

## Laboratórium 2 felkészülési feladat

Hallgató: ----

Mérés sorszáma: 10

---

### 1. Jelgenerátor méretezése.

Határozza meg egy DDS-ből és az azt követő PLL-ből álló jelgenerátor következő adatait:

- referencia frekvencia ( $f_{\text{ref}}$  [Hz]),
- az akkumulátor hossza ( $m$  [bit]),
- a PLL visszacsatoló ágában levő frekvenciaosztó osztásaránya: ( $N=2^n$ );

a következő műszaki adatok alapján:

- maximális generátor frekvencia: ( $f_{\text{max}} = \sim 1073$  [MHz]),
- a generátor frekvenciafelbontása: ( $\Delta f = 256$  [Hz]);

és a következő korlátozó feltételek mellett:

- $f_{\text{ref}} \leq f_{\text{refmax}} = 40$  MHz,
- $n = 0, 1, 2, \dots, 9$ ,
- $m = 16, 17, 18, \dots, 32$ ,
- a frekvenciabeállítást vezérlő DDS kódszó hossza:  $m-1$ , ahol:  $l = 2$ .

### 2. Ismertesse a TRF6900A IC Frekvenciaszintetizátor és FSK modulátor blokkjának működését.

### 3. Rajzolja fel az FSK jel vételére alkalmas, TRF6900A IC-vel megvalósított vevő blokkdiagramját, és ismertesse a vevő működését.

A TRF6900A IC adatlapja letölthető a <http://portal.mit.bme.hu/oktatas/hf/vimia305/hf/trf6900a.zip> címről.

A TRF6900 EVM fejlesztőkártya leírása letölthető a <http://portal.mit.bme.hu/oktatas/hf/vimia305/hf/swru001c.zip> címről.

---

A beadás tudnivalói:

- **Az önállóan kidolgozott feladatot a következő mérési gyakorlat elején a mérésvezetőnek kell bemutatni, írott vagy elektronikus formában (attól függően, hogy a mérési útmutató melyiket írja elő).**
  - A felkészülési feladat utólag már nem adható be. Pótlására a szorgalmi időszak végén egy alkalommal, az adott mérési gyakorlat pótlásával egy időben van lehetőség.
- 

A feladatokat önállóan, meg nem engedett segítség igénybevétele nélkül oldottam meg:

.....  
aláírás

Feladat megoldása:

1)

1.1) Adatok:

$$\Delta f = 256[\text{Hz}] \quad f_{\max} = \sim 1073 [\text{MHz}] \quad f_{\text{ref}} \leq f_{\text{refmax}} = 40 \text{ MHz},$$

$$n = 0, 1, 2, \dots, 9, \quad m = 16, 17, 18, \dots, 32$$

$$N = 2^n = ? \quad m = ? \quad f_{\text{ref}} = ?$$

1.2) Alapösszefüggéseink:

$$\Delta f = N \frac{f_{\text{ref}}}{2^m} \quad N = 2^n \quad f_{\max} = N f_{\text{ref}} \frac{2^{m-1}}{2^m}$$

1.3) Az első egyenletet  $f_{\text{ref}}$ -re rendezzük és N-t behelyettesítjük!

$$f_{\text{ref}} = \frac{\Delta f 2^m}{2^n}$$

1.4) Az így kapott egyenlet segítségével „m” meghatározható lesz!

$$f_{\max} = 2^n \frac{\Delta f 2^m}{2^n} \frac{2^{m-1}}{2^m} = \Delta f 2^{m-1} = \Delta f 2^{m-2} = \frac{\Delta f}{4} 2^m \rightarrow m = \text{ld} \left( \frac{4 f_{\max}}{\Delta f} \right) = \text{ld} \left( \frac{4 \cdot 1073 \text{ MHz}}{256 \text{ Hz}} \right) = 23.999 \approx 24$$

1.5) Az alábbi egyenletet átrendezve N-re megkaphatjuk a leosztást:

$$f_{\text{refmax}} = 40 \text{ MHz} \geq f_{\text{ref}} = \frac{\Delta f 2^m}{2^n} \rightarrow N = 2^n \geq \frac{\Delta f 2^m}{f_{\text{refmax}}} = \frac{256 \cdot 2^{24}}{40 \text{ MHz}} = 107.374 \rightarrow n \geq \text{ld}(107.374) = 6.746$$

1.6)  $f_{\text{ref}}$  kiszámításához pedig az alábbi egyenletet használjuk fel!

$$f_{\text{ref}} = \frac{\Delta f 2^m}{2^n}$$

Így a megoldásaink:

m	n	N	fref [MHZ]
24	7	128	33.554
24	8	256	16.778
24	9	512	8.3886

## 2.) Ismertesse a TRF6900A IC Frekvenciaszintetizátor és FSK modulátor blokkjának működését

A DDS által előállított frekvencia 3,5Mhz körül van. A PLL ezt a frekvenciát szorozza fel az ISM sávba. A DDS kimeneti frekvenciáját a 24 bites regiszter határozza meg, amelynek a tartalma az órajel minden ütemére a DDS frekvenciaregiszterében tárolt számmal nő, egészen addig, amíg a 24 bites regiszter túlcserélődik, és a számolási ciklus újratekercsölődik. A 24 bites regiszter kimenete az analóg kimenő jel pillanatnyi fázisával egyezik meg, azaz a digitális jel az idő függvényében egy fűrészjel szerint változik.

