לירון כהן 207481268 יובל מור 209011543

**תרגיל מסכם - אותות ומערכות**

**חלק א'**

נתונה מערכת בעלת תגובה להלם:

סעיף א'

*המערכת* ***סיבתית****.*

*מערכת היא סיבתית אמ"מ התגובה להלם שלה היא פונקציה סיבתית כלומר:*

*נשים לב שמהגדרת מדרגה מתקיים:*

*ולכן נקבל:*

*כלומר המערכת סיבתית.*

*המערכת* ***יציבה*** *במובן .*

*מערכת יציבה אמ"מ מתקיים:*

*נחשב:*

*כפי שראינו בתרגול, עבור נקבל שהטורים מתכנסים לסכום סופי ולכן המערכת יציבה (ניתן*

*לראות זאת גם ממפת קטבים ואפסים בסעיף ו', כיוון שכל הקטבים נמצאים בתוך מעגל היחידה).*

*המערכת* ***הפיכה****.*

*מערכת היא הפיכה אמ"מ קיימת מערכת הופכית המקיימת:*

*לחלופין, נדרוש שבמישור יתקיים:*

נבצע התמרת לתגובה להלם הנתונה. עבור הביטוי הראשון נקבל:

כאשר תחום ההתכנסות הוא .

עבור הביטוי השני נחשב במפורש:

כאשר תחום ההתכנסות הוא .

*ובסך הכל נקבל את התמרת של התגובה הנתונה:*

כאשר תחום ההתכנסות הוא וגם כלומר .

מכאן, קיימת מערכת הופכית שתגובתה להלם היא ולכן המערכת הפיכה, נוודא שהמערכת ההופכית יציבה (וכך נוכיח שהמערכת הפיכה פיזיקלית ולא רק מתמטית):

*נשים לב שקטבי המערכת ההופכית הינם ומכיוון שכולם נמצאים בתוך*

*מעגל היחידה (כפי שניתן לראות במפת הקטבים והאפסים בסעיף ו') המערכת ההופכית יציבה ולכן*

*המערכת* הפיכה.

*סעיף ב'*

*כפי שחישבנו בסעיף א', פונקציית התמסורת של המערכת היא התמרת של התגובה להלם, ולכן*

*נקבל:*

*לוודא שזה מספיק*

סעיף ג'

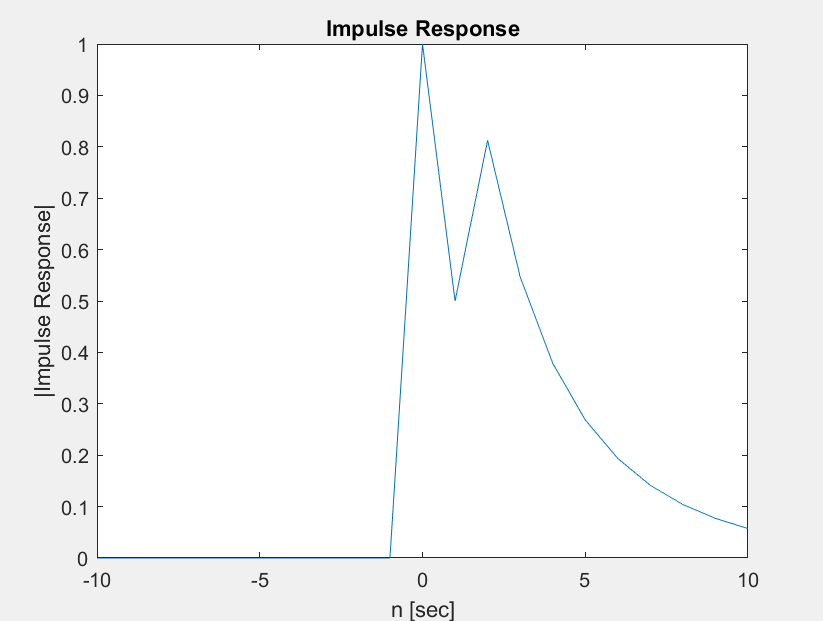
מהגדרת פונקציית התמסורת נקבל:

ומכאן:

*נבצע התמרת הפוכה ונקבל:*

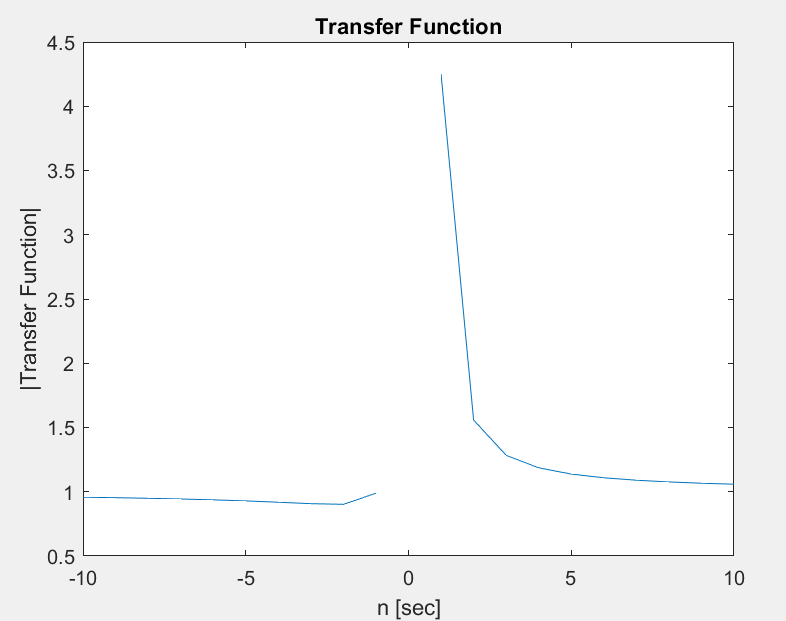
*כלומר משוואת ההפרשים תהיה:*

*סעיף ד'*

**

*להוסיף קוד מטלב*

*סעיף ה'*

**

*לוודא שהקוד משתמש בהתמרת*

*להוסיף קוד מטלב*

*סעיף ו'*

**

*להוסיף קוד מטלב*

***חלק ב'***

*סעיף א'*

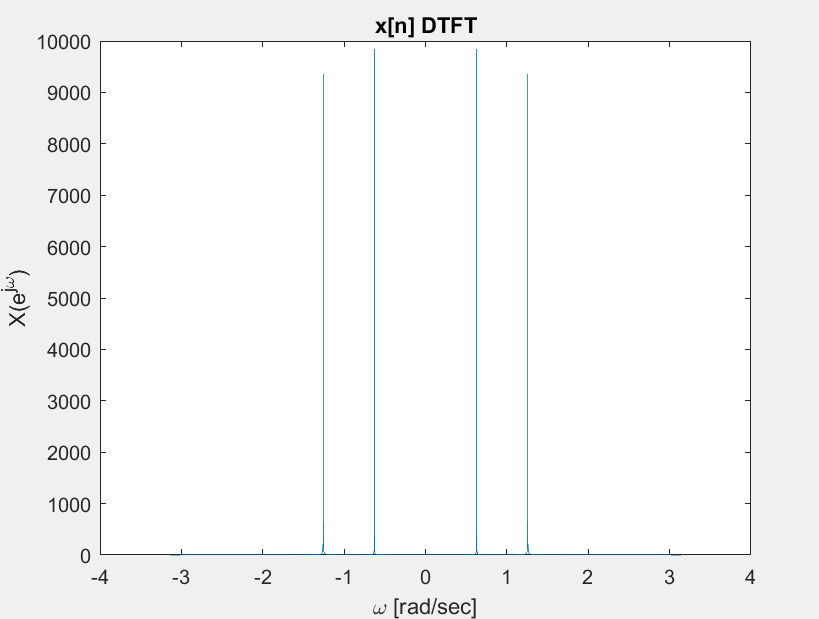


*להוסיף קוד מטלב*

סעיף ב'

*עבור:*

*נחשב את באמצעות הנוסחאות להתמרות ידועות מדף הנוסחאות:*



*להוסיף קוד מטלב*

סעיף ג'

כפי שראינו בכיתה, אות המוצא יהיה קונבולוציה של אות הכניסה עם התגובה להלם של המסנן.

