**תרגיל מחשב**

# חלק ב'

מטרת התרגיל: לתכנן מסנן ספרתי ע״י תכנון מסנן Butterworth אנלוגי והמרתו למסנן ספרתי באמצעות התמרה בי לינארית.

1. נתונים אותות ו- הדגומים בתדר (יש לפתוח את הקובץ sig\_2.mat במטלב או כל תוכנה אחרת).
   1. שרטט/י את הערך המוחלט בריבוע של התמרת פורייה האנלוגית של כל אחד מהאותות באמצעות מחשב ע״י שימוש ב-DFT .
   2. מה ההבדל בין שני האותות?
   3. האזן/י לאותות ו- . אם עובדים במטלב, אפשר להשתמש בשורות הבאות

playerObj = audioplayer(y,Fs);

start = 1;

stop = playerObj.SampleRate \* 3;

play(playerObj,[start,stop]);

* 1. תאר/י את ההבדל בין האותות.

מעוניינים לסנן את אחד מהאותות ( או ) כך שהאותות ישמעו דומה זה לזה ככל שניתן. את זאת יש לעשות ע״י מסנן ספרתי השקול למסנן אנלוגי מעביר נמוכים (low-pass) בעל המאפיינים הבאים

1. מה הם המאפיינים של המסנן הספרתי (תדר מעבר, עצירה, ניחות וגליות) כך שהמערכת האנלוגית השקולה תעמוד בדרישות המפורטות מעלה?

מעוניינים לתכנן מסנן ספרתי IIR בעל פונקציית תמסורת באמצעות המרה של מסנן Butterworth ע״י ההתמרה הבי-לינארית:

1. חשב/י תדרים אנלוגיים מתאימים למסנן Butterworth  המבוקש. האם תדרים אלה צריכים להיות זהים לתדרים האנלוגיים הנדרשים ל- ?
2. תכנן/י מסנן אנלוגי מסוג Butterworth כתוב/י ביטוי כללי לאפסים של המסנן Butterworth ושרטט במחשב את מגניטודת תגובת התדר במחשב.
3. שרטט/י את מגניטודת תגובת התדר של המסנן הספרתי
4. שרטט/י את תגובת התדר של המסנן הספרתי השקול .
5. סנן את אחד מהאותות ( או ) כך שישמעו קרוב זה לזה ככל שניתן.
6. בתרגיל זה נתבונן ב- כאשר:

כאשר ו- הינם תדרים לא ידועים למעט . האות נדגם בתדר וממור לסידרה .

1. עבור  מהו הפרש התדרים המינימאלי המאפשר להבחין בין התדרים ו- עבור . יש להציג את הספקטרום לכל ולהדגים את ההפרדה.

נאמר ששני תדרים כעת ברי הפרדה אם אונות הצד של הספקטרום באורך נמוכות מהאונה הראשית של כל תדר.

1. עבור , משתמשים בחלון Hann. מהו המינימאלי המאפשר להבחין בין התדרים ו- עבור . יש להציג את הספקטרום לכל ולהדגים את ההפרדה.
2. . האם ניתן להבחין בין התדרים השונים? אם כן, איזה חלון דרוש ומהו המינימאלי המאפשר להבחין בין התדרים ו- עבור . יש להציג את הספקטרום לכל ולהדגים את ההפרדה.