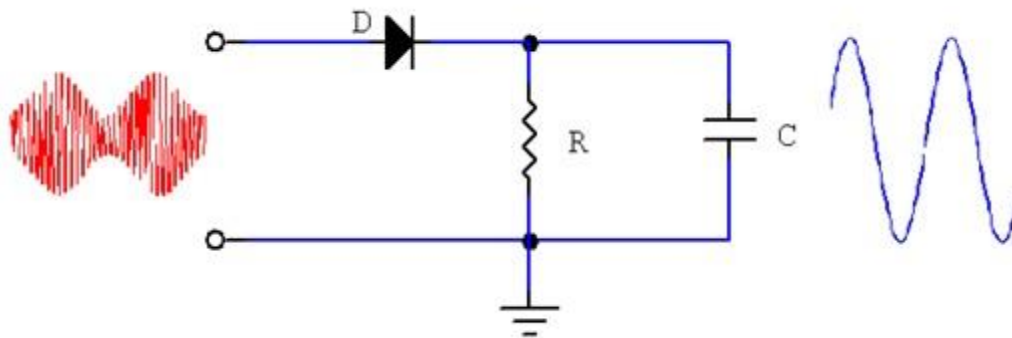


ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Εργαστηριακή Άσκηση #5

*Αποδιαμόρφωση AM SSB-SC διαμορφωμένου σήματος με χρήση της
βαθμίδας Product Detector*



Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς
Επίκουρος Καθηγητής
Βασίλειος Τσακανίκας
Πανεπιστημιακός Υπότροφος

Σεπτέμβριος 2014

Περιεχόμενα

Σκοπός	2
Προσδοκώμενα αποτελέσματα	2
Τι θα χρειαστείτε	2
Έννοιες κλειδιά	2
Εισαγωγικές παρατηρήσεις.....	2
Διαδικασία.....	3
Λίστα ελέγχου γνώσεων.....	8
Γλωσσάρι.....	8
Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη	8

Έκδοση: 1.0

Επιμέλεια φυλλαδίου: Ζαρούχας Θωμάς, Βασίλης Τσακανίκας και
Παρασκευάς Μιχάλης

Σκοπός

Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση εξετάζεται η διαδικασία αποδιαμορφώσης σήματος, το οποίο έχει διαμορφωθεί κατά AM SSB-SC, με τη βοήθεια των boards **IT-4101** (μονάδα εκπομπής) και **IT-4102** (μονάδα λήψης).

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει την παρούσα εργαστηριακή άσκηση, θα μπορείτε να:

- Περιγράφετε τη διαδικασία αποδιαμόρφωσης ενός σήματος
- Χρησιμοποιείτε τον ευθύ και τον αντίστροφο μετασχηματισμό Fourier.
- Απεικονίζετε τα σήματα στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο της συχνότητας.
- Κατονομάζετε τα διακριτά υποσυστήματα του IT-4101 board
- Κατονομάζετε τα διακριτά υποσυστήματα του IT-4102 board
- Χρησιμοποιείτε το IT-4101 board για την προσομοίωση των διαφόρων τεχνικών διαμόρφωσης πλάτους
- Αξιοποιείτε τον παλμογράφο για την απεικόνιση των σημάτων εισόδου και εξόδου
- Πραγματοποιείτε απλές συνδεσμολογίες μεταξύ των επιμέρους τμημάτων του IT-4101 board

Τι θα χρειαστείτε

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Εκπαιδευτικό board IT-4101
- Εκπαιδευτικό board IT-4102
- 2mm patch cords (καλώδια σύνδεσης)
- Παλμογράφο (Cathode Ray Oscilloscope, CRO)