ובמישור התדר נקבל כפל בין התמרת אות הכניסה לפונקציית התמסורת של המסנן.

ומתקיים:

נזכור שמדובר במסנני עם תדרי קטעון שונים, ובהנחה שהמסנן אידיאלי נקבל עבור **המסנן** :

*כל נקודות ההלם נמצאות בתחום בו ולכן:*

ולכן:

עבור **המסנן** :

*נקודות ההלם שנמצאות בתחום בו הן ולכן* שתי המכפלות עם פונקציות ההלם הראשונות מתאפסות.

ולכן:

עבור **המסנן** :

*נקודות ההלם שנמצאות בתחום בו הן ולכן* שתי המכפלות עם פונקציות ההלם הראשונות מתאפסות.

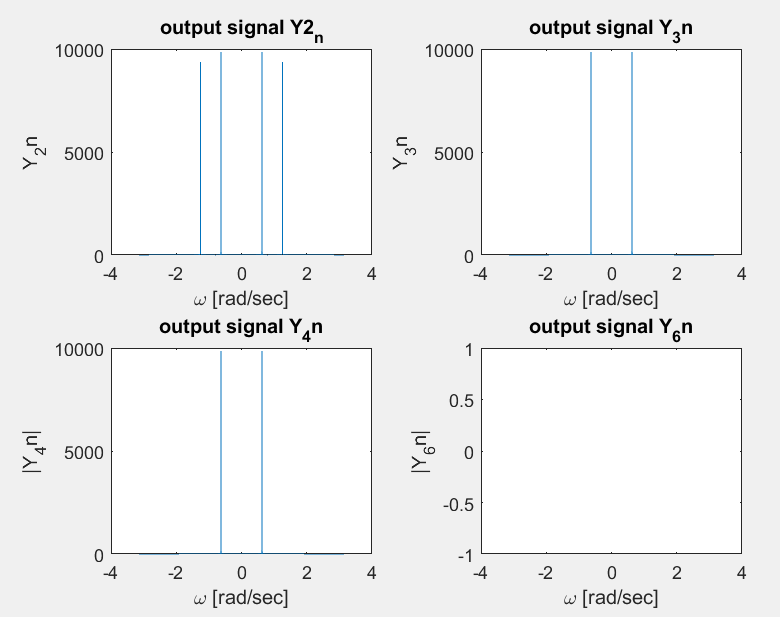
ולכן:

עבור **המסנן** :

*כל נקודות ההלם נמצאות בתחום בו הן ולכן* כל המכפלות עם פונקציות ההלם מתאפסות.

ולכן:

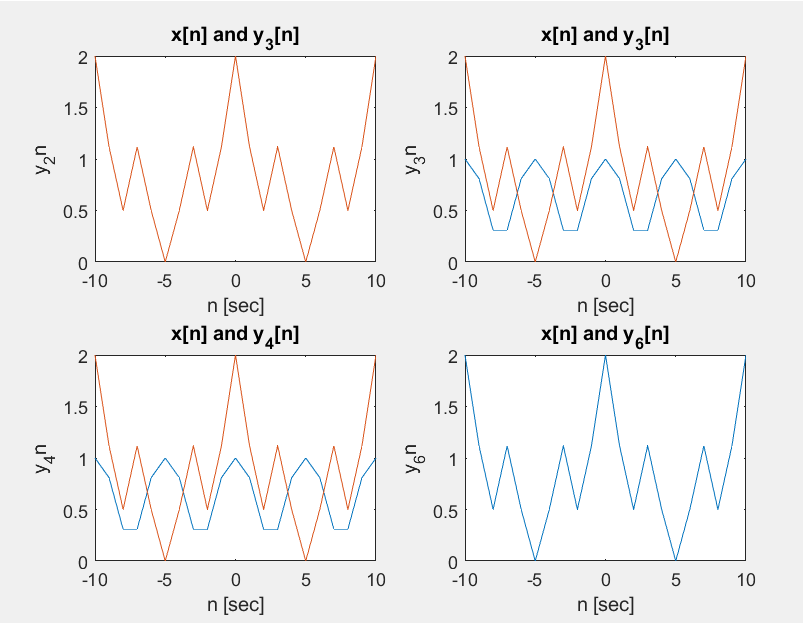
סעיף ד'



