

ΑΣΚΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Φίλτρο διαχωρισμού συχνοτήτων σε ηχείο 2 δρόμων

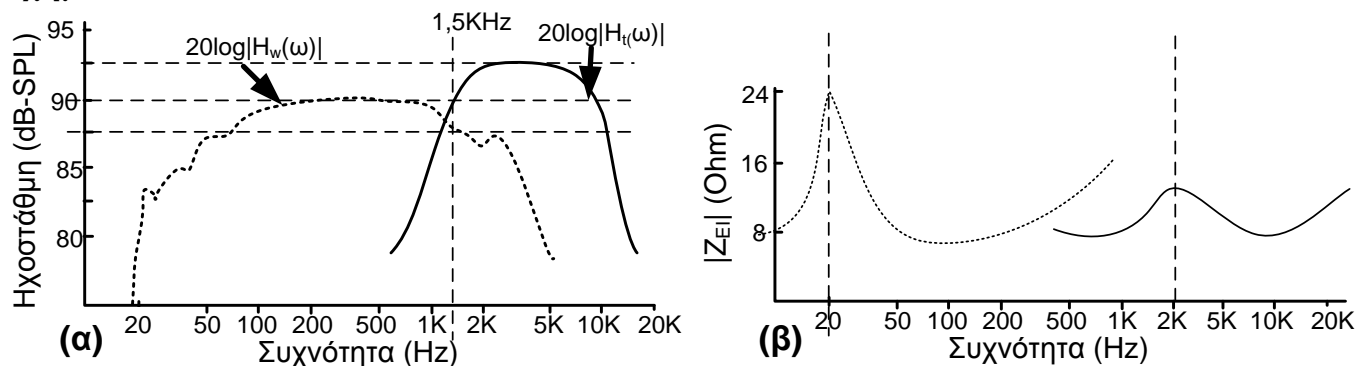
Ηχείο κλειστού τύπου 2 δρόμων, πρόκειται να χρησιμοποιήσει 2 μονάδες μεγαφώνων, των οποίων οι αποκρίσεις $H_w(\omega)$ και $H_t(\omega)$ σαν στάθμη μέτρου φάσματος για ηλεκτρική ισχύ 1 Watt στο 1m, σε ανηχοϊκές συνθήκες και σε άπειρο αποσβεστήρα, δίνονται στο Σχήμα (α), ενώ τα αντίστοιχα μέτρα της εμπέδισής τους, δίνονται στο Σχήμα (β).

Στο ηχείο, θα χρησιμοποιηθεί δικτύωμα διαχωρισμού συχνοτήτων (cross-over), με βρόγχους 2^{ης} τάξης και συχνότητα αποκοπής (-3dB) για τη μονάδα χαμηλών στο 1 KHz και για τη μονάδα υψηλών στα 2 KHz.

Έστω $H_{wc}(\omega)$ περιγράφει την συνάρτηση της απόκρισης του χαμηλοδιαβατού φίλτρου και $H_{tc}(\omega)$, την αντίστοιχη απόκριση του υψηλοδιαβατού φίλτρου.