Έννοιες κλειδιά

- Σήμα
- Συχνότητα
- Κυματομορφή
- Διαμόρφωση κατά πλάτος
- Παλμογράφος

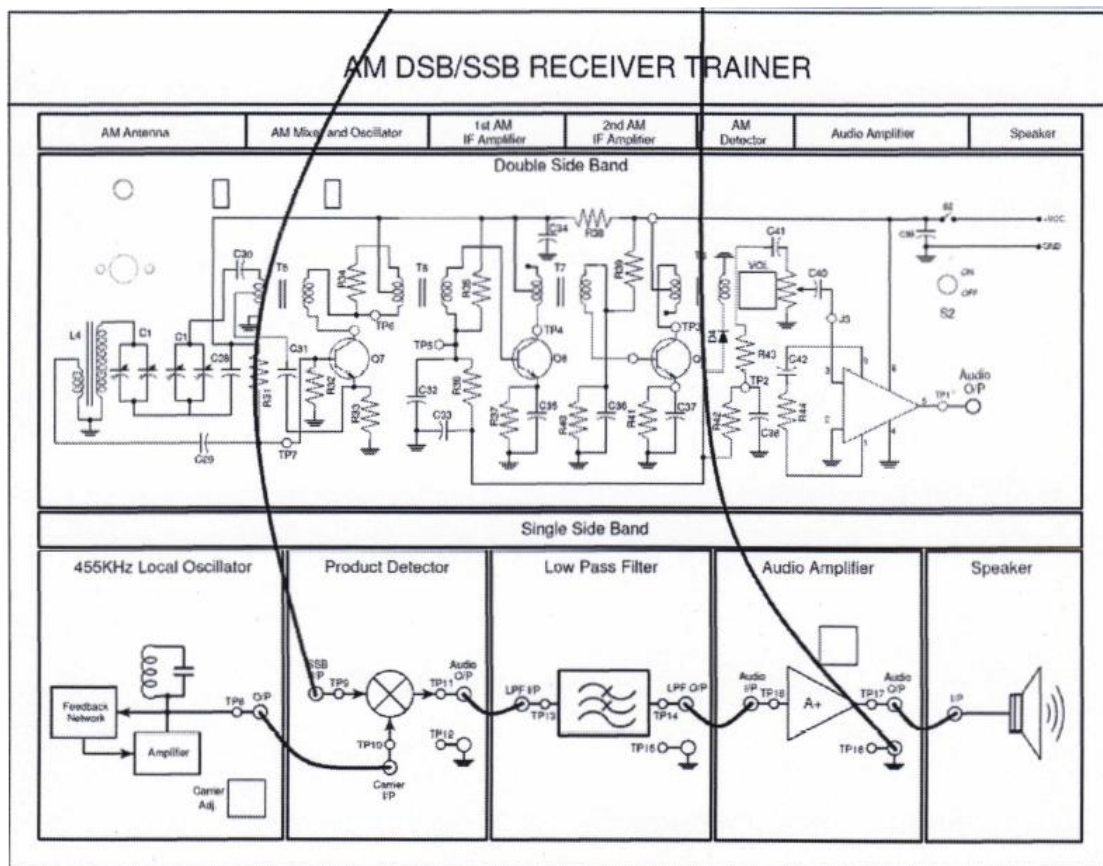
Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Η λήψη και η αποδιαμόρφωση ενός σήματος αποτελεί την αντίστροφη διαδικασία της διαμόρφωσης και της εκπομπής. Συνεπώς, η τηλεπικοινωνιακή αλυσίδα που περιγράφηκε στις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις αντιστρέφεται στην πλευρά του δέκτη μέχρι την ανακατασκευή του ακουστικού σήματος.

Διαδικασία

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρησιμοποιήσουμε ως αναφορά το διάγραμμα της **Εικόνας 1**, όπου παρουσιάζονται τα διακριτά υποσυστήματα των εκπαιδευτικών boards **IT-4101** και **IT-4102** που θα αποτελέσουν τις μονάδες εκπομπής (transmitter module) και λήψης (receiver module) αντίστοιχα. Τα διακριτά υποσυστήματα του **IT-4102 board** (βλ. **Εικόνα 1**) επισημαίνονται ακολούθως (για τα αντίστοιχα του IT-4101 μπορείτε να ανατρέξετε στην **Εργαστηριακή Άσκηση 1**):

