**מטלה מסכמת- חלק 1**

# הנחיות

* התרגיל יבוצע ביחידים/זוגות/שלשות. **על כל אחד מהסטודנטים להגיש את התרגיל במודל!**
* גם אם לא מצוין, יש לצרף לכל סעיף את קוד המטלב שכתבתם בתוספת הערות (בגוף הקוד ומעבר).
* בתרגיל זה נשתמש במספר תעודות הזהות של הסטודנטים המבצעים להגדרות שונות.  
    
  נסמן:

*d*1=של סטודנט א' סכום הספרות של מספר תעודת זהות

*d*2=של סטודנט ב' סכום הספרות של מספר תעודת זהות

*d*3=של סטודנט ג' סכום הספרות של מספר תעודת זהות

ונגדיר בנוסף

**בתרגיל זה אסור להשתמש בפקודות המטלב: conv, filter, fft2, ifft2, fftn, ifftn, xcorr, conv2, xcorr2, fft2, fftn, fftfilt.**

**בחלק א' אין להשתמש גם בפקודות fft, ifft.**

# חלק א' - מימוש FFT

בחלק זה תכתבו שיגרה המממשת FFT ושיגרה נוספת המממשת IFFT על ידי שימוש בשגרה הראשונה.

יש לממש את השיגרות באחד מ-2 אופנים: א. ללא שימוש ברקורסיה. ב. באופן רקורסיבי.

שימו לב – אופן המימוש תלוי בזוג המבצע את התרגיל.

אם זוגי המימוש צריך להתבצע ללא שימוש ברקורסיה.

אם אי זוגי המימוש יתבצע באופן רקורסיבי.

בכדי לבדוק את עבודתכם, השוו לפונקציות FFT ו IFFT של מטלב. צרפו את קוד המטלב שפיתחתם בתוספת הערות (בגוף הקוד).

# חלק ב' – סינון דיגיטלי

נתון האות

כמו כן, נתון בקובץ filter\_0.25\_101.mat מסנן ספרתי, המסנן הינו בעל אורך סופי של 102 דגימות.

ניתן לקרב את תגובת התדר של המסנן באופן הבא

כאשר הינו קבוע כלשהו המקיים .

ברצוננו לדגום את בקצב , כאשר לסיגנל הדגום נקרא , ולאחר מכן נסנן את באמצעות .

1. קבעו את תדר הדגימה כך שבמוצא המסנן נקבל את וננחית את פי A.

נרצה לדגום את האות הרציף r(t) בקצב Fs:כפי שלמדו עבור אות שנראה כמו אם נדגום בקצב Fs האות הדגום -הבדיד,ייראה כמו: (מתיחת הציר פי והכפלה כל ואצלנו:  *כעת, אם נרצה שהאות שיעבור s[n] דרך הסנן יעבור בטווח של ואילו שהאות v[n] יונחת פי A יעבור בטווח של   
נזכור תחילה ש מקיים בתדר ונקבל:*

*ומכיוון שדגמנו את האות-התדר בבדיד הוא הכפלת הציר פי ושכפול כל -סכ"ה נקבל ש:*

*ועל מנת לקבל את הטווחים שרצינו נדרוש:*

1. כמה דגימות יש ליטול מ- כדי לקבל במוצא המסנן 2048 דגימות מסוננות?

*כפי שלמדנו, בקונבלוציה לינארית בין אות באורך N לאות באורך M סך האיברים במוצא יהיו L=N+M-1 ואצלנו נבצע קונבלוציה בין אות r באורך N לבין המסנן שנתון שאורכו הוא M=102 ולכן אם נרצה שאורך האות במוצא יהיה 2048:*

