

## Άσκηση 2: Απόκριση συστήματος – Μετασχηματισμός Fourier

- 1) **Διαίρεση σήματος.** Δημιουργείτε με τη γεννήτρια ένα τετραγωνικό σήμα  $6V_{PP}$ .<sup>1</sup> Επιλέξτε στο σηματολήπτη (probe) διαίρεση σήματος  $10\times$ . Μετρήστε και εξηγήστε το πλάτος του σήματος. Επιλέξτε στο κανάλι του παλμογράφου διαίρεση σήματος  $10\times$  και παρατηρήστε τη μεταβολή στην ένδειξη της κλίμακας πλάτους. Μετρήστε πάλι το πλάτος του σήματος. Επαναφέρετε το σηματολήπτη και το κανάλι του παλμογράφου σε διαίρεση σήματος  $1\times$ .
- 2) **Εξωτερικός συγχρονισμός.** Δημιουργείτε με τη γεννήτρια ένα τριγωνικό σήμα συχνότητας 50 Hz. Συγχρονίστε τον παλμογράφο από το δίκτυο τροφοδοσίας (AC line). Μεταβάλετε τη συχνότητα του σήματος με βήμα 10 Hz σε 200 Hz και πίσω σε 50 Hz. Εξηγήστε τη σταθεροποίηση της εικόνας του παλμογράφου, σε συχνότητες πολλαπλάσιες των 50 Hz. Μεταβάλετε τη συχνότητα σε 50.1 Hz και μετρήστε το χρόνο που χρειάζεται για τη μετακίνηση της κυματομορφής κατά μία περίοδο. Εξηγήστε την κατεύθυνση και την ταχύτητα της κίνησης. Επαναλάβετε για συχνότητες 50.5 Hz και 40.5 Hz. Επαναφέρετε το συγχρονισμό του παλμογράφου στο σήμα του καναλιού.
- 3) **Μέτρηση εξόδου συστήματος.** Δημιουργείτε με τη γεννήτρια ένα ημιτονικό σήμα συχνότητας 1kHz,  $6V_{PP}$ ,  $0V_{DC}$ . Εν συνεχεία, συνδέστε την έξοδο της γεννήτριας στην είσοδο του συστήματος που έχετε στο breadboard και μετρήστε την έξοδο του συστήματος με τον παλμογράφο. Καταγράψτε τόσο τη συχνότητα όσο και το πλάτος του σήματος. Μεταβάλετε τη συχνότητα της γεννήτριας με βήμα 1kHz σε 10kHz και επαναλάβετε τις μετρήσεις.  
Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για τριγωνικό σήμα – τι παρατηρείτε στο σχήμα της κυματομορφής; Επαναλάβετε για τετραγωνικό σήμα – τι παρατηρείτε στο σχήμα της κυματομορφής, και ιδιαίτερα στα σημεία γρήγορης αλλαγής; Σχεδιάστε προσεγγιστικά την κυματομορφή εξόδου για συχνότητα 3kHz.
- 4) **Ακουστικό σήμα.** Συνδέστε τη γεννήτρια σήματος στην είσοδο ήχου (line in) του υπολογιστή. Χρησιμοποιήστε το πρόγραμμα «Volume control» για να ενεργοποιήσετε την είσοδο ήχου κατά τρόπο που να μεταφέρεται το ηχητικό σήμα στα ηχεία του υπολογιστή και συνδέστε τα ακουστικά για να μεταφέρετε τον ήχο σε αυτά. Δημιουργήστε με τη γεννήτρια ένα ημιτονικό σήμα 1kHz,  $1V_{PP}$ ,  $0V_{DC}$ . Μεταβάλετε το πλάτος του σήματος. Μεταβάλετε τη συχνότητα του σήματος με βήμα 1kHz σε 20kHz και πίσω σε 1kHz, στη συνέχεια με βήμα 0.1kHz σε 100Hz και πίσω σε 1kHz. Επαναλάβετε για τετραγωνικό σήμα. Καταγράψτε την ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα που μπορείτε να ακούσετε.
- 5) **Μετασχηματισμός Fourier.** Δημιουργείτε με τη γεννήτρια ένα ημιτονικό σήμα συχνότητας 1kHz,  $6V_{PP}$ ,  $0V_{DC}$ . Βεβαιωθείτε ότι η κυματομορφή περιέχεται ολόκληρη στην οθόνη του παλμογράφου. Επιλέξτε τη συνάρτηση (MATH) FFT. Ρυθμίστε την οριζόντια και κάθετη μετατόπιση κατά τρόπο που να εμφανίζονται η αρχή των αξόνων (συχνότητα DC) στο αριστερό μέρος της οθόνης. Μετρήστε το πλάτος του μετασχηματισμού Fourier και την κύριο συχνότητα.
- 6) **Μετασχηματισμός Fourier (2<sup>ο</sup> μέρος).** Δημιουργείτε με τη γεννήτρια ένα τετραγωνικό παλμό με μικρή τιμή συμμετρίας (duty cycle), πλάτους 10μsec, συχνότητας 1kHz,  $6V_{PP}$ ,  $0V_{DC}$ . Αρχικά, βεβαιωθείτε ότι εμφανίζονται πολλαπλοί παλμοί (τουλάχιστον 3) στην οθόνη του παλμογράφου και απεικονίστε το μετασχηματισμό Fourier. Εν συνεχεία, μικραίνετε την κλίμακα του χρόνου, κατά τρόπο που να εμφανίζεται μόνο 1 παλμός, καταλαμβάνοντας 2-3 οριζόντιες υποδιαιρέσεις. Επαναλάβετε τις μετρήσεις σας.
- 7) **Μετασχηματισμός Fourier (3<sup>ο</sup> μέρος).** Δημιουργείτε με τη γεννήτρια ένα τριγωνικό παλμό και επαναλάβετε τις μετρήσεις του προηγούμενου ερωτήματος.

<sup>1</sup> Για τις παραμέτρους της γεννήτριας που δεν αναφέρονται (επειδή δεν είναι σημαντικές για κάποια μέτρηση), μπορείτε να χρησιμοποιείτε τις τυπικές τιμές: συχνότητα 1kHz, πλάτος  $6V_{PP}$ , μετατόπιση  $0V_{DC}$ , συμμετρία 50%.