

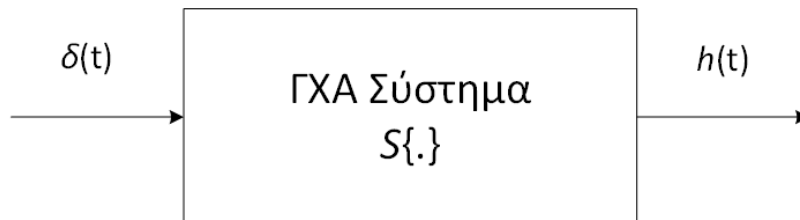
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1. ΘΕΩΡΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ/ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Αρχικά, για την καλύτερη κατανόηση της παρακάτω παραγράφου, ανατρέξτε στη σχετική ύλη του μαθήματος ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

Με βάση το Σχήμα Α1, αν θεωρήσουμε ως είσοδο σε ένα Γραμμικό και Χρονικά Αμετάβλητο (ΓΧΑ) σύστημα τη συνάρτηση $\delta(t)$, τότε η έξοδος του συστήματος είναι η $h(t)$ που αναφέρεται ως **κρουστική απόκριση** (impulse response) και περιγράφει πλήρως τη συμπεριφορά του υπό-εξέταση συστήματος.



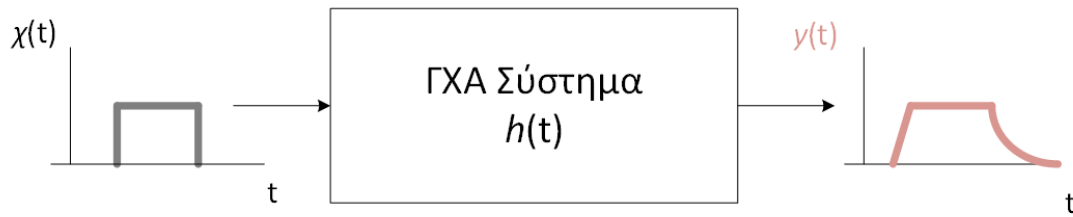
Σχήμα Α1: Απόκριση ενός ΓΧΑ συστήματος για είσοδο τη κρουστική συνάρτηση $\delta(t)$.

Σε οποιοδήποτε ΓΧΑ σύστημα για το οποίο είναι διαθέσιμη η κρουστική του απόκριση $h(t)$, η είσοδος $x(t)$ και η έξοδος $y(t)$ συνδέονται με την σχέση της συνέλιξης:

$$y(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} h(\tau) \cdot x(t - \tau) d\tau, \quad \text{ή ισοδύναμα} \quad y(t) = x(t) * h(t) \quad (\text{A1})$$

Η εξίσωση περιγράφει το συνελκτικό ολοκλήρωμα ή απλά τη συνέλιξη (convolution) των σημάτων συνεχούς χρόνου $x(t)$, $h(t)$

Απλά, η έννοια της παραπάνω σχέσης γίνεται ευκολότερα κατανοητή αν θυμηθούμε ότι ο εν γένει υπολογισμός ενός ολοκληρώματος αντιστοιχεί στον τυπικό προσδιορισμό ενός εμβαδού. Συνεπώς, εξίσωση αντιστοιχεί στον υπολογισμό του εμβαδού της κοινής επιφάνειας του γινομένου των σημάτων $x(\tau)$ και $h(t - \tau)$ σε συγκεκριμένα χρονικά στιγμιότυπα.



Σχήμα Α2: Μορφοποίηση της εισόδου $x(t)$ στην έξοδο $y(t)$ με βάση τη συνάρτηση $h(t)$ σε ένα υποθετικό ΓΧΑ σύστημα, μέσω της πράξης της συνέλιξης.

Οπότε, απλοϊκά, μπορούμε να θεωρήσουμε την πράξη της συνέλιξης ως μια διαδικασία μορφοποίησης – φιλτραρίσματος (**Σχήμα Α2**) κατά την οποία το σήμα εισόδου $x(t)$ μετασχηματίζεται στο σήμα εξόδου $y(t)$ από τη συνάρτηση $h(t)$, τα χαρακτηριστικά της οποίας περιγράφουν το εκάστοτε σύστημα, εδώ την όποια Ηλεκτροακουστική ή ακουστική διάταξη που συμπεριφέρεται ως ΓΧΑ σύστημα. Οπότε η διαδικασία της μορφοποίησης εισάγει την έννοια του φίλτρου, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ταυτόσημη με αυτή του συστήματος.