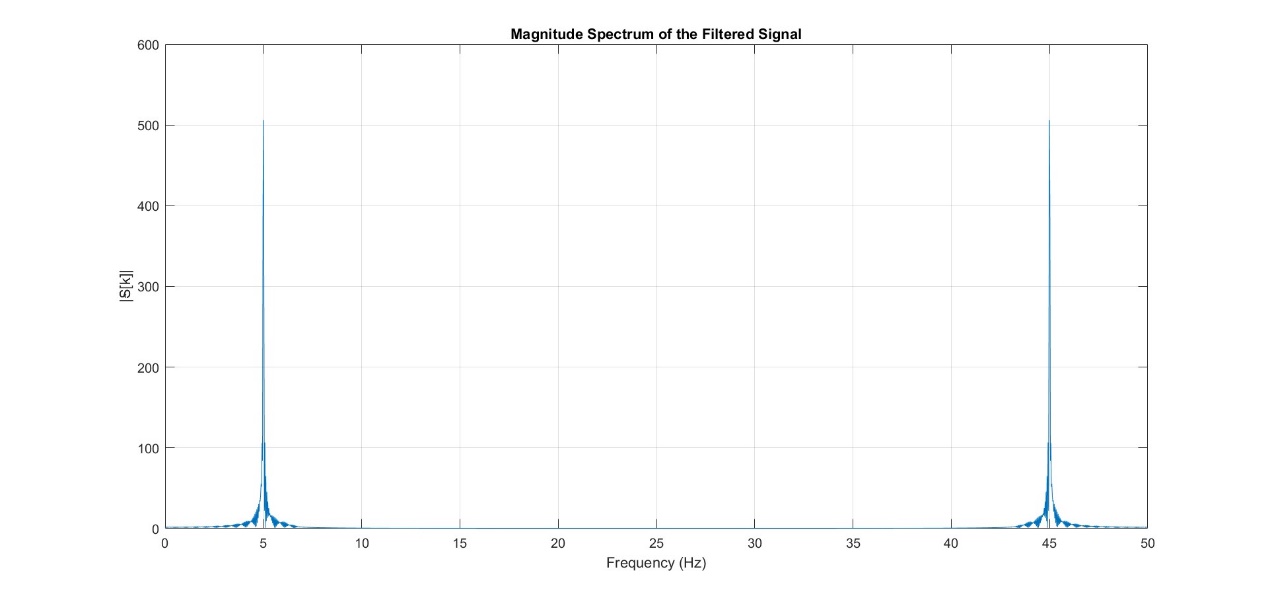
1. נסמן ב- את מוצא המסנן וב- את התמרת ה-DFT של 2048 הדגימות של . שרטטו בעזרת מטלב את כאשר ציר האיקס הינו ציר תדר אנלוגי בתחום .

*נרצה לשרטט במטלב את התמרת הDTF של מוצא המסנן שלנו-לא מוגדר עבורנו מה הערך של Fs שאיתו נעבוד ולכן נחליט לעבוד עם תדר דגימה של : נזכור ש:*

*סה"כ נרצה למצוא את הערכים של המסנן והאות בכניסה שלנו-במישור התדר:  
נשים לב שמכיוון שהאיבר שלנו S[K] בעל 2048 איברים-נצטרך שהאיברים r,H יהיו בעלי 2048 איברים גם כן-כלומר נצטרך לבצע ריפוד אפסים לכדי 2048 איברים גם כן.*

*נבחר Fs=50 -נצפה שהרכיב v ייסונן והרכיב s יישאר-נצפה לקבל:*

*כלומר נצפה לקבל שתי דלתאות סביב :*

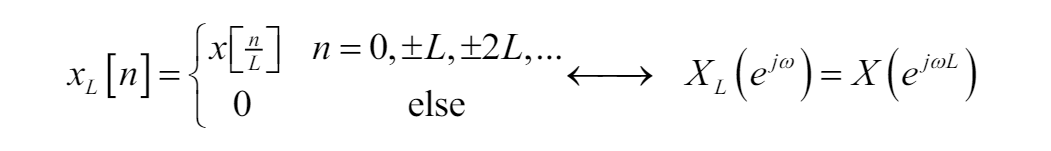
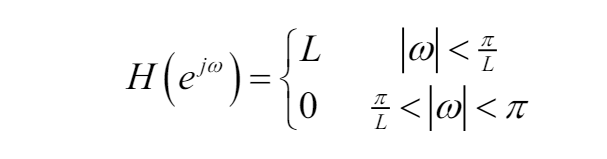
**

1. לסעיף זה בלבד, נתון . האם ניתן להשתמש במסנן הנ"ל לצורך סינון ? אם כן, הסבירו כיצד.

*נתון לנו כי התדר הוא Fs=25 ולכן:   
 ולכן שתי האותות יעברו במסנן דרך המכפלה ב1:ע"מ לסנן את v שוב-נרצה ש:*

*נעשה העלאת קצב:  
נבחר Fs=50 כלומר נרצה שהאות-שנדגם בתדר Fs ייראה כאילו נדגם בתדר כאשר L=2*

*בעצם נרצה להגיע לאות שייראה כמו:*

*זה אומר שנרפד באפס את האות בזמן כך:   
 כתוצאה מכך האות יכווץ פי L בתדר ונקבל שכפולים של האות הבדיד הנ"ל-במקום כל כל ולאחר מכן פשוט נסנן שכפולים מיותרים על ידי:  
*