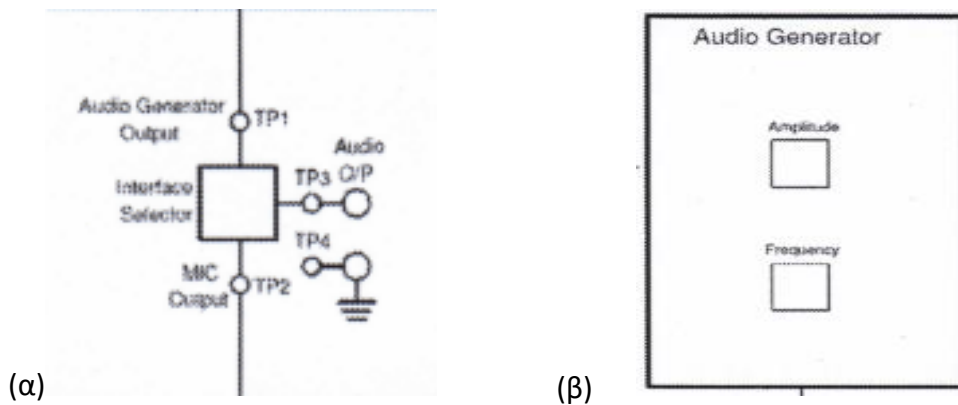
- Τοπικός ταλαντωτής (Local oscillator) σε συχνότητα 455kHz
- Product detector
- Χαμηλοδιαβατό φίλτρο (low pass filter)
- Ενισχυτής ακουστικού σήματος (audio amplifier)
- Γεννήτρια ακουστικού σήματος (audio generator)
- Ηχείο (speaker)



Εικόνα 1 – Σχηματικό διάγραμμα λειτουργικών μονάδων IT-4102 board

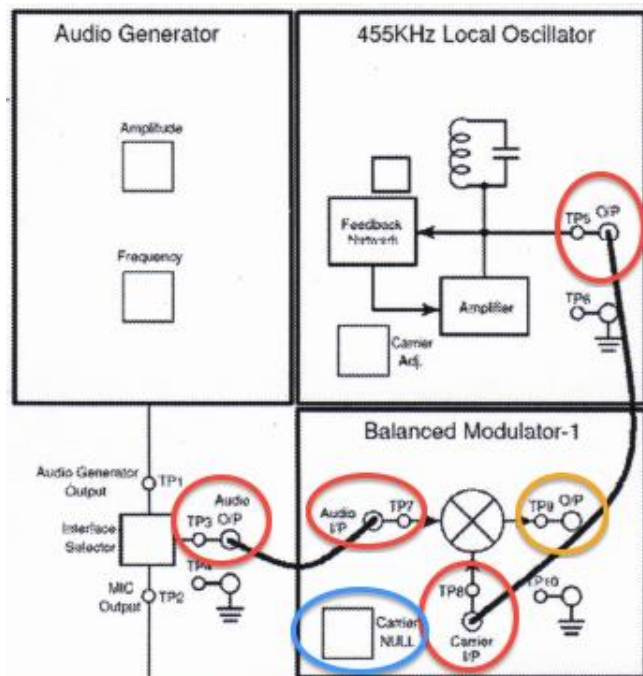
Για την εκτέλεση της άσκησης ακολουθείστε διαδοχικά τα παρακάτω βήματα:

- **Βήμα 1^ο:** Θέσατε σε λειτουργία το **IT-4101 board**.
- **Βήμα 2^ο:** Επιλέξτε με την χρήση του αντίστοιχου διακόπτη την έξοδο της γεννήτριας ακουστικού σήματος (βλ. **Εικόνα 2α**).



Εικόνα 2 – (α) Μονάδα επιλογής σήματος εισόδου, (β) Κομβία καθορισμού συχνότητας και πλάτους στη γεννήτρια ακουστικού σήματος