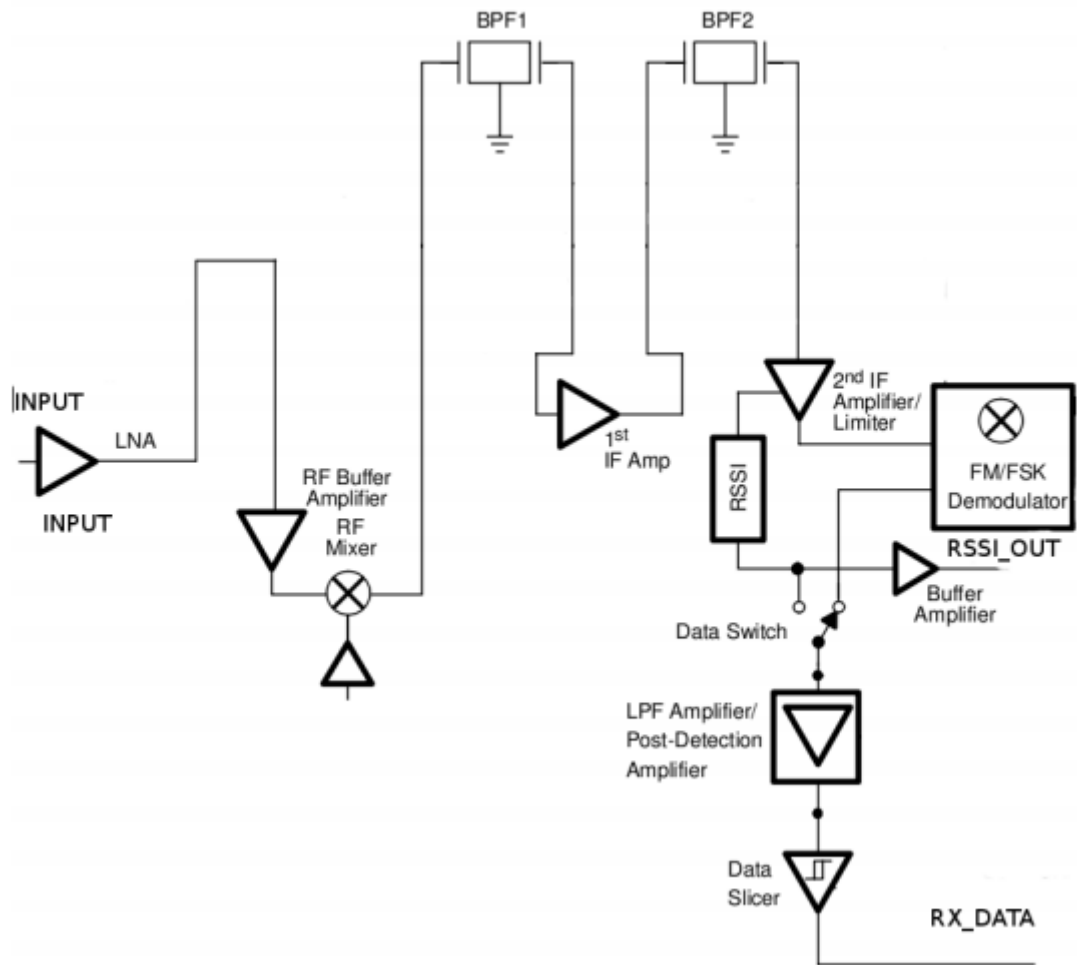
A DDS ezt a fűrészjel szerint változó digitális jelet konvertálja egy digitális háromszögfüggvénybe, majd a 11 bites DAC analóg háromszögjellé konvertálja. Az analóg háromszögjelet egy nemlineáris áramkör szinuszos jellé konvertálja.

A DAC miatt a szinuszos jelalak-formáló kimentén megjelenő jel a szinuszos jelet lépcsőfüggvénnyel közelíti. A lépcsőfüggvény miatt fellépő zavarjelek egy 4MHz határfrekvenciájú LPF szűri. A DDS kimeneti

frekvenciáját a frekvenciaregiszterben lévő szám határozza meg, melynek értéke három paraméterrel befolyásolható:

- „0” üzemmód esetén az „A” kódszó
- „1” üzemmód esetén a „B” kódszó
- FSK moduláció esetén a „D” kódszó által hordozott frekvencialöket

3.) Rajzolja fel az FSK jel vételére alkalmas, TRF6900A IC-vel megvalósított vevő blokkdiagramját, és ismertesse a vevő működését!



A vett jel egy kiszajú ( $NF=3,3$  dB) előerősítőre jut, amelynek erősítése 2 dB és 13 dB között kapcsolható át. A vett jel KF-sávba való transzponálása egy kétszeresen kiegyenlített keverővel, azaz az integrált áramkörökben igen gyakran használt Gilbert-cellával megy végbe. A keverő előtt a vevőágban tükörfrekvenciás szűrő nem található, így a vevő hasznos jelre vonatkoztatott és tükörfrekvenciás érzékenysége megegyezik egymással. A KF előerősítő a BPF2 jelű, 150 kHz RF sávzélességű, kerámia szűrő csillapítását kompenzálja. A vevő szelektivitását a BPF2 csatornaszűrő határozza meg. A csatornaszűrő kimenete a kb. 80 dB-es erősítésű, differenciál erősítők fokozatokból kialakított KF főerősítő és limiter áramkörre jut. A digitális FSK és analóg FM modulációk nagy előnye, hogy nemlineáris vevőkkel is vehetők, azaz nincs szükség lineáris erősítő és AGC (Automatic Gain Control) áramkörök alkalmazására. A limiter kimenete a digitális FSK és analóg FM jelek demodulációjára egyaránt alkalmas frekvenciadiszkriminátorra jut.