Για την έως τώρα ανάλυση, η αναφορά των σημάτων και συστημάτων πραγματοποιήθηκε ως συνάρτηση της ανεξάρτητης χρονικής μεταβλητής t , δηλαδή στο πεδίο του συνεχούς χρόνου. Μια εναλλακτική περιγραφή είναι αυτή στο πεδίο της συχνότητας, η οποία παρέχει μια σαφή εικόνα για τις συχνότητες που περιέχει ένα σήμα ή την περιοχή συχνοτήτων που λειτουργεί ένα υπό-εξέταση σύστημα και επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων μαθηματικών μετασχηματισμών όπως είναι ο μετασχηματισμός Fourier και συμβολικά μπορεί να αποδοθεί από την ακόλουθη έκφραση

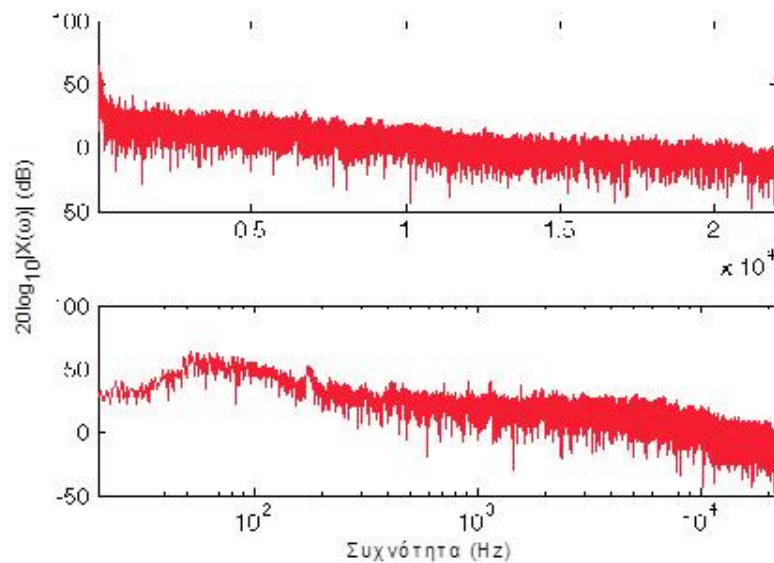
$$x(t) \xleftrightarrow{F} X(\omega), \text{ ή ισοδύναμα αφού } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \quad x(t) \xleftrightarrow{F} X(f) \quad (\text{A2})$$

Οι παραπάνω σχέσεις υπονοούν το ζεύγος μετασχηματισμού Fourier και ουσιαστικά εξασφαλίζουν τη μετάβαση από το πεδίο του χρόνου (π.χ. $x(t)$) στο πεδίο της συχνότητας (π.χ. $X(\omega)$ ή $X(f)$) και το αντίστροφο. Ο μετασχηματισμός Fourier $X(\omega)$ ενός σήματος $x(t)$, αποτελεί μια εν γένει μιγαδική αναπαράσταση η οποία μπορεί να εκφραστεί ως συνάρτηση του μέτρου $|X(\omega)|$ και της φάσης $\varphi(\omega)$ με βάση την ακόλουθη σχέση

$$X(\omega) = |X(\omega)| \cdot e^{j\varphi(\omega)} \quad (\text{A3})$$

Η παραπάνω σχέση αναφέρεται συνήθως ως φάσμα (spectrum) του σήματος, ενώ οι παράμετροι $|X(\omega)|$ και $\varphi(\omega)$ ως φάσμα πλάτους (magnitude spectrum) και φάσμα φάσης (phase spectrum) αντίστοιχα. Η γραφική απεικόνιση των συναρτήσεων αυτών είναι σημαντική για την ανάλυση των σημάτων και την κατανόηση της συμπεριφοράς των συστημάτων και αναφέρονται συνήθως ως *Διαγράμματα Πλάτους* και *Διαγράμματα Φάσης*. Μια χρήσιμη γραφική αναπαράσταση είναι το λογαριθμικό διάγραμμα του πλάτους, εκφραζόμενο ως $20 \cdot \log_{10} |X(\omega)|$ συναρτήσει της συχνότητας ω , δηλαδή η λογαριθμική κλίμακα του πλάτους σε decibel (dB). Επεκτείνοντας την παραπάνω

λογαριθμική προσέγγιση, μια συνήθης πρακτική είναι η αναπαράσταση των συχνοτήτων (άξονας-x στο **Σχήμα A3**) σε λογαριθμική κλίμακα, οπότε προκύπτει μια διπλή λογαριθμική απεικόνιση του υπό-εξέτασης σήματος (ή συστήματος) στους δυο άξονες. Στο **Σχήμα A3** παρουσιάζονται οι τυπικές απεικονίσεις του λογαριθμικού διαγράμματος του πλάτους σε γραμμικό και λογαριθμικό άξονα των συχνοτήτων για ένα σήμα μουσικής. Μια προσεκτική παρατήρηση των 2 εναλλακτικών απεικονίσεων δείχνει ότι στο λογαριθμικό/λογαριθμικό διάγραμμα, υπάρχει πολύ ευκρινέστερη η ανάλυση του φάσματος στις χαμηλότερες συχνότητες, π.χ. γύρω από τα 100 Hz. Αυτό μας είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, αφού μάλιστα η αντίληψη της ακρόασης του σήματος, ακολουθεί μια ανάλογη διαβάθμιση στην σημασία και την ευκρίνεια στις συχνότητες.