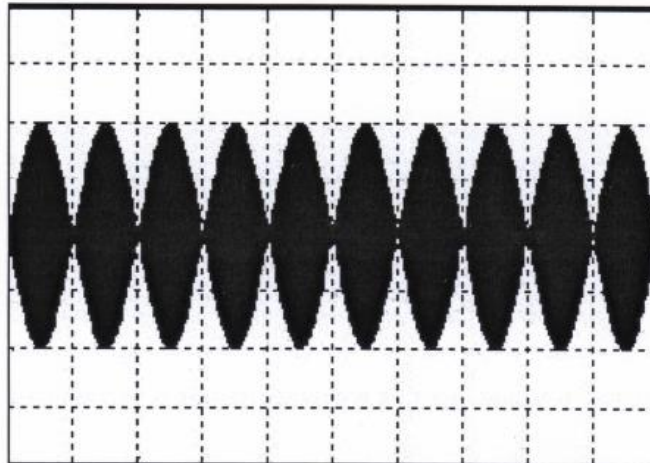
- **Βήμα 3^ο:** Συνδέστε το δέκτη (probe) του παλμογράφου στο σημείο ελέγχου **TP3** (Audio O/P) και δημιουργείστε μια ημιτονοειδή κυματομορφή. Συγκεκριμένα καθορίστε τη συχνότητα στα **2kHz** και το σχετικό πλάτος της κυματομορφής στη **μέγιστη δυνατή τιμή** με χρήση των κομβίων **Frequency** και **Amplitude** αντίστοιχα (βλ. **Εικόνα 2β**).
- **Βήμα 4^ο:** Συνδέστε την έξοδο **TP5** του τοπικού ταλαντωτή (Local Oscillator 455kHz) στη θέση **TP8** του φορέα (I/P στη βαθμίδα Balanced Modulator-1) όπως παρουσιάζεται στην **Εικόνα 3**. Ρυθμίστε κατάλληλα το ποτενσιόμετρο **Carrier Null** έτσι ώστε να προκύψει φορέας (carrier) με ελάχιστο πλάτος.



Εικόνα 3 – Συνδεσμολογία πειραματικής διάταξης της υπό εξέταση διαμόρφωσης

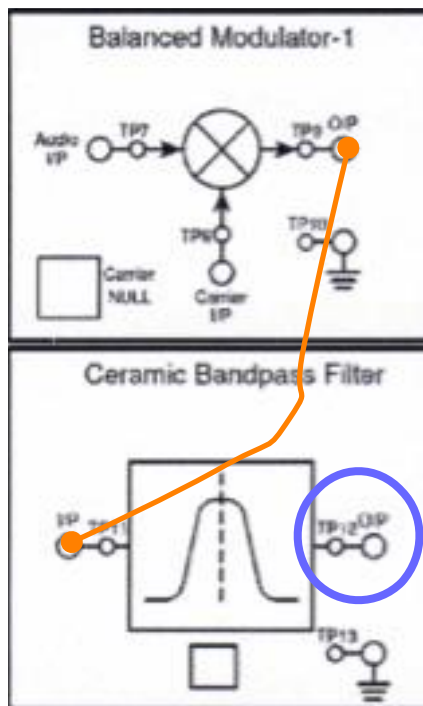
- **Βήμα 5^ο:** Συνδέστε την έξοδο **TP3** (Audio O/P) στην είσοδο **TP7** (Audio I/P στη βαθμίδα Balanced Modulator-1) όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3**.

- **Βήμα 6^ο:** Στη συνέχεια συνδέστε το δέκτη (probe) του παλμογράφου στην έξοδο **TP9** (O/P στη βαθμίδα Balanced Modulator-1) και παρατηρείστε τη διαμόρφωση πλάτους.
- **Βήμα 7^ο:** Μεταβάλλετε τη συχνότητα και το πλάτος του σήματος εισόδου στη γεννήτρια ακουστικού σήματος (βλ. **Βήμα 3**), παρατηρείστε τις μεταβολές της υπό διαμόρφωση κυματομορφής και καταγράψτε τα αποτελέσματα (συγκρίνετε τα αποτελέσματα με την κυματομορφή της **Εικόνας 4**).