*ונקבל את הדרוש...*

1. נתונה המערכת הבאה

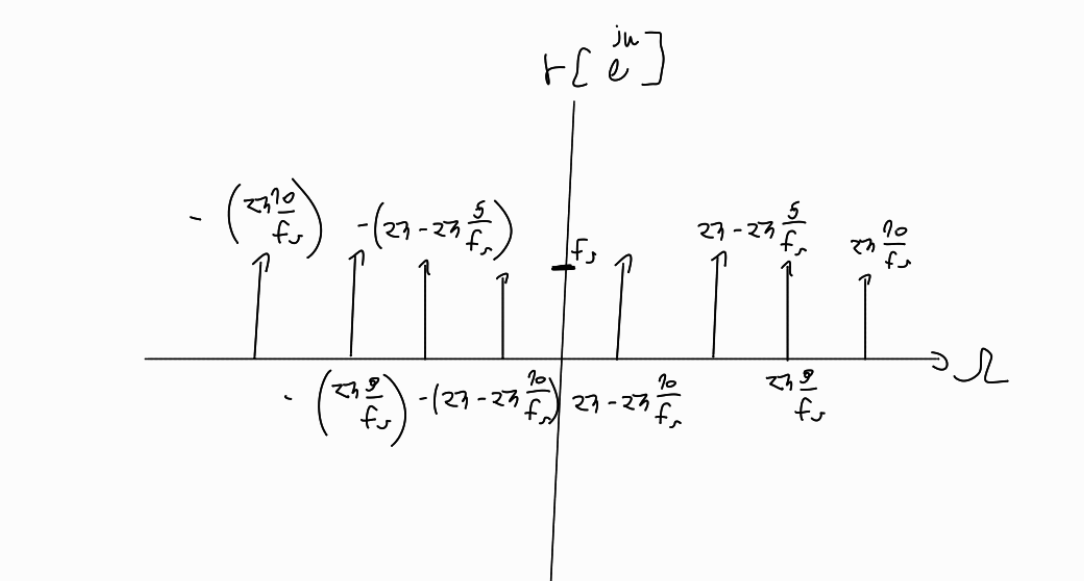
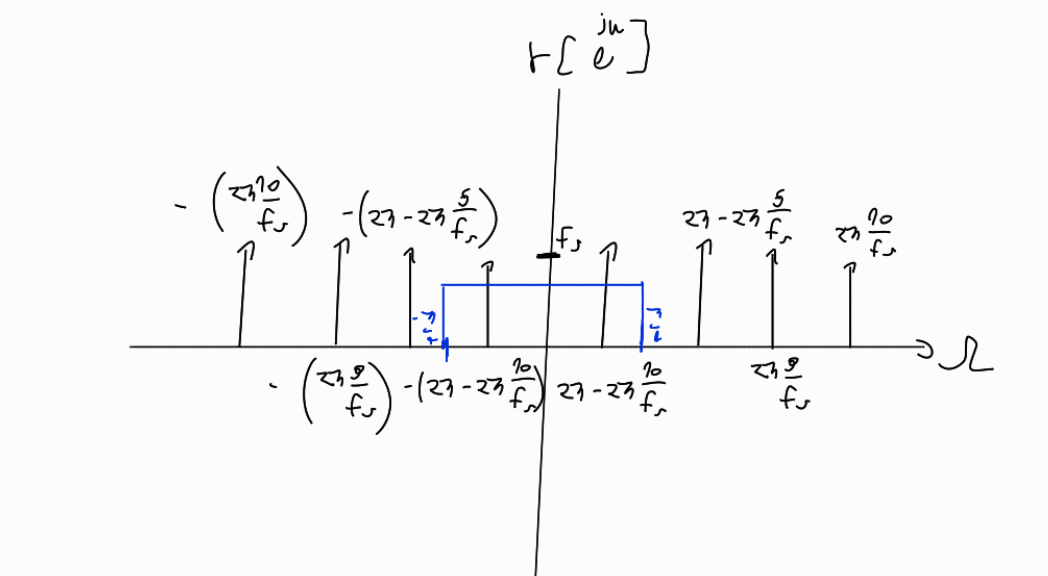


הסבירו בפירוט כיצד ניתן לממש מערכת זו בהינתן המסנן ואות הכניסה הנ"ל? (מה צריך להיות קצב הדגימה ומדוע?)

*נזכור שבנקודה Y נקבל שהאות הבדיד יהיה:*

כעת,במישור התדר-

כאשר לאחר כיווץ הציר והכפלת האיברים פי Fs וביצוע שכפולים כל נקבל:

  
את זה נכפיל במסנן שלנו ונקבל את X  
  
כעת,נזכור שבמוצא נצטרך לקבל  *שבמישור התדר-בשלב הX נצטרך לקבל:  
סכ"ה במישור התדר נדרוש   
נזכור כעת שנוכל להגיע לכך אם נסנן את כל האיברים חוץ מ2 האיברים הכי קטנים-   
  
על מנת להגיע לכך נדרוש שיתקיים:על מנת שהדלתאות האילו יהיו שוות לדלתאות שנרצה-נציב ונקבל בנוסף נשים לב שאכן רק הרכיב הזה ייעבור בטווח המסנן של*

ושהאיברים האחרים לא ייעברו:ואכן נקבל את הדרוש.

