία	$A_m=1$	$f_m=1$	$0^\circ$
2	>>	Φέρον	$A_c=3$	$f_c=10$	$0^\circ$
3	Διαμορφωμένο σήμα διπλής πλευρικής ζώνης χωρίς φέρον με τις περιβάλλουσες του	AM DSB-SC			

Ορίστε κατά τέτοιο τρόπο τον άξονα του χρόνου στα σχήματα σας, ώστε στην αναπαράσταση του σήματος πληροφορίας στο πεδίο του χρόνου να εικονίζονται τρεις πλήρεις περίοδοι του σήματος πληροφορίας (υπενθυμίζεται ότι ισχύει:  $T=1/f$ ). Τα πλάτη και οι συχνότητες του σήματος πληροφορίας και του φέροντος σήματος θα εισάγονται στον κώδικα σας μέσω της συνάρτησης *input*.

1. Ποια είναι η τιμή της συχνότητας δειγματοληψίας και του χρόνου δειγματοληψίας που χρησιμοποιήσατε? *Απάντηση:*

$F_s=$

$T_s=$

2. Επικολλήστε εδώ το αντίστοιχο σχήμα σύμφωνα με τα παραπάνω

3. Δημιουργείστε σε ένα νέο σχήμα το αμφίπλευρο και το μονόπλευρο φάσμα του διαμορφωμένου σήματος και:

Επικολλήστε εδώ το σχήμα με τα δύο φάσματα

Δώστε την περιγραφή του φάσματος του διαμορφωμένου σήματος

4. Απαντήστε στα παρακάτω:

Μέγιστη τιμή πλάτους του διαμορφωμένου σήματος=

Ελάχιστη τιμή πλάτους του διαμορφωμένου σήματος=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς φέροντος=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς πληροφοριακού σήματος=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς AM DSB-SC σήματος=

Απόδοση ισχύος=

Εύρος ζώνης πληροφοριακού σήματος=

Εύρος ζώνης AM DSB-SC σήματος=

#### 4. Διαμόρφωση διπλής πλευρικής ζώνης με δύο σήματα πληροφορίας

Χρησιμοποιώντας το Python δημιουργείτε ένα καινούργιο .py αρχείο και αποθηκεύστε το με το όνομα *Askisi\_4\_2\_Surname1\_Surname2\_Surname3.py*. Στην συνέχεια φτιάξτε ένα πρόγραμμα που να κάνει τα παρακάτω:

Θα δημιουργεί και θα σχεδιάζει σε ένα παράθυρο με τρία οριζόντια τμήματα τα σήματα με A/A 1,2 και 3 που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2

A/A σήματος	Τύπος	Χαρακτηρισμός σήματος	Πλάτος (V)	Συχνότητα (kHz)	Αρχική φάση
1	Συνημιτονικό	Πληροφορία_1	$A_{m1}=1$	$f_{m1}=1$	$0^\circ$
2	Συνημιτονικό	Πληροφορία_2	$A_{m2}=4$	$f_{m2}=2$	$0^\circ$
3	Συνημιτονικό	Φέρον	$A_c=3$	$f_c=10$	$0^\circ$
4	Διαμορφωμένο σήμα διπλής πλευρικής ζώνης χωρίς φέρον (Πληροφορία=Πληροφορία_1+Πληροφορία_2)	AM DSB-SC			

Ορίστε κατά τέτοιο τρόπο τον άξονα του χρόνου στα σχήματα σας, ώστε στην αναπαράσταση του σήματος πληροφορίας (Πληροφορία=Πληροφορία\_1+Πληροφορία\_2) στο πεδίο του χρόνου να εικονίζονται τρεις πλήρεις περίοδοι του σήματος πληροφορίας. Τα πλάτη και οι συχνότητες των σημάτων πληροφορίας και του φέροντος σήματος θα εισάγονται στον κώδικα σας μέσω της συνάρτησης *input*.

5. Ποια είναι η τιμή της συχνότητας δειγματοληψίας και του χρόνου δειγματοληψίας που χρησιμοποιήσατε? *Απάντηση:*

$F_s=$

$T_s=$

6. Επικολλήστε εδώ το αντίστοιχο σχήμα σύμφωνα με τα παραπάνω

Στο ίδιο αρχείο .py προσθέστε κώδικα που να σχεδιάζει σε ένα άλλο σχήμα με δύο οριζόντια τμήματα α) το διαμορφωμένο AM DSB-SC σήμα του πίνακα 1 και β) το διαμορφωμένο AM DSB-SC σήμα του πίνακα 1 μαζί με τις περιβάλλουσες του.

7. Επικολλήστε εδώ το αντίστοιχο σχήμα σύμφωνα με το παραπάνω
8. Συνεχίζοντας τον κώδικα του προγράμματος σας, δημιουργείτε σε ένα νέο σχήμα α) το αμφίπλευρο και β) το μονόπλευρο φάσμα του διαμορφωμένου σήματος, και:

Επικολλήστε εδώ το σχήμα με τα δύο φάσματα

Δώστε την περιγραφή του φάσματος του διαμορφωμένου σήματος

9. Απαντήστε στα παρακάτω:

Μέγιστη τιμή πλάτους του διαμορφωμένου σήματος=

Ελάχιστη τιμή πλάτους του διαμορφωμένου σήματος=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς φέροντος=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς του σήματος Πληροφορία\_1=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς του σήματος Πληροφορία\_2=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς Πληροφορίας=

Μέση κανονικοποιημένη ισχύς AM DSB-SC σήματος=

Απόδοση ισχύος=

Εύρος ζώνης πληροφοριακού σήματος=

Εύρος ζώνης AM DSB-SC σήματος=

10. Θα αλλάξει τίποτα στο φάσμα πλάτους αν τα σήματα Πληροφορία\_1 και Πληροφορία\_2 γίνουν ημιτονικά?

Δικαιολογήστε την απάντησή σας

11. Περιγράψτε τις αλλαγές στο φάσμα και στην ισχύ του διαμορφωμένου AM-DSB-SC σήματος του πίνακα 2 αν διπλασιαστεί το πλάτος του φέροντος σήματος.

Απάντηση:

- 12. Παραδώστε το παρόν αρχείο (*Surname1\_Surname2\_Surname3.doc* (ή *.docx* ή *.odt*) συμπληρωμένο σε ένα φάκελο συμπιεσμένο (*Surname1\_Surname2\_Surname3.zip*) μαζί με τους κώδικες της άσκησης (*Askisi\_4\_1\_Surname1\_Surname2\_Surname3.py* και *Askisi\_4\_2\_Surname1\_Surname2\_Surname3.py*) που υλοποιήσατε.**