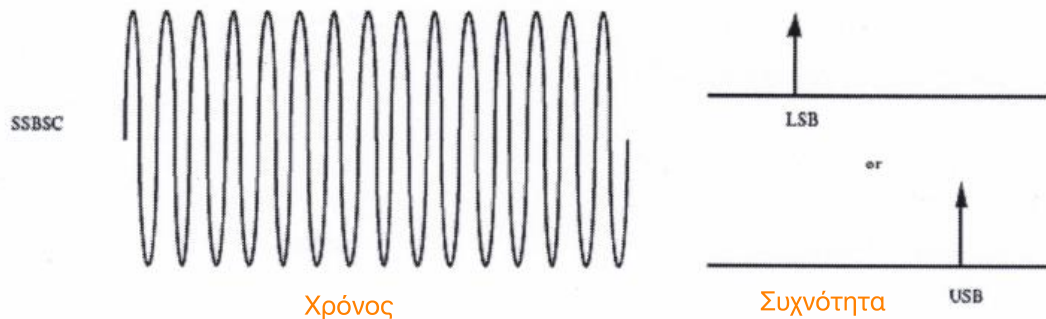
Εικόνα 4 – Ενδεικτικό στιγμιότυπο κυματομορφής

- **Βήμα 8^ο:** Συνδέστε την έξοδο **TP9** (O/P της βαθμίδας Balanced Modulator-1) στην είσοδο **TP11** του ζωνοδιαβατού φίλτρου (I/P της βαθμίδας Ceramic Bandpass Filter) όπως παρουσιάζεται στην **Εικόνα 5**.



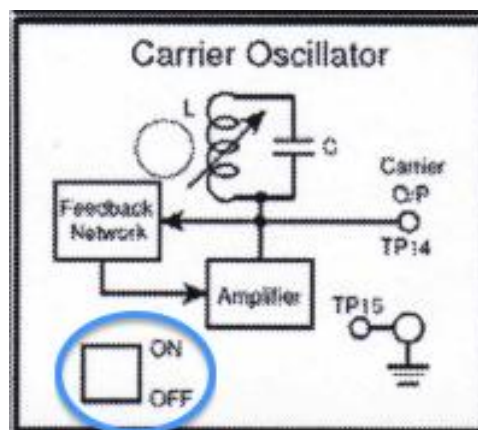
Εικόνα 5 – Σύνδεση της βαθμίδας Balanced Modulator στην είσοδο του ζωνοδιαβατού φίλτρου

Σκιαγραφείστε την έξοδο στο παραπάνω φίλτρο και σχολιάστε τη λειτουργία του. Στη συνέχεια καταγράψτε και ελέγξτε την κυματομορφή εξόδου (θέση **TP12**) με χρήση του παλμογράφου (συγκρίνετε τα αποτελέσματα με την κυματομορφή της **Εικόνας 6**).



Εικόνα 6 - SSB σήμα (πεδίο χρόνου και πεδίο συχνότητας)

