

Laboratórium 2 felkészülési feladat

Hallgató: Veszelyi Bence Balázs (V3UWB0)

Mérés sorszáma: 7

A/D és D/A átalakítók vizsgálata

1. feladat

Adott egy 5 bites A/D átalakító, amely jellemzőit 3 paraméteres szinuszillesztés segítségével akarjuk meghatározni. Az átalakító bemenetére adott szinuszjelből 1024 db mintát vettünk. A mintavételi frekvencia 1024 Hz, a bemenő jel frekvenciája 5 Hz. Az átalakító referenciafeszültsége 2.5 V.

Határozza meg MATLAB segítségével:

1.1. A mért szinuszjel amplitudóját, fázisát, és offsetjét 3 paraméteres szinuszillesztés segítségével!

1.2. Számítsa ki a SINAD és az effektív bitszám értékét a 3 paraméteres illesztés segítségével!

2. feladat

Egy A/D átalakítóval szinuszos jelet digitalizálunk. Az A/D átalakító 12 bites, a mintavételi frekvencia 12000 Hz, a bejövő szinusz frekvenciája 82.031250 Hz. Összesen 2048 mintát vettünk a jelből. A szinuszos jel fázisa az első mintavételi pontban éppen $\pi/2$.

2.1. Ellenőrizze le, hogy teljesül-e a koherens mintavétel feltétele.

2.2. FFT segítségével meghatároztuk a jel spektrumát. Az adott f frekvenciájú jel az FFT-vel kapott vektor melyik elemére/elemeire lesz hatással, feltéve, hogy az indexelés 1-től kezdődik? Válaszát indokolja, továbbá MATLAB segítségével ellenőrizze le, az $y = \sin(2 \cdot \pi \cdot f / f_s \cdot (0:N-1) + \pi/2)$; bemenőjel és az $s_y = \text{abs}(\text{fft}(y))$; utasítás használatával.

1. feladat

1.1)

A kapott adataim:

N=5

M=1024

fs=1024

fi=5

Uref=2.5

y[n] = ad6.txt adafájl tartalma

$$w_{in} = \frac{2\pi f_i}{f_s}$$

Szükséges még a win, normalizált körfrekvencia, amely a képlettel számolható, eredménye:
win=0.030679616.

```
%% data
yn=load('C:\Users\vbenc\Google Drive\BME\Labor2\7\ad6.txt','v1');
N=5;
M=1024;
fi=5;
fs=1024;
Uref=2.5;

J=(fi*M)/fs;
win=2*pi*fi/fs;
```

```
%% 1.1
for n= 1:M
    u(n,1)=cos(n*win);
    u(n,2)=sin(n*win);
    u(n,3)= 1;
end

p=u\yn;
p=p';
A=sqrt(p(1)^2 + p(2)^2) ;    % az amplitudú
Uoffset=p(3) ;              % az offset
Fi = atan2(-p(2),p(1));    % fázistolás
```

A kapott eredmények:

Amplitúdó: **14.369 V**

Offszet: **15.7666 V**

Fázistolás: **-1.6015 fok**

1.2)

A SINAD kiszámításának képlete:

$$SINAD_{dB} = 10 \log_{10} \frac{A^2/2}{e_{rms}^2}$$

Ehhez az e_{rms}^2 (zajteljesítmény) még szükséges, amelyet az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$e_{rms}^2 = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} (y[n] - x[n])^2$$

Az effektív bitszámot (Neff) pedig így kapjuk:

$$N_{eff} = N - \log_2 \frac{e_{rms}}{Q/\sqrt{12}}, \text{ a } Q \text{ (kód nominális szélesség)} = 1.$$

A meghatározandó értékek kiszámolásához az alábbi matlab kódot írtam:

```
%% 1.2
```

```
Q=1;
```

```
i=1:M;
```

```
xn=A*cos(win*i+Fi)+Uoffset;
```

```
xn=xn';
```

```
e=(1/M)*(sum((yn - xn).^2));
```

```
SINAD=10*log10((A^2/2)/e);
```

```
Neff=N-log2(sqrt(e)/(Q/sqrt(12))); ->  $e_{rms}^2 = 0.1094$  lett.
```

A kapott eredmény:

SINAD: **29.7463 dB**

Neff: **4.8034 bit**

2. feladat

2.1)

A kapott adataim:

$N=12$

$f_s=12000$

$f_i=82.03125$

$M=2048$

A fázis az első mintavételi pontban: $\pi/2$

A koherens mintavételezéshez teljesülnie kell az alábbi feltételnek:

$$f_i = \frac{J}{M} f_s$$

, itt a J -n kívül (amely a vett periódusok száma) minden adott, így egyszerűen kiszámítható hogy **$J=14$** , így az a feltétel is teljesül az $M \gg J$ és M, J eleme Z .