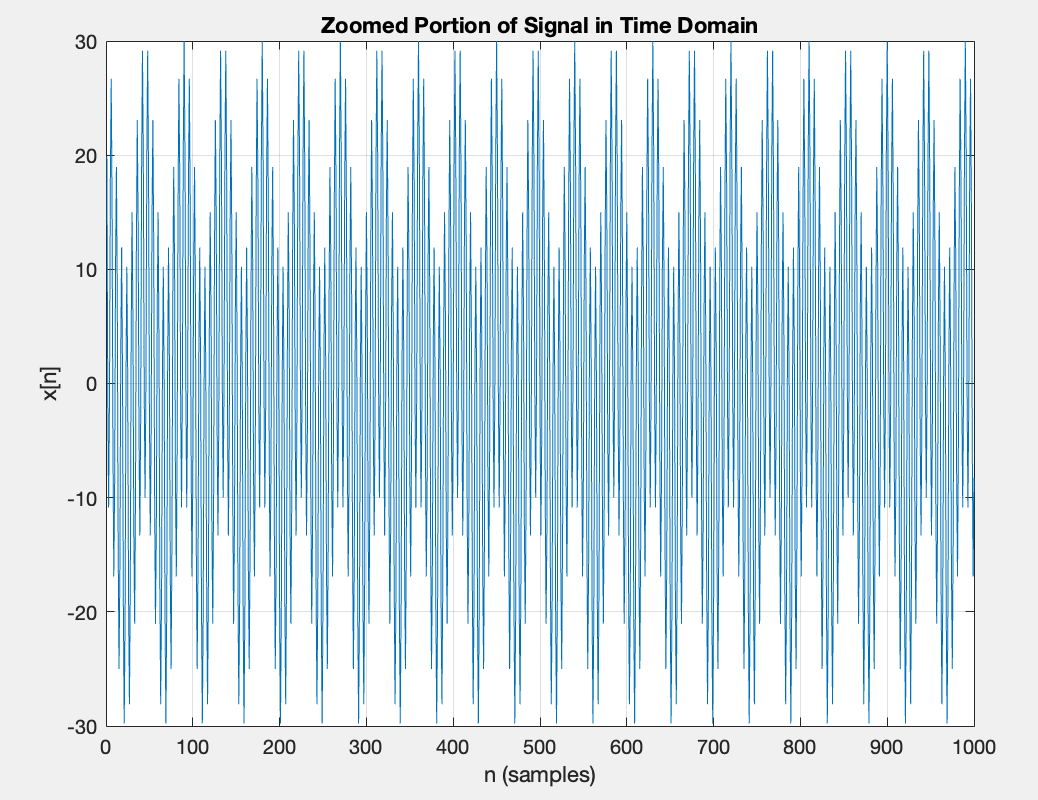
# חלק ג' – OVA

בחלק זה עליכם לממש את שיטת OVA עליה דיברנו בכיתה.

נתון אות ממשי ושני מסננים *. קצב הדגימה הינו 18000 לשנייה. ברצוננו לממש את הקונבולוציה הלינארית:*

*בכדי לבצע את הקונבולוציה הלינארית בצורה יעילה אנו נשתמש בשיטת OVA.*

1. *על מנת לטעון את האות , הורידו את הקובץ sig\_x.mat מאתר הקורס. כיצד נראה הסיגנל? מהם התדרים הפעילים?*