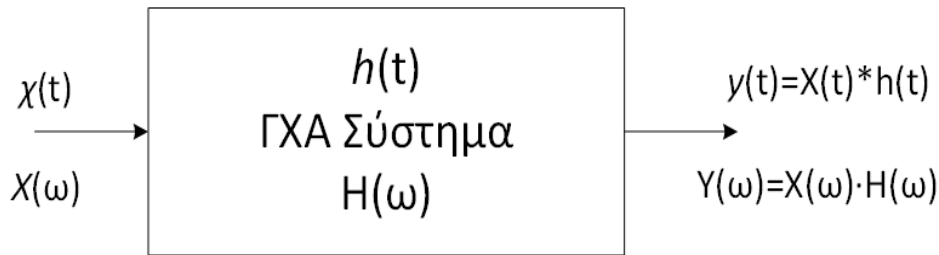
Σχήμα A3: Τυπική απεικόνιση του λογαριθμικού διαγράμματος του πλάτους σε γραμμικό (επάνω γράφημα) και λογαριθμικό άξονα των συχνοτήτων για σήμα μουσικής.

Με βάση την εναλλακτική περιγραφή των σημάτων στο πεδίο της συχνότητας, μια αντίστοιχη προσέγγιση μπορεί να υιοθετηθεί και στην περίπτωση των συστημάτων. Συνεπώς, αν θεωρήσουμε το γραμμικά χρονικά αναλλοίωτο (ΓΧΑ) σύστημα για το οποίο η σχέση εισόδου-εξόδου στο πεδίο του χρόνου προσδιορίζεται από την εξίσωση (A1), τότε μια αντίστοιχη έκφραση στο πεδίο της συχνότητας δίνεται από την ακόλουθη έκφραση

$$Y(\omega) = X(\omega) \cdot H(\omega) \quad (\text{A4})$$

όπου $Y(\omega)$, $X(\omega)$ και $H(\omega)$ είναι οι μετασχηματισμοί Fourier των σημάτων $y(t)$, $x(t)$ και $h(t)$ αντίστοιχα. Η παραπάνω εξίσωση προέκυψε από την αντίστοιχη της συνέλιξης λαμβάνοντας υπόψη μια βασική ιδιότητα του μετασχηματισμού Fourier, σύμφωνα με την οποία ο μετασχηματισμός Fourier της συνέλιξης δύο σημάτων ισούται με το γινόμενο των επιμέρους μετασχηματισμών Fourier των δυο σημάτων (βλ. **Σήματα και Συστήματα**). Το συγκριτικό πλεονέκτημα της σχέσης στο πεδίο συχνότητας σε σχέση με την συνέλιξη στο πεδίο του χρόνου είναι ότι υλοποιείται πιο γρήγορα σε τυπικά υπολογιστικά συστήματα, με αποτέλεσμα η πράξη της συνέλιξης σε διάφορες εφαρμογές (π.χ.,

επεξεργασία ηχητικών δεδομένων, ισοστάθμιση, ακουστική ανάλυση χώρων ακρόασης κλπ), να υλοποιείται ισοδύναμα στο πεδίο της συχνότητας.



Σχήμα A4: Σχέση εισόδων-εξόδων στα πεδία χρόνου και συχνότητας σε ένα τυπικό ΓΧΑ σύστημα.

Από την εξίσωση (A4), προκύπτει:

$$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)} \quad (\text{A5})$$

με τη συνάρτηση $H(\omega)$ να αποτελεί την **απόκριση συχνότητας** (frequency response) του ΓΧΑ συστήματος. Με βάση την εξίσωση A3 απόκριση συχνότητας μπορεί να αναπαρασταθεί ως:

$$H(\omega) = |H(\omega)| * e^{j\phi_h(\omega)} \quad (\text{A6})$$

όπου σε πλήρη αντιστοιχία με την ανάλυση που προηγήθηκε, $|H(\omega)|$ είναι η απόκριση πλάτους (magnitude response) και $\phi_h(\omega)$ η απόκριση φάσης (phase response) του συστήματος. Η απόκριση συχνότητας $H(\omega)$ είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ανάλυση των ΓΧΑ συστημάτων και προσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο το υπό εξέταση σύστημα (π.χ., φίλτρο, ηχείο, κλειστός χώρος ακρόασης, κλπ.) μεταβάλλει το πλάτος και τη φάση των συχνοτικών συνιστωσών του σήματος εισόδου (π.χ., σήμα μουσικής, ομιλία). Η γραφική παράσταση της απόκρισης συχνότητας $H(\omega)$ μέσω των διαγραμμάτων απόκρισης πλάτους και απόκρισης φάσης συμβάλλουν στο βέλτιστο σχεδιασμό και την ανάλυση των ΓΧΑ συστημάτων, ενώ ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η αναπαράσταση της λογαριθμικής κλίμακας της απόκρισης πλάτους $20 \cdot \log_{10} |H(\omega)|$ (εκφρασμένη σε dB) συναρτήσει της συχνότητας.