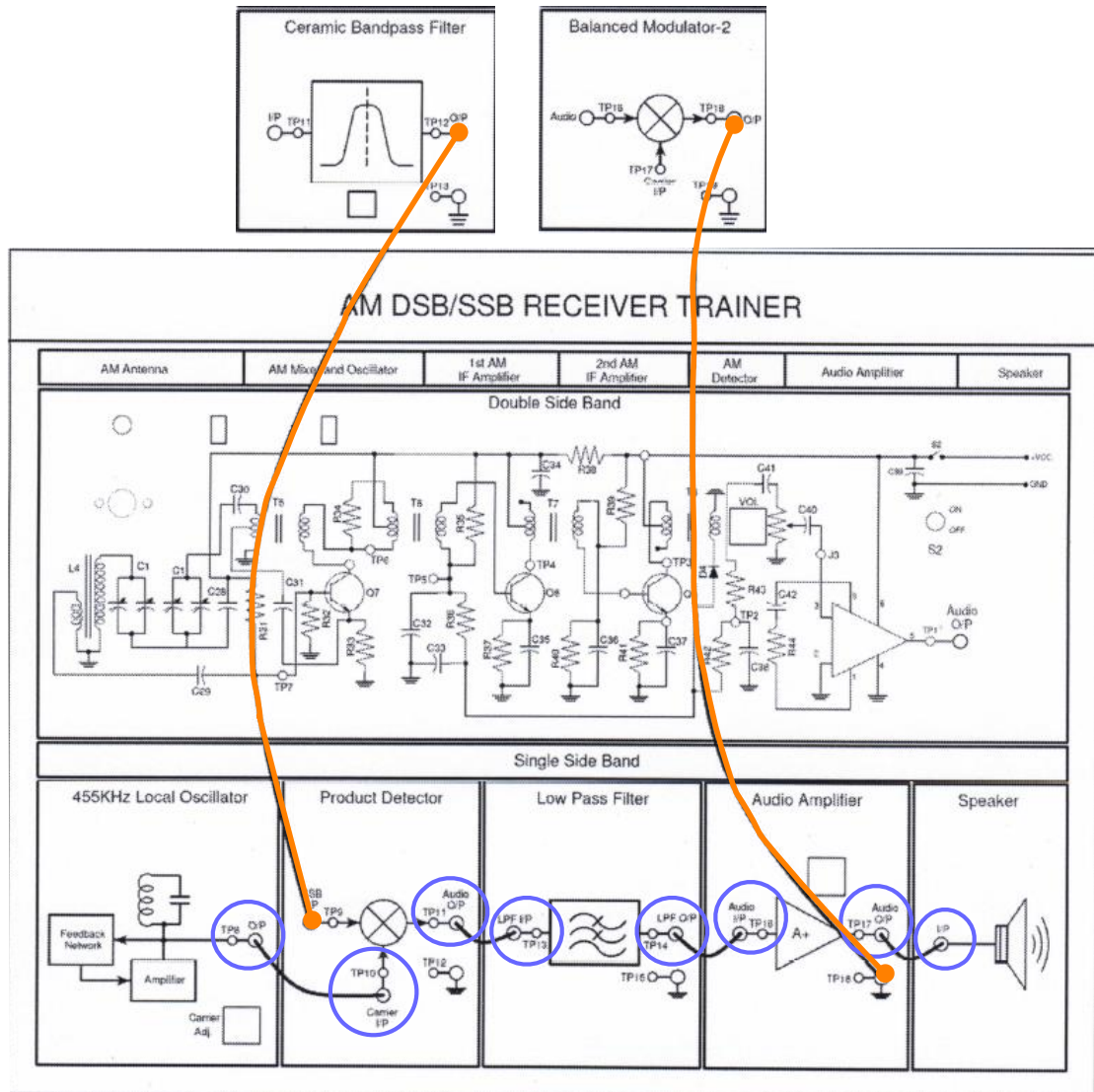
Παρατήρηση: Για την ορθή εκτέλεση του παραπάνω τμήματος της εργαστηριακής άσκησης θέσατε τον διακόπτη της βαθμίδας **Carrier Oscillator/Local Oscillator** στη θέση **OFF** (βλ. **Εικόνα 7**) για την αποφυγή δημιουργίας παραμορφώσεων στα επιμέρους στάδια εξόδου.



Εικόνα 7 – Βαθμίδα Carrier Oscillator στο IT-4101 board

- **Βήμα 9^ο:** Συνδέστε τη γείωση **TP19** (βαθμίδα Balanced Modulator-2) του **IT-4101 board** με τη γείωση **TP18** (βαθμίδα ενίσχυσης ακουστικού σήματος) του **IT-4102 board** όπως παρουσιάζεται στην **Εικόνα 8**.
- **Βήμα 10^ο:** Θέσατε σε λειτουργία το **IT-4102 board**
- **Βήμα 11^ο:** Συνδέστε την έξοδο **TP12** του ζωνοδιαβατού φίλτρου (IT-4101 board) στην είσοδο **TP9** της βαθμίδας **Product Detector** (IT-4102 board).
- **Βήμα 12^ο:** Συνδέστε την έξοδο **TP8** (O/P στη βαθμίδα του τοπικού ταλαντωτή 455kHz) στην είσοδο **TP10** του φορέα της βαθμίδας **Product Detector** (IT-4102 board).
- **Βήμα 13^ο:** Με χρήση του παλμογράφου παρατηρήστε την έξοδο στη θέση **TP11** (Audio O/P στη βαθμίδα Product Detector) και σχολιάστε το

αποτέλεσμα. Στη συνέχεια μεταβάλλετε τη συχνότητα στη γεννήτρια ακουστικού σήματος στο **IT-4101 board** (βλ. **Εικόνα 2**) και παρατηρήστε τις αντίστοιχες μεταβολές της συχνότητας στη θέση εξόδου **TP11** που επισημάνθηκε παραπάνω.