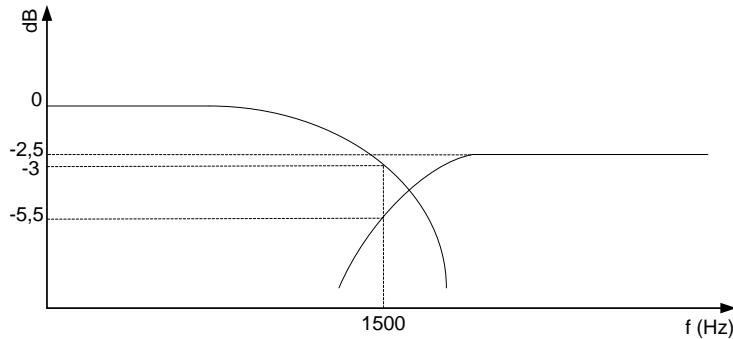
- (α) να σχεδιασθεί η απόκριση (μέτρο φάσματος) του καθενός βρόγχου του δικτύωματος διαχωρισμού συχνοτήτων (cross-over), έτσι ώστε να ισοσταθμίζεται η ευαισθησία των μονάδων στην περιοχή απόκριση τους
- (β) να δοθεί η στάθμη ευαισθησίας της κάθε μονάδας μεγαφώνου (σε συχνότητες 200 Hz και 5 KHz, αντίστοιχα) και να υπολογισθεί η ηχοστάθμη που θα παράγει ανεξάρτητα η κάθε μονάδα μεγαφώνου στη συχνότητα 1,5 KHz, μετά από τη σύνδεση με το cross-over, για τροφοδοσία με ισχύ 1 Watt. Θεωρήστε εκπομπή σε απόσταση 1 m, σε ανηχοϊκές συνθήκες.
- (γ) Αν $H(\omega)$ περιγράφει τη συνολική συνάρτηση απόκρισης συχνότητας του ηχείου στο 1m για τα μεγάφωνα πλήρως συναρμολογημένα και το cross-over σε λειτουργία, να δώσετε την γενική μαθηματική σχέση που συνδέει τις συναρτήσεις $H(\omega)$, $H_w(\omega)$, $H_t(\omega)$, $H_{wc}(\omega)$ και $H_{tc}(\omega)$.
- (δ) Να υπολογισθεί η τιμή της ηχοστάθμης που θα παράγει το ηχείο (όπως περιγράφεται στο (β)), για τη συχνότητα του 1,5 KHz. Θα είναι ικανοποιητική η απόκριση στη συχνότητα αυτή;

Σχήμα



Λύση

(α) Από το Σχήμα 2(α), φαίνεται ότι η στάθμη ευαισθησίας της μονάδας χαμηλών συχνοτήτων είναι στα 90 dB - SPL/W/m, ενώ της μονάδας ψηλών συχνοτήτων είναι στα 92,5 dB - SPL/W/m. Άρα, η απόκριση του βρόγχου ψηλών συχνοτήτων θα πρέπει να εμφανίζει μείωση του κέρδους κατά 2,5 dB, όπως φαίνεται στο Σχήμα.



Σχήμα: ανεξάρτητη απόκριση των 2 φίλτρων του δικτυώματος cross-over

(β) Στη στάθμη των 200 Hz η ευαισθησία είναι 90 dB - SPL/W/m, ενώ στα 5 KHz 92,5 dB - SPL/W/m. Άρα, αρχικά το κέρδος του βρόγχου μεσαίων – ψηλών συχνοτήτων θα πρέπει να είναι -2,5 dB σε σχέση με αυτού των χαμηλών, ενώ και στις 2 περιπτώσεις των βρόγχων, το κέρδος θα είναι -3dB στις αντίστοιχες συχνότητες αποκοπής. Επιπλέον, υποθέτουμε η πτώση για σύστημα 2^{ης} τάξης μεταξύ της συχνότητας αποκοπής (1KHz και 2 KHz αντίστοιχα) μέχρι την ενδιάμεση συχνότητα 1,5 KHz να είναι 6/2 = 3 dB (πλέον της αποκοπής των -3 dB).

Στα 1,5 KHz η ηχοστάθμη που παράγεται από τη μονάδα χαμηλών συχνοτήτων μετά το cross-over είναι:

$$90 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = 84 \text{ dB} - \text{SPL}$$

Αντίστοιχα, η ηχοστάθμη της μονάδας υψηλών συχνοτήτων γίνεται:

$$92,5 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 2,5 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = 84 \text{ dB} - \text{SPL}$$

Άρα και οι 2 ζώνες θα παράγουν ανεξάρτητα στάθμη 84 dB, ενώ συνδυαστικά (κατά προσέγγιση) θα παράγουν 2-πλάσια πίεση, δηλαδή επιπλέον 6 dB των 84 dB, άρα συνολικά 90 dB.

(γ) με δεδομένη την παράλληλη λειτουργία 2 βρόγχων που ο καθένας συνδυάζει 2 ΓΧΑ συστήματα, έχουμε:

$$H(\omega) = H_w(\omega) \cdot H_{cw}(\omega) + H_t(\omega) \cdot H_{ct}(\omega)$$

(δ) όπως υπολογίστηκε στο (β) η συνολική ηχοστάθμη θα προκύπτει από την ταυτόχρονη λειτουργία των 2 βρόγχων που ιδανικά, ο καθένας θα παράγει ανεξάρτητα 84 dB, οπότε (προσεγγιστικά) θα παράγουν συνδυαστικά 90 dB.