**תרגיל Matlab 2 - STFT**

עליכם לבצע המטלות הבאות:

1. הריצו התוכנית הראשית main\_test על חלקיה השונים והבינו את פעולת ה-STFT בהתאם לנלמד בכיתה. שימו לב, לחלוקה לתאים (cells) של Matlab. כל תא ניתן להרצה בנפרד. חלק מהתאים הם חילופיים **ואין** להריץ את כל התוכנית.

התוכנית שלפניכם משתמשת בגרסאות **מוצפנות** של הפונקציות stft ו-istft. ניתן להצפין קובצי מטלה .m ע"י הפעלת הפקודה pcode ליצירת קבצים עם סיומת .p, קבצים אלה רצים במטלב אך לא ניתן לראותם.

1. עליכם לממש את הפונקציות הנ"ל כך שבהפעלת הקובץ main\_test על כל חלקיו יתקבלו תוצאות זהות לתוצאות המתקבלות עם הקבצים המוצפנים.   
   **הדרכה:** נוח להשוות ע"י מימוש פונקציות בשם my\_stft, my\_istft.
2. פתרו מעשית בעזרת המימוש שלכם את מועד א', תשס"ז, שאלה 3. (למעט סעיף ט')
3. מצאו את הפרמטרים הנכונים עבור סינון בשיטת overlap & save.
4. פתרו את התרגיל המצורף בעמוד הבא העוסק בשיטת סינון עבור מסננים ארוכים.
5. התא האחרון עוסק במימוש wola כאשר אורכי חלונות האנליזה והסינתזה אינם מתחשבים בסינון. כנלמד בכיתה, זו השיטה המועדפת מבחינה מעשית, משום שאורכי חלונות האנליזה והסינתזה שווים. שיטה זו מתאימה במיוחד לסינון משתנה בזמן משום שהחפיפה בין המסגרות והחלונות הלא-מלבניים מאפשרים מעבר "חלק וטבעי" בין המסגרות.

במועד הגשת התרגילים תשאלו שאלות שונות על הבנת הנושא ועל המימוש ע"י צוות הקורס.

**בהצלחה רבה!**

**בשאלה זו נדון בשיטה לסינון בתדר עבור מסננים ארוכים.**

**חלק א:**

כפי שלמדנו בכיתה מתבצע עיבוד בפסי התדר ע"י:

כאשר מקדמים תלויי-תדר וקבועים בזמן המהוים DFT של מסנן בעל תגובה להלם סופית באורך :

נגדיר:  
ההרחבה מחזורית של המסנן .

כזכור, הוכחנו בכיתה כי:

נתון כי חלונות האנליזה והסינתזה מלבניים. כמו כן, נתון .

נתון כי אורך המסנן .

1. מצאו תנאי על שעבורו מתקיים:

(סינון לינארי וקבוע בזמן).   
הראו כי הצירוף ו- הינו פתרון אפשרי. הוכיחו את תשובתכם.

1. מה ההבדל בין השיטה המתוארת בסעיף א' לעיל ובין שיטת overlap and save, כפי שנלמדה בכיתה.

**בחלק זה עליכם להוכיח מתמטית שאכן הבחירה של אורכי המסננים נכונה ולהראות במימוש בקוד שהסינון עובד בצורה נכונה עבור הבחירה של הפרמטרים. בנוסף, עליכם להשוות לשיטת הסינון הרגילה ולהראות שהשגיאה אפסית.**

**חלק ב:**

כעת העיבוד בפסי התדר נתון ע"י :   
המקדמים, תלויי-תדר והקבועים בזמן מקיימים:

התגובות להלם הינן סופיות באורך המקיימות:

שימו לב, תלוי גם בערכי עבר של , עפ"י ערכו של .

כמו כן, נגדיר קיפול מחזורי של כ"א מהתגובות להלם:

1. הוכיחו כי אות המוצא נתון ע"י:
2. הוכיחו כי מתקיים:   
      
   הדרכה: השתמשו בחילוף משתנה הסכימה במשתנה הסכימה עפ"י הנוסחה: ובסופיות התגובה להלם של המסננים .
3. הוכיחו כי אם מתקיים התנאי הבא על חלונות האנליזה והסינתזה:   
      
   אזי המוצא יהיה:

בסעיף זה נראה שניתן לממש סינון עם מסנן בעל תגובה להלם ארוכה בעזרת מסננים בעלי תגובה להלם קצרה בכ"א מפסי התדר של מערכת STFT ו-ISTFT המקיימת את התנאי מסעיף ה' לעיל.

1. הוכיחו כי ניתן לכתוב את המוצא כ-

מעונינים להפעיל על אות הכניסה מסנן FIR באורך בעזרת מערכת STFT ו-ISTFT לעיל:   
נתון כי חלונות האנליזה והסינתזה מלבניים.   
כמו כן, נתון .

1. מצאו את כתלות במקדמי .

**בחלק זה עליכם לפתור באופן תאורטי את סעיפים ג-ו ולמצוא בסעיף ז את הקשר בין המסנן לתתי המסננים .   
בנוסף, עליכם לממש קוד המראה כי שיטת סינון זאת מממשת סינון מושלם. בנוסף, עליכם להשוות לשיטת הסינון הרגילה ולהראות שהשגיאה אפסית.**

**עבדו לפי השלבים הבאים:**

* **הגדירו את פרמטרי הSTFT,ISTFT בהתאם לנתון**
* **הגדירו מסנן באורך בצורה הבאה:**
* **פרקו את המסנן לתת-מסננים כפי שמצאתם בסעיף ז, ציירו אותם כדי לוודא נכונות.**
* **ממשו את שיטת הסינון (במישור התדר) בעזרת תת-המסננים:  
  הצעה לפתרון:**

**כדי לבצע את הסינון כדאי להשתמש בפקודה** [**filter**](https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/filter.html)**.**

**עבור כל תדר יש לסנן:**

S\_FIL(k,:,l)=filter(G(k,:,l),1,S(k,:));

* **שימו לב שיש השהייה שונה לכל אחד מרכיבי האות הסופי, כדי לקבל את ההשהייה המתאימה לכל ניתן להשתמש בפונקציה delay ולאחר מכן לסכום על כל רכיבי האות.**
* **יש להשוות את נכונות הפתרון לסינון בתחום הזמן:**

filter(w,1,s);

* **הראו את נכונות הפתרון עבור**