*להוסיף קוד מטלב*

ביקשו להסביר

סעיף ה'



*לציין מי הכתום ומי הכחול*

*להוסיף קוד מטלב*

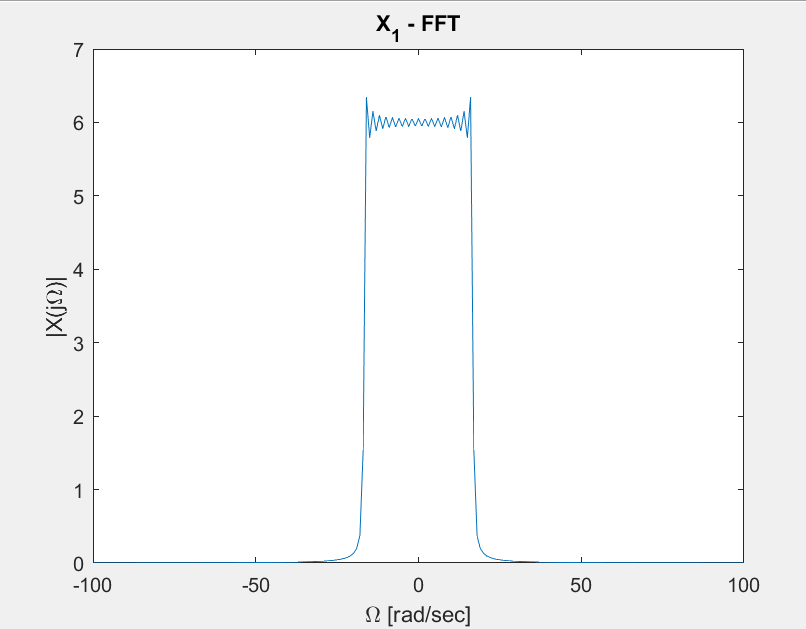
ביקשו להסביר

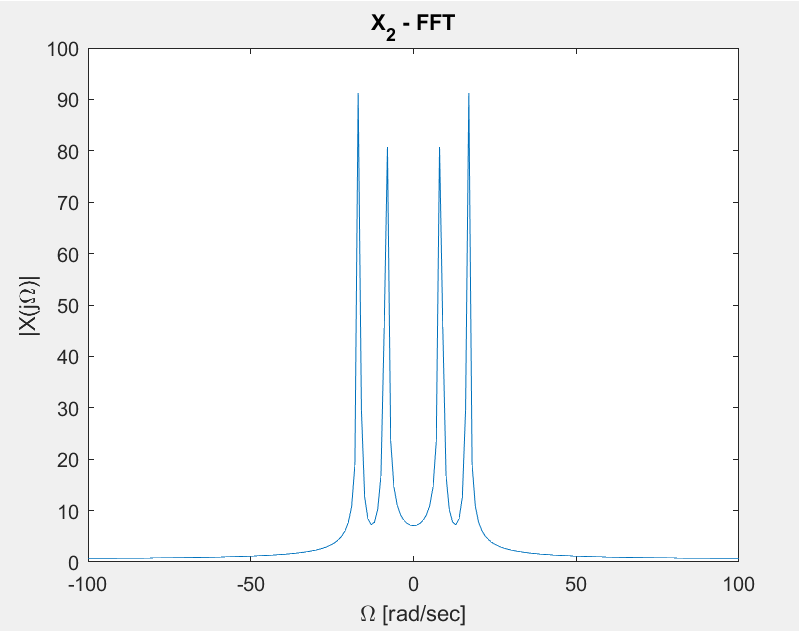
**חלק ג'**

סעיף א'

עבור האות נקבל מתוך התמרה ידועה מדף הנוסחאות :

עבור האות נקבל מתוך התמרות ידועות מדף הנוסחאות:





*להוסיף קוד מטלב*

סעיף ב'

עבור האות וגם עבור האות , מתקיים . נדרוש תדר דגימה מינימלי העומד

בתנאי נייקוויסט, כלומר:

ולכן:

ומכאן:

סעיף ג'

נבחר קצב דגימה של .