Εικόνα 8 – Συνδεσμολογία υποσυστημάτων μεταξύ του IT-4101 board (transmitter) και IT-4102 board (receiver)

- **Βήμα 14^ο**: Συνδέστε την έξοδο **TP11** (Audio O/P στη βαθμίδα Product Detector) στην είσοδο **TP13** του χαμηλοδιαβατού φίλτρου (IT-4102 board). Παρατηρήστε την έξοδο του συγκεκριμένου φίλτρου. Πως διαφοροποιείται η κυματομορφή του σήματος εξόδου σε σχέση με αυτή του **Βήματος 13**;
- **Βήμα 15^ο**: Συνδέστε την έξοδο **TP14** του χαμηλοδιαβατού φίλτρου στην είσοδο **TP16** του ενισχυτή ακουστικού σήματος (IT-4102 board). Σχολιάστε το αποτέλεσμα στην έξοδο **TP17** του συγκεκριμένου ενισχυτή. Στη συνέχεια συνδέστε την έξοδο TP17 στην είσοδο του ηχείου που παρέχεται στο **IT-4102 board**.

- **Βήμα 16^ο:** Ρυθμίσετε κατάλληλα την ένταση (volume) έτσι ώστε να είναι ακουστό το τονικό σήμα που μεταδίδεται από το **IT-4101 board**. Διαφοροποιείτε τη συχνότητα και το πλάτος του σήματος εισόδου και σχολιάστε το ακουστό αποτέλεσμα. Είναι απαραίτητη η χρήση της βαθμίδας ενίσχυσης; Επαναλάβετε τη διαδικασία παρακάμπτοντας το χαμηλοδιαβατό φίλτρο (**IT-4102 board**) και σχολιάστε το ακουστό αποτέλεσμα.

Λίστα ελέγχου γνώσεων

Αφού ολοκληρώσατε την εκτέλεση της παρούσας εργαστηριακής άσκησης, επιστρέψτε στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγξτε κατά πόσο:

- Έχετε εξοικειωθεί με την έννοια της AM DSB διαμόρφωσης
- Μπορείτε να διακρίνετε τις επιμέρους λειτουργικές μονάδες του IT-4101 board
- Μπορείτε να διακρίνετε τις επιμέρους λειτουργικές μονάδες του IT-4102 board
- Είστε σε θέση να υλοποιείτε συγκεκριμένες συνδεσμολογίες βάσει καθορισμένων προδιαγραφών και παραμέτρων.
- Έχετε κατανοήσει τη χρησιμότητα του χαμηλοδιαβατού φίλτρου στην έξοδο της βαθμίδας Product Detector.

Γλωσσάρι

Σήμα (signal): Οποιαδήποτε ποσότητα (π.χ., φυσική, οικονομική κλπ) η οποία μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου, του χώρου ή οποιασδήποτε άλλης ανεξάρτητης μεταβλητής ή και ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών.

Κυματομορφή (waveform): Απεικόνιση της μεταβολής του στιγμιαίου πλάτους ενός σήματος βάσει της χρονικής του εξέλιξης (πεδίο του χρόνου).

Φίλτρο (filter): Έννοια η οποία μπορεί να θεωρηθεί ταυτόσημη του συστήματος και πρακτικά περιγράφει τη διαδικασία διαμόρφωσης του συχνοτικού περιεχομένου των σημάτων εισόδου με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές και παραμέτρους. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους διακρίνονται σε ολοδιαβατά (all-pass) και φίλτρα επιλογής συχνοτήτων (π.χ., χαμηλοδιαβατά, υψηλοδιαβατά κλπ).

Ενισχυτής ισχύος (power amplifier):

Product detector:

Ηλεκτροακουστικός μετατροπέας: μετατρέπει την ακουστική/ηλεκτρική/μηχανική ενέργεια που παράγεται σε κάποιο υποσύστημα σε κάποια άλλη μορφή.

Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη

[1] Freznel L. E. (1999), *Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες*, Εκδόσεις Τζιόλα

[2] Hsu H. P. (2002), *Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες*, Εκδόσεις Τζιόλα