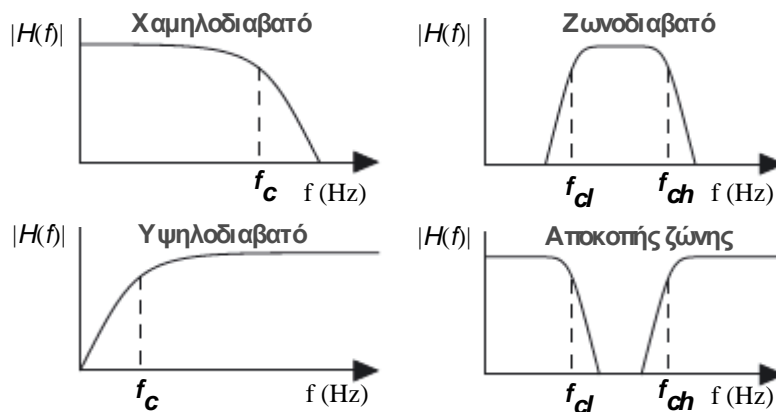
Γενικά, η έννοια του φίλτρου μπορεί να θεωρηθεί ως ταυτόσημη του συστήματος. Όπως είναι γνωστό, οι βασικές κατηγορίες φίλτρων, ανάλογα με τη μορφή της απόκρισης συχνότητας (βλ. **Σχήμα A5**) είναι οι ακόλουθες:

(α) χαμηλοδιαβατά (low-pass) φίλτρα: επιτρέπουν τη διέλευση συχνοτήτων μέχρι τη συχνότητα αποκοπής f_c , ενώ αποκόπτουν (εξασθενούν) τις συχνότητες πάνω από την f_c .

(β) υψηλοδιαβατά (high-pass) φίλτρα: παρουσιάζουν μια συμπληρωματική λειτουργία σε σχέση με τα προηγούμενα φίλτρα, δηλαδή επιτρέπουν τη διέλευση συχνοτήτων πάνω από τη συχνότητα αποκοπής f_c και αποκόπτουν τις συχνότητες κάτω από την f_c .

(γ) **ζωνοδιαβατά (band-pass) φίλτρα**: επιτρέπουν τη διέλευση συχνοτήτων ανάμεσα στις συχνότητες αποκοπής f_d και f_{ch} , ενώ αποκόπτουν τις συχνότητες εκτός της περιοχής που οριοθετούν οι f_d και f_{ch} .

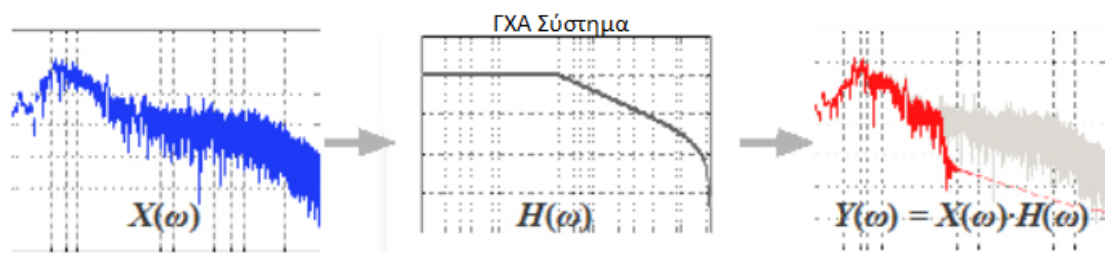
(δ) **φίλτρα αποκοπής ζώνης (band-reject)**: επιτρέπουν τη διέλευση συχνοτήτων εκτός της περιοχής που καθορίζουν οι συχνότητες αποκοπής f_d και f_{ch} και αποκόπτουν τις συχνότητες στην παραπάνω περιοχή, παρουσιάζοντας συνεπώς μια συμπληρωματική λειτουργία σε σχέση με τα ζωνοδιαβατά φίλτρα.



Σχήμα A5: Απόκριση συχνότητας για ιδανικά απλά φίλτρα επιλογής συχνότητας.

