**תרגיל 2**

1. כמה ביטים צריך כדי לקבל רזולוציה של 1 מיקרוולט אם הטווח של המקלט שלנו הוא 5- עד 5 וולט?  
   resolution = 10-6v

Range = 10 V  
bits = log(range/resolution) = log2(107) = 23.253 -> 24

* 1. כיצד תשנה התשובה אם אנחנו משתשמשים במגבר המגדיל פי 1000?  
     הטווח יקטן פי 1000, כלומר עכשיו יהיה שווה ל: 10-2v. החישוב החדש:  
     bits = log(10-2/10-6) = log2(104) = 13.287 -> 14

1. נתון מערכת הקלטה עם טווח של מינוס 5 עד 5 וולט. מגדילים את האות פי 1000.
   1. חשב את הרעש הנובע מדגימה בעזרת 12 ביטים.  
      noise = resolution2/12  
      range = 10/1000 = 0.01 V  
      bits = 12  
      resolution = range/2bits = 0.01/212=2.44\*10-6 V  
      noise = 5.9\*10-12/12 = 4.96\*10-13v
   2. לאיזה משיטות ההקלטה רעש כזה הוא בעייתי (הקלטה תאית או חוץ תאית) אם בכלל?  
      זהו רעש מזערי שכמעט ולא משפיע על האות.
2. במערכת שמקליטה בין מינוס 5 ל 5 וולט דוגמים אות שנמשך 1 מילי שניה בקצב של K30 הרץ בעזרת 8 ביטים.
   1. כמה נקודות נקבל מהאות?  
      30,000 בשנייה במשך אלפית שנייה: נקבל 30 נקודות.
   2. **כמה נקודות בעלות ערך שונה נקבל אם האות נע מ 100- מילי וולט ועד 200+ מילי וולט בקפיצות שוות?**הטווח של האות – 0.3 וולט.  
      הרזולוציה של הדגימה:  
      resolution = range/2bits = 10/28 = 0.039 V  
      כלומר הדגימה רואה הפרשים של 39 מילי וולט.

הטווח של הדגימה החדשה הוא 300 מיליוולט, לכן נראה:  
300/39 = 7.6 ~ 7  
נקודות שונות

* 1. מהו הרעש הממוצע שנוצר מתהליך דגימה זה?

noise = resolution2/12 = 0.0392/12 = 0.0015/12 = 1.27\*10-4v = 0.127 mV

1. נתון אות שמכיל אותות עם מחזורים שנעים בין 10 ל20 הרץ.
   1. האם ניתן לדגום את האות הנ"ל בקצב שנמוך מ40 הרץ כך שלא יהיה מצב ששני אותות שיעברו aliasing יקבלו את אותו ערך תדר? מהו תדר דגימה זה?  
      כן, תדר דגימה של 20 הרץ.  
      10 הרץ יראה כ10 הרץ.  
      11 הרץ יראה 9.  
      12 יראה כ8

וכן הלאה עד 20 שייעלם מהדגימה ויראה כתדירות 0.

* 1. הסבירו למה התשובה לסעיף a לא סותרת את משפט הדגימה.  
     משפט הדגימה אומר שנוכל לזהות את האות המקורי אם קצב הדגימה מהיר ממנו בלפחות פי 2. במקרה זה, אנחנו לא יכולים לזהות את התדרים האמיתיים, אלא רק תדרים שהם שונים זה מזה. לכן אין כאן סתירה.

1. עטלפים משמעים קולות בטווח של 10 הרץ ועד 120 קילוהרץ. בני אדם שומעים תדרים מתחת ל 20 קילוהרץ.
   1. מקליטים עטלף בעזרת מקלט אנלוגי. באיזה קצב כדאי לדגום את האות כך שנוכל לשחזר את כל התדרים?  
      למעלה מ240 קילוהרץ, לפחות פי שניים מהאות.
   2. נניח שידוע שעטלף משמיע קולות בתדיריות של 10,35,45,72,108 קילוהרץ בלבד. הצעו קצב דגימה שתאפשר לזהות את **קיומם** של צלילים אלו בהקלטה (כלומר שאדם יוכל לשמוע ולזהות שישנם 5 צלילים שונים).  
      13 קילוהרץ. השינויים בתדרים בקילוהרץ הם:  
      10 יראה כ10  
      35 יראה כ9  
      45 יראה כ6  
      72 יראה כ7  
      108 יראה כ4
2. נתון x=A\*sin(2\*pi\*f)
   1. חשב את עוצמת האות הממוצעת של האות במרווח זמן של nT כאשר T=1/f

רמז: העזרו בשיוויון:

Sin2(x/2) = 0.5-0.5cos(x)

1. נתונה עדשת פילטר שמפחיתה את האור ב 4 דציבל
   1. חשב פי כמה קטנה **עוצמת** האור (עוצמה פרושה ריבוע האות) שיוצאת מהפילטר יחסית לזו שנכסה?  
      4 = 10log10(x)

X=2.56

* 1. נניח שמוסיפים עוד פילטר אחרי הפילטר הראשון בעוצמה של 2 דציבל. פי כמה תופחת עוצמת האור במעבר בשני הפילטרים?  
     כמו לחבר את שני הפילטרים: 2+4=6.  
     לכן: 6 = 10log10x  
     x=3.981

1. נתון האות: x=randn(1,600)
   1. חשב את סטית התקן במטלב  
      1.021
   2. הערך את סטית התקן לפי ההפרש בין הערך הגבוה לנמוך (peak to peak)  
      1.0134
   3. חזור על השאלה עם אות באורך של 10000 והסברו למה חלוק ב 5-6 לא מספיק מדויק ומה המסקנה לגבי איך צריך להעריך את השונות?  
      סטיית התקן: 1.0146  
      המנה בין גבוה ונמוך בערך מוחלט: 1.3077

הסבר:  
ככל שדוגמים יותר נקודות יש יותר סיכוי שנקבל ערכי מקסימום ומינימום מאוד רחוקים מהממוצע, אפילו ביותר משש סטיות תקן. לכן ככל שיש יותר נקודות, peek to peek יגדל ולא ייצג את סטיית התקן האמתית.  
הצעה לשיפור: במקום לקחת נקודת מקסימום יחידה ונקודת מינימום יחידה של האותות, לקחת ממוצע בין הנקודות הכי גבוהות בשביל מקסימום, וממוצע של הנמוכות בשביל המינימום. זה יפחית את ההתייחסות לנקודות קיצון נדירות.