**

* *תדרים פעילים באות (מעל לסף):*

*400 3000*

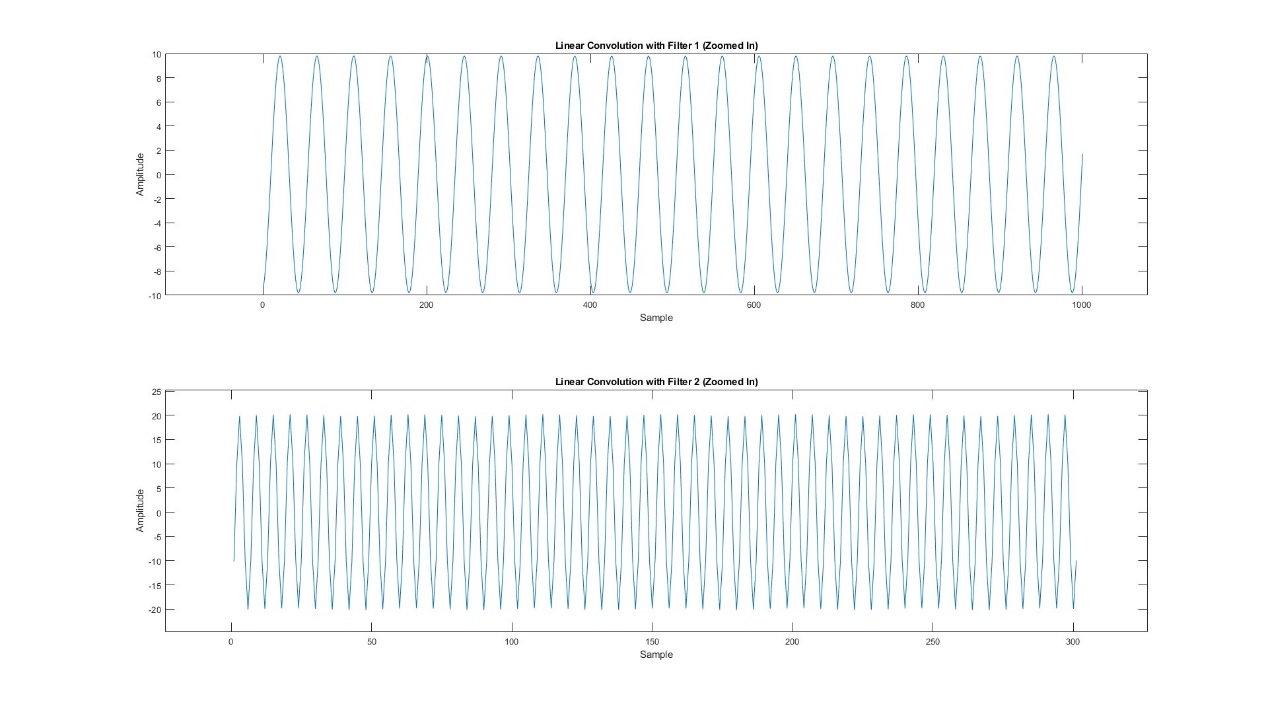
* *הייצוג המתמטי של האות:*

1. *על מנת ליצור את המסננים הורידו את הקבצים filter\_1.mat, filter\_2.mat מאתר הקורס. מהם סוגי המסננים?*

*המסנן הראשון "filter\_1.mat" הוא LPF, ואילו המסנן השני "filter\_2.mat" הוא HPF: A close-up of a graph

Description automatically generated*

1. *ממשו באופן ישיר קונבולוציה לינארית בין הסיגנל לכל אחד מהמסננים. השוו בין התוצאות והסבירו אותם. מהו זמן הריצה?*

*תוצאות הקונבולוציה מראות את ההשפעה של כל מסנן על הסיגנל המסננים מעבירים תדרים שונים ומנחיתים אחרים, כפי שניתן לראות מהגרפים של הקונבולוציה הלינארית: זמני הריצה הקצרים מראים יעילות בביצוע החישוב, עם זמני ריצה כמעט זהים לשני המסננים.*

*Linear convolution with Filter 1 (BSF) took 0.115626 seconds.*

*Number of multiplications with Filter 1: 16470000*

*Number of additions with Filter 1: 16200000*

*Linear convolution with Filter 2 (BPF) took 0.065639 seconds.*

*Number of multiplications with Filter 2: 16470000*

*Number of additions with Filter 2: 16200000*

1. *ממשו קונבולוציה לינארית על ידי OVA. הסבירו כיצד קבעתם את פרמטרי האלגוריתם. מהו זמן הריצה האופטימלי? הציגו זאת בגרף כתלות בגודל המסגרת. הסבירו באופן מפורט כיצד עובדת השיטה.*