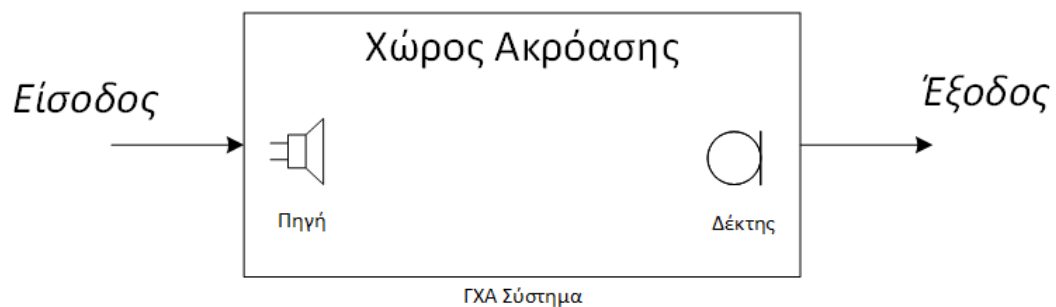
Οι οριακές συχνότητες (συχνότητες αποκοπής) f_c , f_d και f_{ch} που επισημάνθηκαν παραπάνω προσδιορίζουν ουσιαστικά τις ζώνες διέλευσης και τις ζώνες αποκοπής, δηλαδή τις περιοχές στις οποίες το πλάτος της απόκρισης συχνότητας είναι ιδανικά ίσο με 1 (ένα) και 0 (μηδέν) αντίστοιχα, εξασφαλίζοντας τη διέλευση και αποκοπή των συχνοτήτων για κάθε περίπτωση. Πρακτικά και τυπικά όμως οι συχνότητες αυτές ορίζουν περιοχές συχνότητες που πέρα από αυτές, η απόκριση πέφτει περισσότερο από -3 dB σε σχέση με την ζώνη διέλευσης. Δηλαδή οι συχνότητες αυτές ορίζονται από την απόκριση πλάτους $20 \cdot \log_{10} |H(\omega)|$ (εκφρασμένη σε dB), για την συχνότητα που αυτή είναι -3dB σε σχέση με την περιοχή διέλευσης, όπου $20 \cdot \log_{10} |H(\omega)| = 0 \text{ dB}$.

Για παράδειγμα, στην **Σχήμα A6** παρουσιάζεται η τυπική χρήση ενώ ΓΧΑ συστήματος για το φιλτράρισμα ενός σήματος εισόδου. Μπορείτε να παρατηρήσετε την μορφοποίηση του φάσματος εισόδου $X(\omega)$ στην έξοδο $Y(\omega)$ του φίλτρου (ΓΧΑ σύστημα), όπου για λόγους σύγκρισης παρουσιάζεται ταυτόχρονα το φάσμα του σήματος **πριν** (γκρι απόχρωση) και **μετά** το φιλτράρισμα.



Σχήμα A6: Αποτέλεσμα χρήσης ενός ΓΧΑ συστήματος ως φίλτρου στο μέτρο φάσματος ενός σήματος.

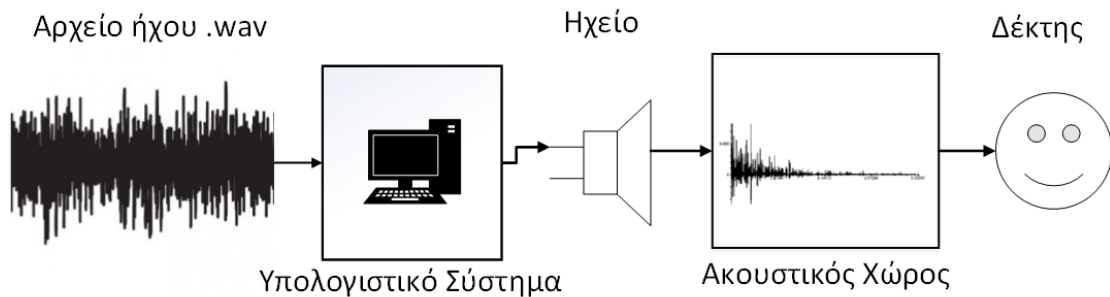
Στην Ηλεκτροακουστική, είναι εξαιρετικά χρήσιμη η σκοπιά της Θεωρίας Σημάτων και Συστημάτων για την μέτρηση και την ανάλυση του κάθε υποσυστήματος (μικρόφωνο, μεγάφωνο, ενισχυτής, χώρος ακρόασης, κλπ.). Για παράδειγμα, είναι κοινή πρακτική να υλοποιείται μετρητική διάταξη με την κατάλληλη ηχητική πηγή (ηχείο) και τον ακουστικό δέκτη (μικρόφωνο), σαν ένα σύστημα με συγκεκριμένη είσοδο και έξοδο που σχετίζονται με τις ηλεκτροακουστικές μεταβλητές της πηγής και του δέκτη αντίστοιχα. Σε πλήρη αντιστοιχία με την τυπική μορφή ενός συστήματος με μια είσοδο και μια έξοδο η παραπάνω προσέγγιση απεικονίζεται στο **Σχήμα A7**. Γενικά, κάθε χώρος ακρόασης όπως και κάθε πλήρες ηλεκτροακουστικό/ακουστικό σύστημα ήχου μέσα, θεωρούμε ότι λειτουργεί κάτω από κανονικές συνθήκες σαν ένα γραμμικό και χρονικά αναλλοίωτο (ΓΧΑ) σύστημα, που προσδιορίζεται μοναδικά από την συνάρτηση κρουστικής απόκρισης του συνεχούς χρόνου $h(t)$.



Σχήμα A7: Τυπική αναπαράσταση ενός χώρου ακρόασης ως ΓΧΑ σύστημα.