כפי שראינו בכיתה, האות הדגום עבור האות הנתון הראשון יהיה:

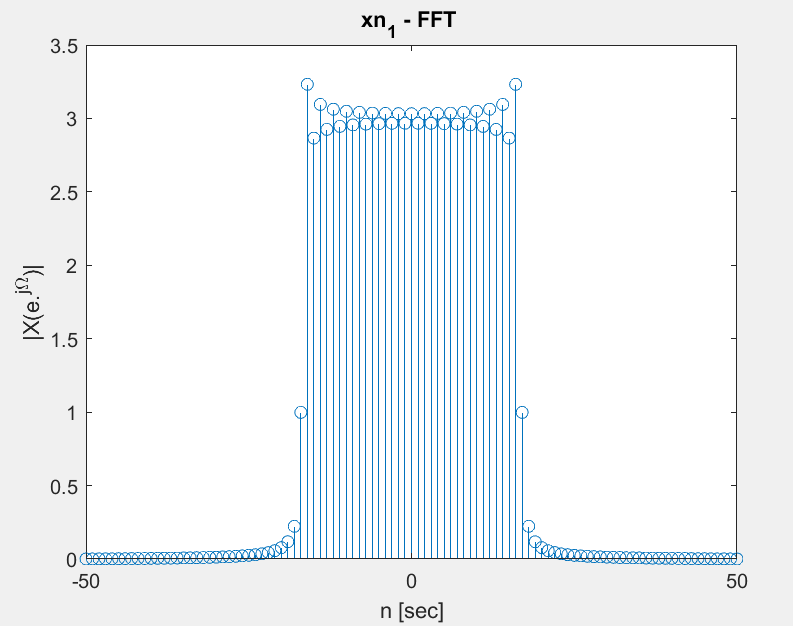
ולפי השלבים שראינו בתרגול, הספקטרום יהיה:

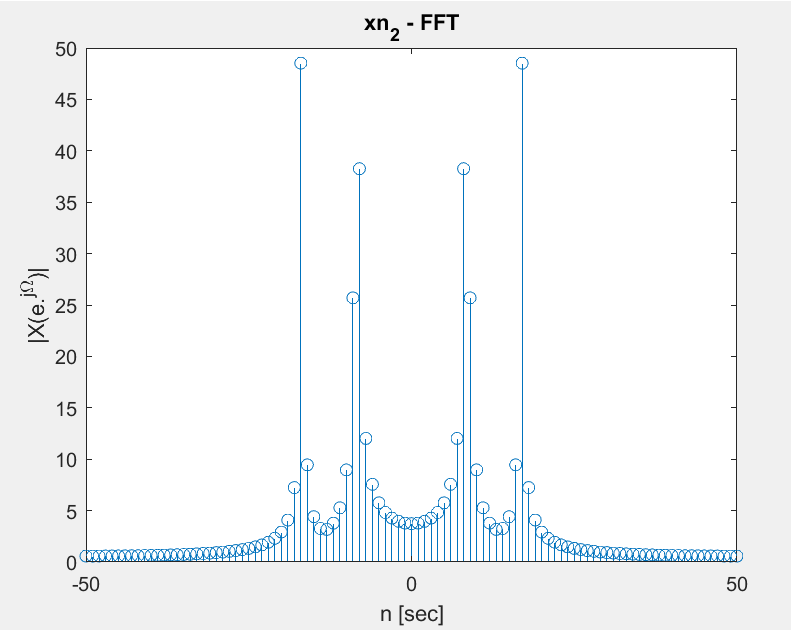
האות הדגום עבור האות הנתון השני יהיה:

והספקטרום יהיה:

*להוסיף קוד מטלב*

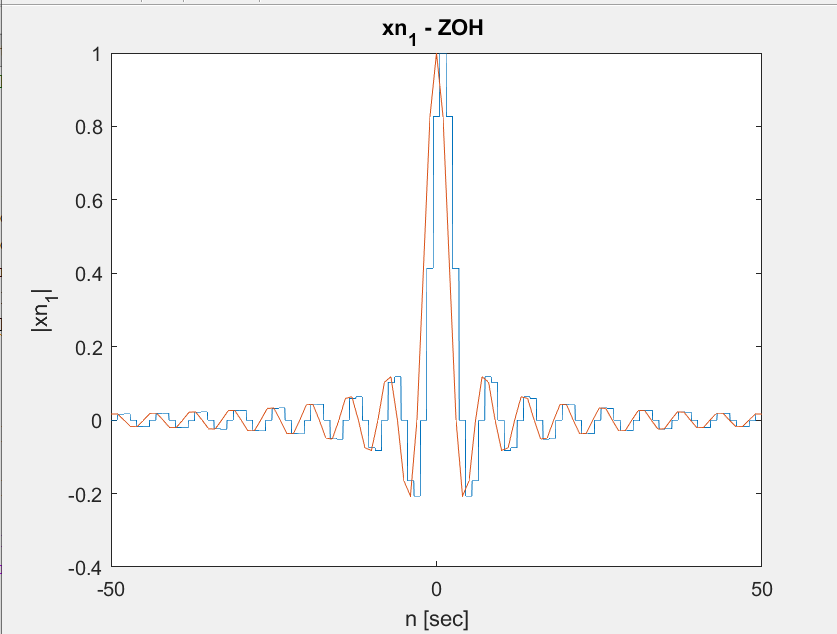
סעיף ד'