*Filter1*

*Number of multiplications : 16428032*

*Number of additions: 16158720*

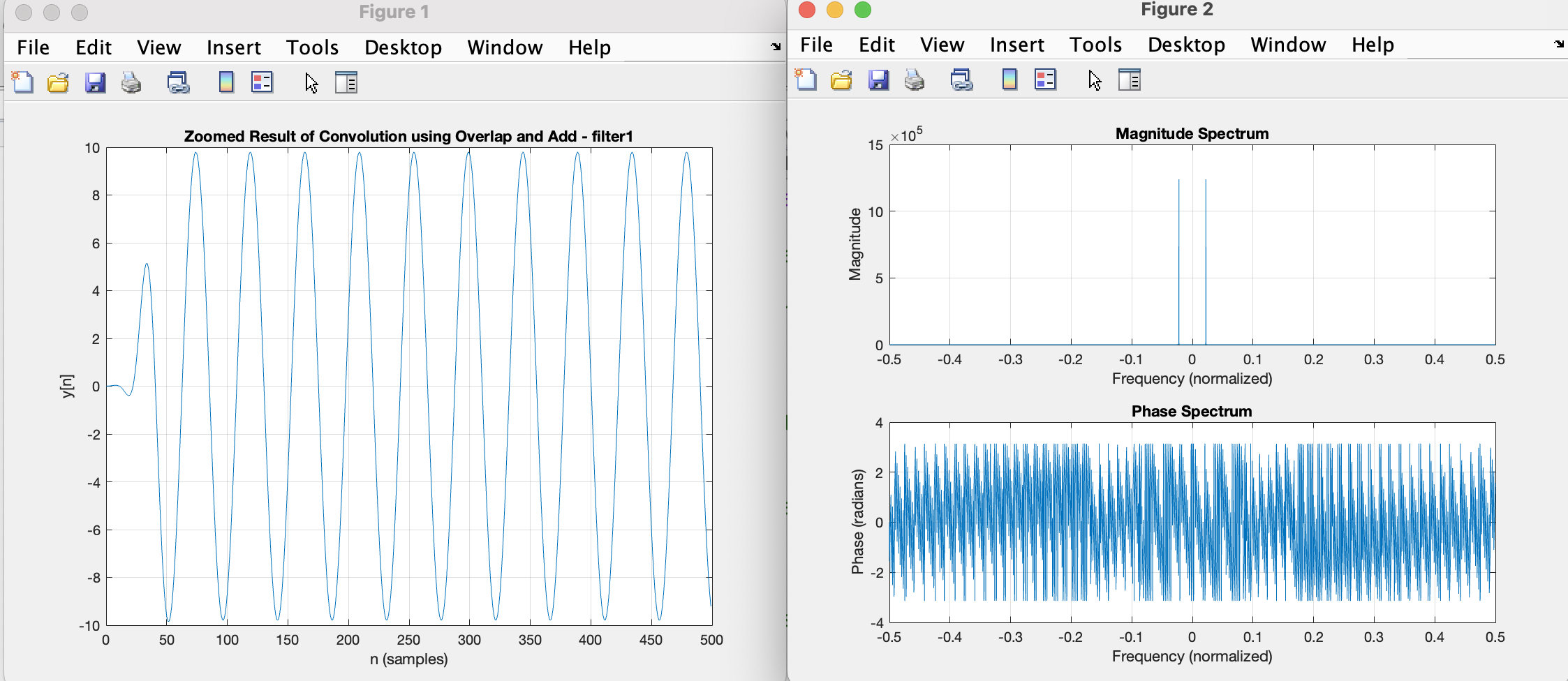
*Linear convolution with Filter 1 took 0.042599 seconds.*