Σε τυπικές ψηφιακές υλοποιήσεις-μετρητικές διατάξεις όπως αυτές που θα χρησιμοποιηθούν στις Εργαστηριακές Ασκήσεις, η παραπάνω συνάρτηση $h(t)$ καθώς και τα αντίστοιχα σήματα εισόδου-εξόδου, θεωρούμε ότι αναπαριστώνται από τα αντίστοιχα ψηφιακά σήματα. Συνεπώς, ένα πλήρες Ηλεκτροακουστικό σύστημα (μικρόφωνο, ενισχυτής, μεγάφωνο, χώρος ακρόασης) μπορεί να αναλυθεί με τη χρήση ενός τυπικού υπολογιστικού συστήματος, όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα A8**. Ως είσοδος μπορεί να είναι κάποιο κατάλληλο ακουστικό σήμα ή ψηφιακό αρχείο ήχου (π.χ., αρχείο τύπου WAV), που αποτελεί την ακουστική πηγή το οποίο μέσω κατάλληλης ανάλυσης-επεξεργασίας

δύναται να ταυτισθεί με το σήμα που θα αναπαραχθεί και θα καταγραφεί σε συγκεκριμένο σημείο του χώρου ακρόασης από κάποιο δέκτη (έξοδος).



Σχήμα Α8: Πρακτική μέθοδος ανάλυσης ηλεκτροακουστικού συστήματος - χώρου ακρόασης με χρήση ψηφιακού υπολογιστικού συστήματος.

Συνοπτικά, στο **Σχήμα Α9** απεικονίζεται η τυπική διαδικασία προσδιορισμού της εξόδου (απόκρισης), για κατάλληλο σήμα διέγερσης, στο πεδίο του χρόνου και της συχνότητας η οποία βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με την ανάλυση των ΓΧΑ συστημάτων.



Σχήμα Α9: Μέτρηση απόκρισης ηλεκτροακουστικού συστήματος - χώρου ακρόασης με κατάλληλο σήμα διέγερσης, στα πεδία του χρόνου και της συχνότητας.

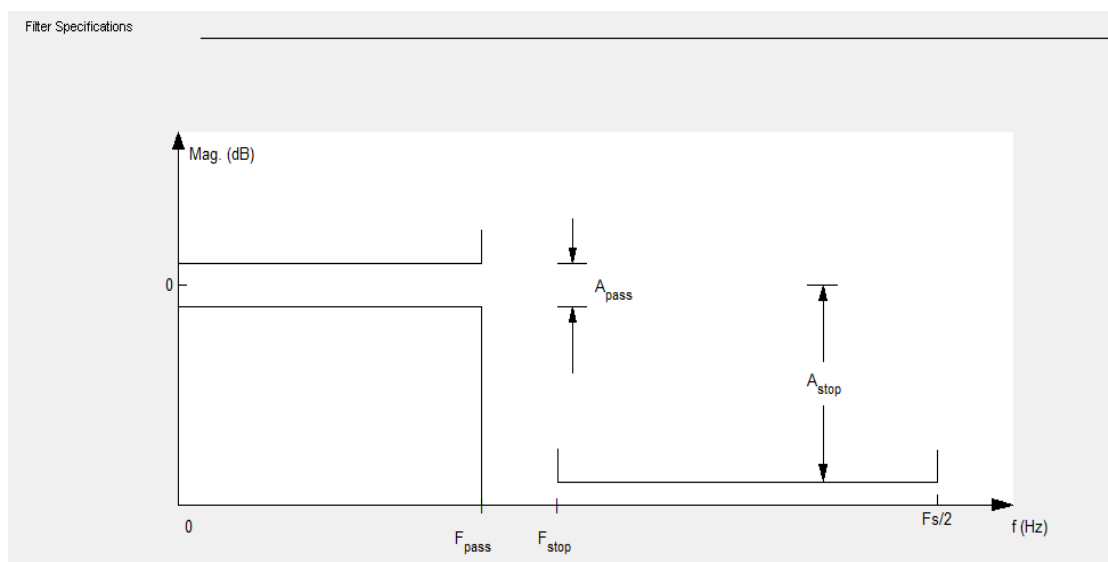
¹ Για το γραφικό υπολογισμό της συνέλιξης με βάση την γεωμετρική προσέγγιση υπολογισμού εμβαδού που επισημάνθηκε παραπάνω, μπορείτε να ανατρέξετε στους ακόλουθους συνδέσμους <http://en.wikipedia.org/wiki/Convolution> και <http://cnx.org/content/m11541/latest/>.

2. Σχεδίαση φίλτρων στο περιβάλλον του Simulink

Προκειμένου να σχεδιάσουμε με γραφικό τρόπο κάποιο φίλτρο στο περιβάλλον του Simulink, θα χρειαστούμε το εργαλείο fdatool. Πληκτρολογώντας λοιπόν την εντολή fdatool στην Matlab, ανοίγει το αντίστοιχο εργαλείο. Στο αρχικό λοιπόν μενού, παρατηρούμε πως υπάρχουν οι εξής παράμετροι που μπορούν να ρυθμιστούν:

- a) **Response type:** επιλογή του τύπου του εκάστοτε φίλτρου. Εν προκειμένω, οι 3 επιλογές που θα χρειαστούν στην Άσκηση 1 είναι Lowpass, Bandpass και Highpass.
- b) **Design method:** επιλογή της μεθόδου υλοποίησης του φίλτρου (IIR ή FIR).
- c) **Filter order:** επιλογή της τάξης του φίλτρου. Αν δεν καθορίζει κάποιος παράγοντας συγκεκριμένη τάξη φίλτρου, επιλέγουμε το minimum order, προκειμένου να μην αυξηθεί η πολυπλοκότητα υπολογισμού του φίλτρου.
- d) **Frequency specifications:** καθορίζονται οι μονάδες της συχνότητας, η συχνότητα δειγματοληψίας, καθώς και οι συχνότητες λειτουργίας ή μη του εκάστοτε φίλτρου.
- e) **Magnitude specifications:** καθορίζονται οι μονάδες του πλάτους και το κέρδος του εκάστοτε φίλτρου στην αντίστοιχη περιοχή λειτουργίας.

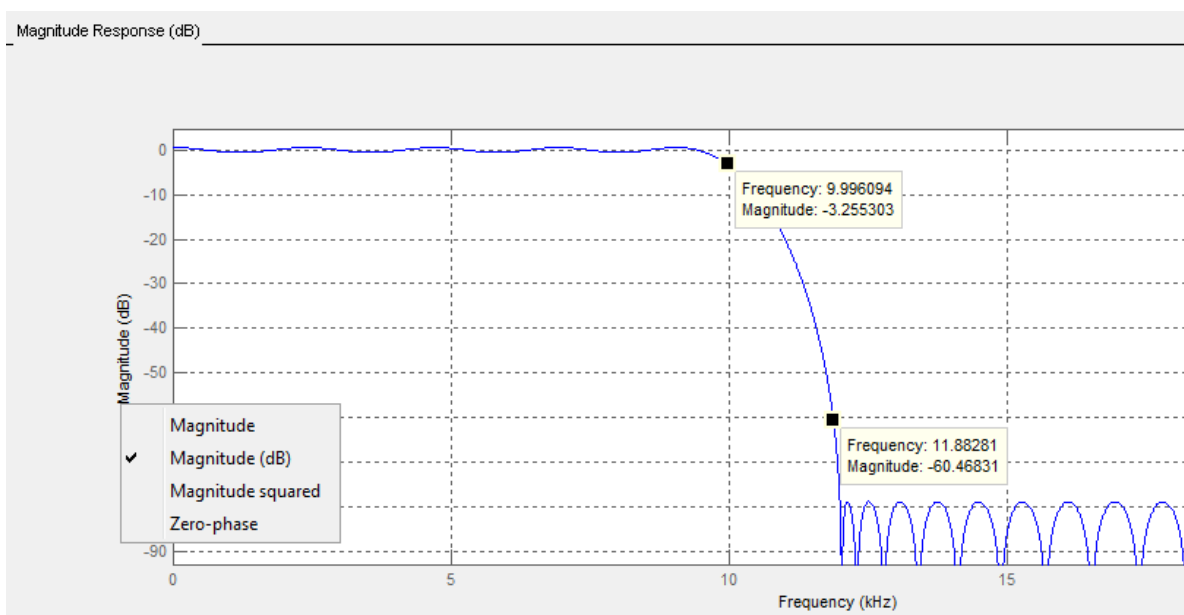
Μία γραφική απεικόνιση των χαρακτηριστικών και των παραμέτρων που ρυθμίζονται σε κάθε φίλτρο, δίνεται στο παράθυρο Filter specifications, για καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας αυτού από το χρήστη. Το default παράθυρο που παρουσιάζεται στο fdatool, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα Β1: Χαρακτηριστικά ενός τυπικού Lowpass φίλτρου (Filter Specifications).

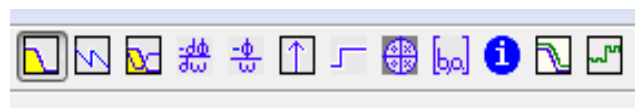
Ένα επίσης εξαιρετικά χρήσιμο χαρακτηριστικό του fdatool είναι η δυνατότητα απεικόνισης του φίλτρου στο πεδίο της συχνότητας, μέσω του παραθύρου Magnitude Response (dB) , το οποίο αντικαθιστά το

Filter specifications όταν ο χρήστης πατήσει στο button Design Filter, το οποίο βρίσκεται στο κάτω μέρος του fdatool. Έχοντας τώρα την απεικόνιση του πλάτους στο πεδίο της συχνότητας, μπορεί να ρυθμιστεί η συμπεριφορά του προς σχεδίαση φίλτρου με πιο ευέλικτο τρόπο, λόγω της μεγαλύτερης οικειότητας που έχουμε σε αυτό το πεδίο. Προσοχή πρέπει να δοθεί το γεγονός, πως κάθε φορά που γίνεται μία μεταβολή στην τιμή κάποιας παραμέτρου, χρειάζεται να επιλεγεί ξανά το Design Filter για να απεικονιστεί η απόκριση του νέου φίλτρου. Επιπλέον, προκειμένου να αλλάξει ο τρόπος απεικόνισης της απόκρισης του πλάτους σε ότι έχει αν κάνει με τον κάθετο άξονα, κάνοντας δεξί κλικ στον τίτλο αυτού ανοίγονται 4 διαφορετικοί τρόποι απεικόνισης όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα:



Σχήμα B2: Απόκριση πλάτους ενός τυπικού Lowpass φίλτρου (Magnitude Response).