M és J nem relatív prímek itt, így a kvantálási hiba zajmodellje itt nem használható.

A meghatározandó érték kiszámolásához az alábbi matlab kódot írtam:

```
% 2.1
```

```
N_2=12;
```

```
fs_2=12000;
```

```
fi_2=82.03125;
```

```
M_2=2048;
```

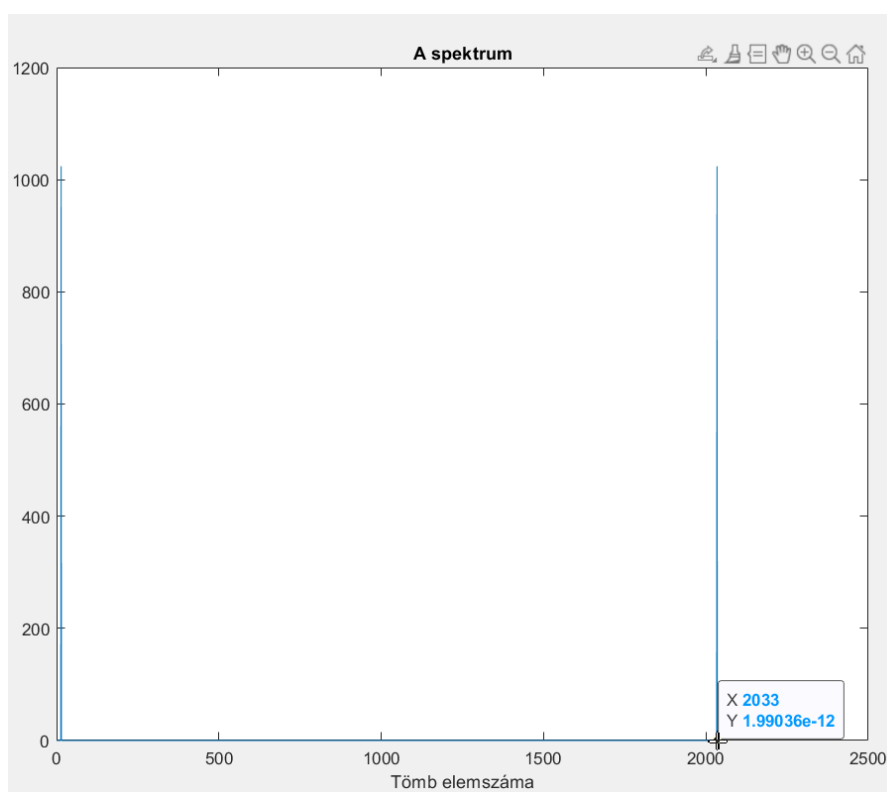
```
J_2=(fi_2*M_2)/fs_2;
```

2.2)

A vett mintaszámunk 2048, így a $[0, f_s]$ tartományt ennyi részre osztjuk. Egy 2048 elemű tömbként értelmezve a tartományt a tömb szomszédos elemei pontosan 5.859375 Hz távolságra vannak egymástól. A spektrumunk periodikus lesz, a mintavételi frekvenciával (f_s) eltolva megjelenik egy másolat, majd $2 \cdot f_s$ -nél is és így tovább (az f_s egészszámú többszöröseinél). Az f -el egyenlő (82.031250 Hz) tömbelem a 15. lesz, a J -ből és a matlab indexeléséből következően. Így azt fogjuk látni hogy az $M-J$ -nél, azaz $2048-15 = 2033$ -as elemnél látjuk az első másolatot.

Az ábrázoláshoz az alábbi matlab kódot írtam:

```
%% 2.2
f=fi_2;
y=sin(2*pi*f/fs_2*(0:M_2-1)+pi/2);
sy=abs(fft(y));
t=0:M_2-1;
plot(t,sy)
title('A spektrum');
xlabel('Tömb elemszáma');
```



A fenti megállapítások helyesek voltak.

A házfeladat megoldásához használt teljes matlab kódom:

[illegible]