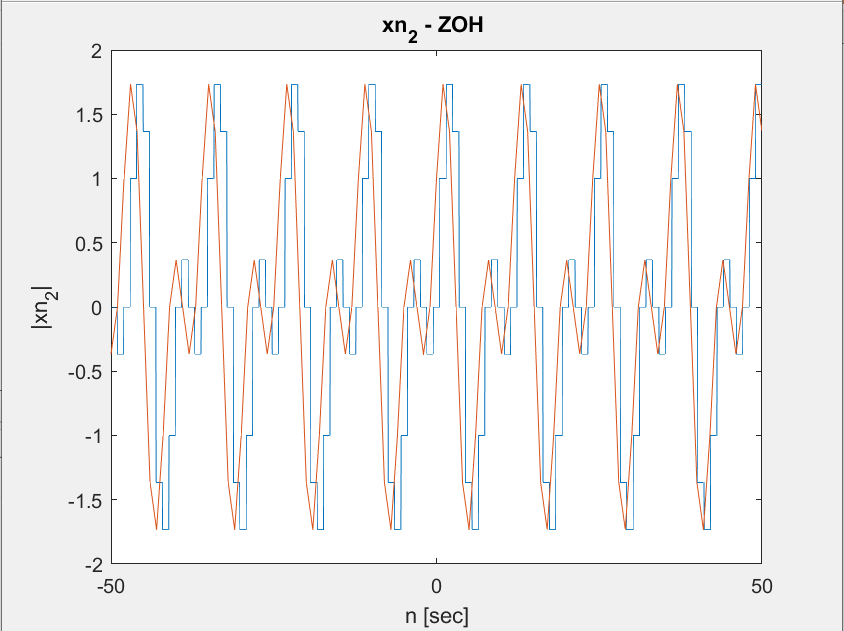


*להוסיף קוד מטלב*

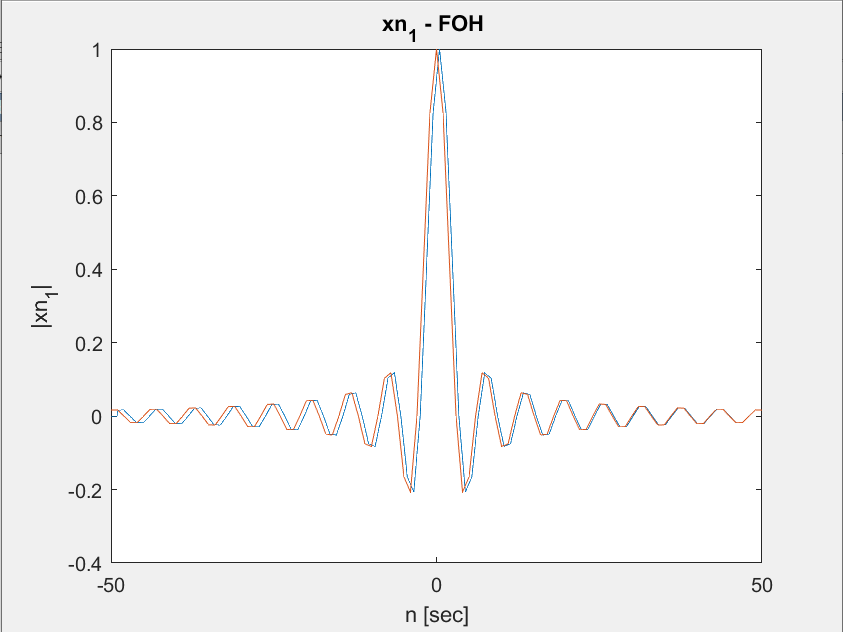
סעיף ה'



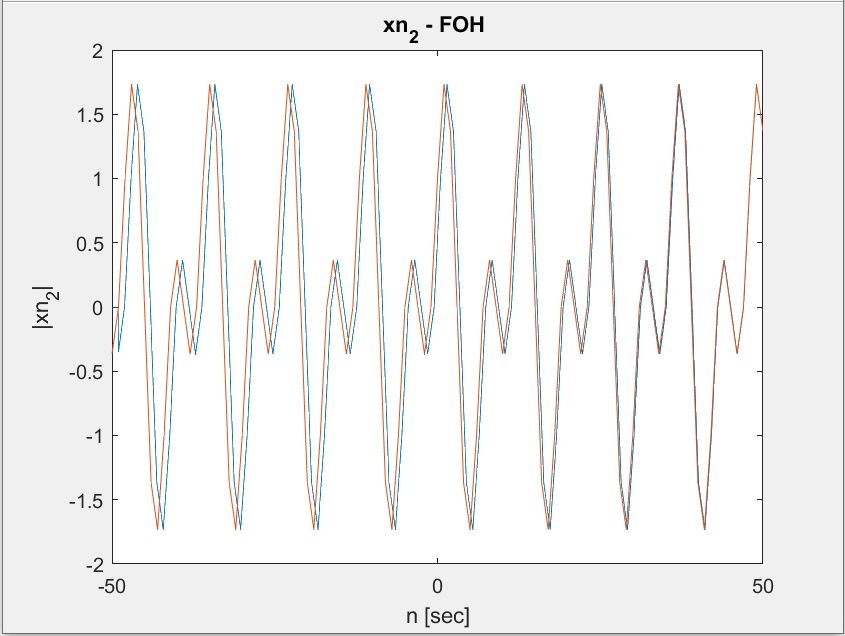
*להוסיף קוד מטלב*



*להוסיף קוד מטלב*



*להוסיף קוד מטלב*



*להוסיף קוד מטלב*

*להוסיף שחזורים אידיאליים*

סעיף ו'

נבחר קצב דגימה של .

כפי שראינו בכיתה, האות הדגום עבור האות הנתון הראשון יהיה:

והספקטרום יהיה:

האות הדגום עבור האות הנתון השני יהיה:

והספקטרום יהיה:

*להוסיף קוד מטלב*





*להוסיף קוד מטלב*

*להוסיף שחזורים*

*להוסיף הסבר*