Στο σχήμα B2, έχουν προστεθεί και δύο data markers, τα οποία εισάγονται απλά με ένα κλικ πάνω σε οποιοδήποτε σημείο του διαγράμματος. Εναλλακτικοί τρόποι απεικόνισης της συμπεριφοράς του φίλτρου, παρέχονται από το μενού του fdatool, στο toolbar που φαίνεται στο σχήμα B3.



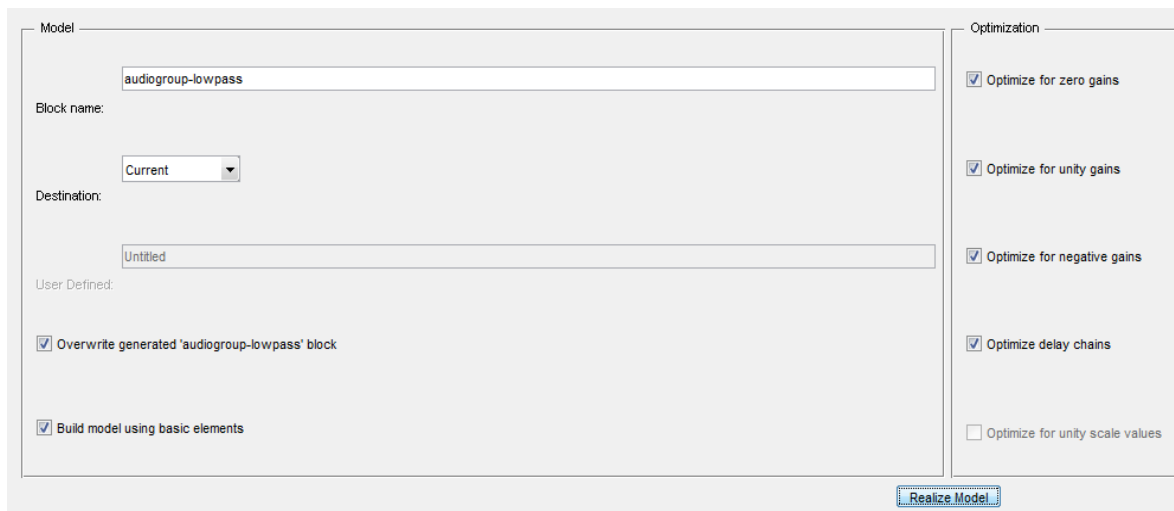
Σχήμα B3: Toolbar εναλλακτικών τρόπων ανάλυσης του φίλτρου.

Από αριστερά προς δεξιά, τα ονόματα των αντίστοιχων buttons είναι:

- a) **Magnitude response,**
- b) **Phase response,**
- c) **Magnitude and Phase responses,**
- d) **Group delay response,**
- e) **Phase delay response,**

- f) **Impulse response,**
- g) **Step response,**
- h) **Pole-zero plot,**
- i) **Filter Coefficients,**
- j) **Filter Information.**

Έχοντας σχεδιάσει το επιθυμητό φίλτρο, μπορούμε να αποθηκεύσουμε τη σύνθεση μας, μέσω της διαδρομής File -> Save session, όπου παίρνουμε αρχείο με κατάληξη .fda, το οποίο πλέον μπορούμε να φορτώσουμε για επαναχρησιμοποίηση του. Σε περίπτωση που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε και να επεξεργαστούμε το φίλτρο μας στο περιβάλλον της Matlab, με την επιλογή File -> Generate m-file, δημιουργείται ένα αντίστοιχο αρχείο που περιγράφει το φίλτρο μέσω των συντελεστών του. Τέλος, όσο αφορά την εξαγωγή του μοντέλου μας στο περιβάλλον του Simulink, επιλέγοντας File -> Export to Simulink model, εμφανίζεται το παρακάτω μενού:



Σχήμα B4: Εξαγωγή του φίλτρο στο περιβάλλον του Simulink.

Στο συγκεκριμένο μενού:

- a) καθορίζουμε το όνομα του μοντέλου,
- b) επιλέγουμε σε ποια προσομοίωση του Simulink θα εισαχθεί το block του φίλτρου (τρέχων, νέο ή επιλογή άλλης προσομοίωσης),
- c) επιλογή αντικατάστασης ή όχι παλαιότερης έκδοσης μοντέλου με ίδιο όνομα,
- d) επιλογή βελτιστοποίησης του φίλτρου.

Έχοντας ολοκληρώσει τις επιθυμητές αλλαγές, επιλέγουμε το Realize Model, το οποίο και δημιουργεί το αντίστοιχο block διάγραμμα στην επιθυμητή προσομοίωση.