*L = 2048*

*Number of multiplications : 16365568*

*L = 4*

*Number of multiplications : 16469756*

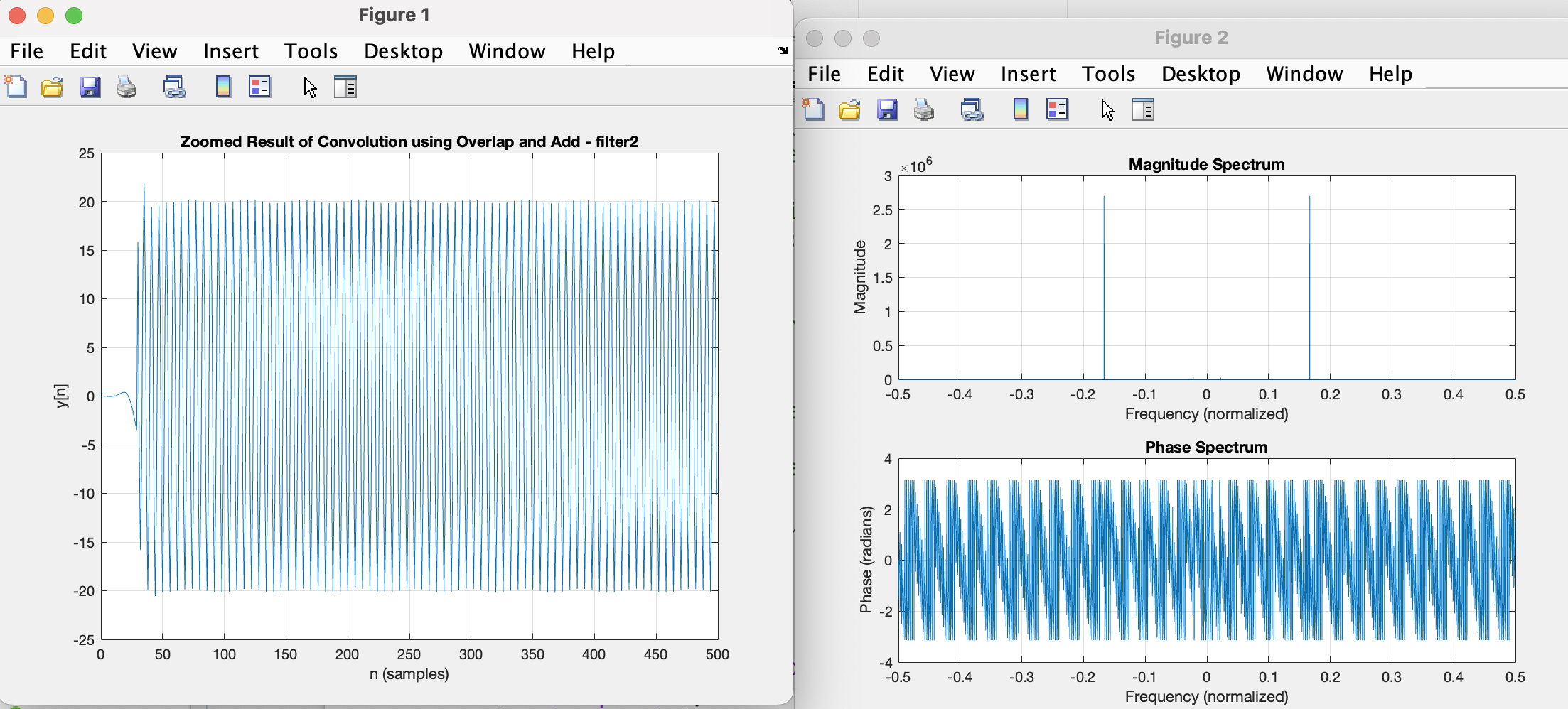
**

*Filter2*

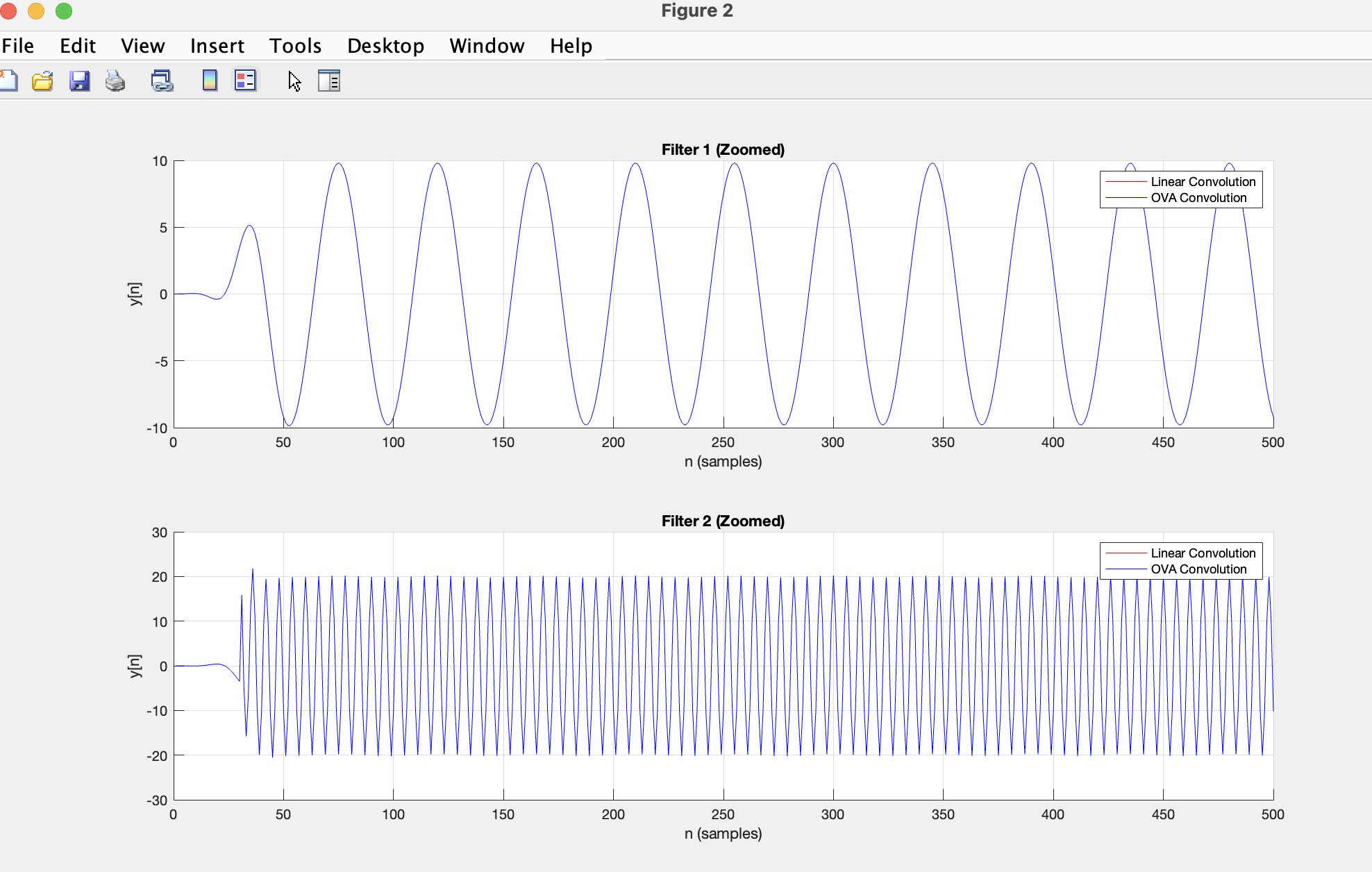
*Number of multiplications : 16428032*

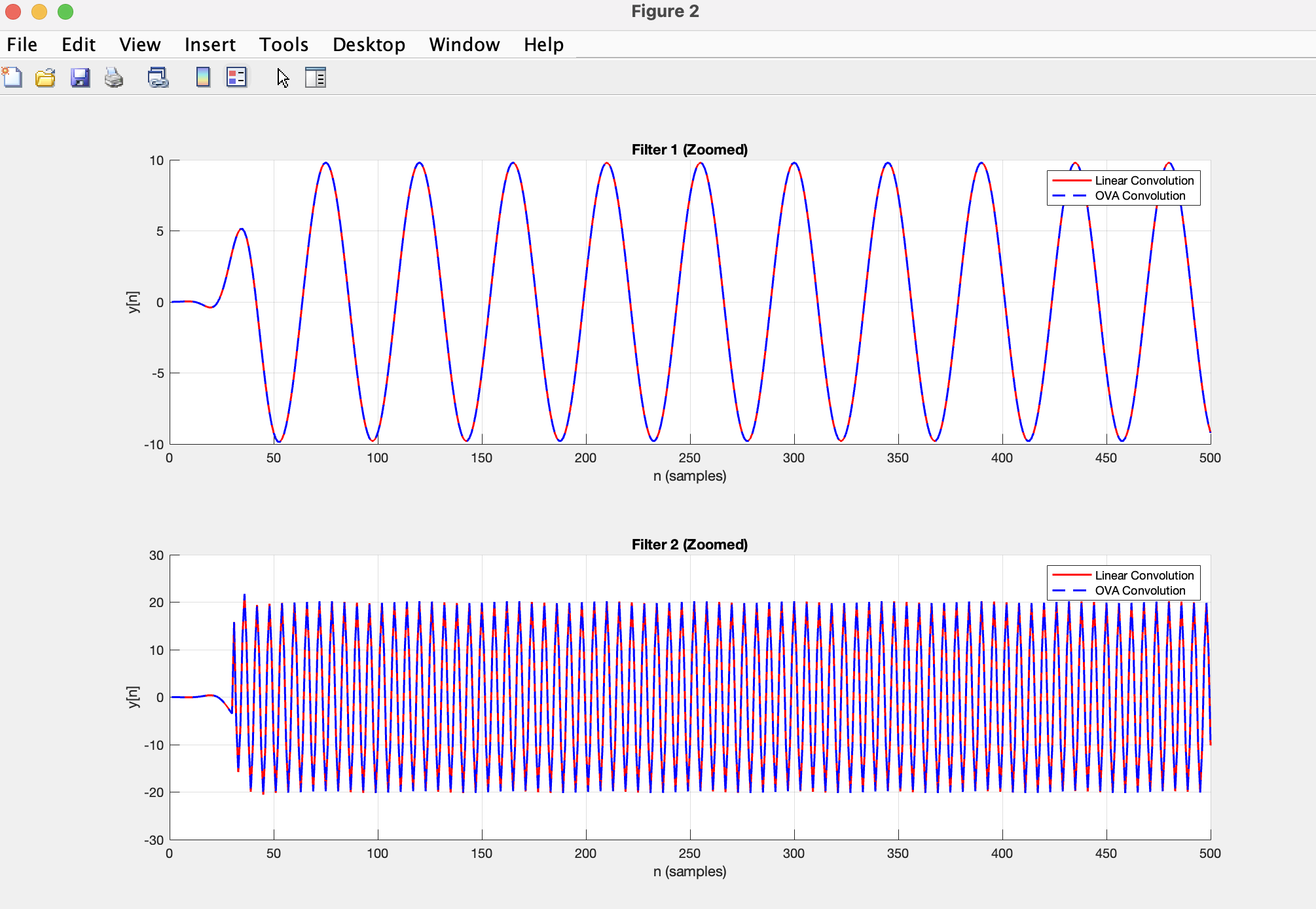
*Number of additions: 16158720*

*Linear convolution with Filter 2 took 0.043691 seconds.*

**

1. *השוו בין זמני הריצה של שתי השיטות על אותו הגרף כפונקציה של גודל המסגרת. לאיזו שיטה ישנה עדיפות מבחינת הביצועים?*
2. *ציירו על אותו הגרף את המוצא של 2 סוגי הקונבולוציה עבור כל אחד מהמסננים והראו כי ביצעתם OVA כראוי.*

**

**