Mérési Jegyzőkönyv

|  |  |
| --- | --- |
| A mérés tárgya: | A/D és D/A átalakítók vizsgálata (7. mérés) |
| **A mérést végzik:** | <hallgató neve><hallgató neve> |
| **Mérőcsoport:** | <kurzus>, <csoport száma> |
| **A mérés időpontja:** | <év>. <hónap>. <nap>. |
| **A mérést vezeti:** | <mérésvezető neve> |
| **Asztal száma:** |  |

Felhasznált eszközök

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Oszcilloszkóp | Agilent 54622A | MY4< > |
| Függvénygenerátor | Agilent 33220A | MY4< > |
| Digitális multiméter (6½ digit) | Agilent 33401A | MY4< > |
| Analog Devices MicroConverter Evaluation Board | VIK-II-07 | W/O No.: <szám>Unit No: <szám>  |

Mérési feladatok

1. Bevezető feladat

A mérés során először egy 12 bites, 2,5 V referenciafeszültségű unipoláris D/A átalakító hibáit vizsgáljuk. Mind a D/A-k, mind az A/D-k esetén a hibákat az ideális eszközökhöz képest adjuk meg, tehát az ideális karakterisztikától való eltérést jellemezzük. Ha a vizsgált átalakító ideális volna, akkor az LSB értékét az alábbi módon határozhatnánk meg:

$$LSB=\frac{2.5 V}{2^{12}}=0.6104 mV.$$

Az LSB ismeretében pedig tetszőleges $D$ kódhoz az $U\_{ki}\left(D\right)=D⋅LSB$ kimeneti feszültség tartozik ideális esetben.

* 1. Mérje meg a D/A kimeneti feszültségét a 0, 1000, 2000, 3000 és 4000 kódokon. Töltse ki az alábbi táblázatot! Adja meg az ideális esetre számított és a mért kimeneti értékek közötti hibát feszültségben és a névleges LSB-ben kifejezve!

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kód | $U\_{ki}, [V$] (ideális) | $U\_{ki}, [V]$ (valós) | Eltérés, [V] | Eltérés, [LSB] |
| 0 |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |
| 2000 |  |  |  |  |
| 3000 |  |  |  |  |
| 4000 |  |  |  |  |

1. D/A átalakító statikus jellemzőinek mérése
	1. Mérje meg a D/A átalakító ofszethibáját és erősítési hibáját!

A mérés menete, mérési összeállítás:

Az ofszet és az LSB értékének kiszámítása:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bemeneti kód | Mért feszültség |  |  |  |
| 0 |  |  | Ofszet |  |
| 4095 |  |  | LSB |  |

Mérési tapasztalatok:

A fentebb számolt LSB az átalakító igazi kvantálási szintjét adja meg, az 1. feladatban ennek névleges értéke került meghatározásra. Innentől kezdve az LSB-ben megadandó mennyiségeknél mindig a valódi LSB értékkel számoljon!

* 1. Mérje meg a DAC1 D/A átalakító kimenő feszültségét a jeltartományban nagyjából egyenletesen elosztott néhány pontban! MATLAB segítségével illesszen egyenest a végpontokra, határozza meg és rajzolja ki az eltéréseket, továbbá számítsa ki az integrális linearitási hibát! A hiba értékét LSB-ben adja meg!

A mérés menete:

Az egyenes illesztést végző MATLAB kód:

%MATLAB kód

Az integrális nemlinearitási hiba ábrázolása:

Mérési tapasztalatok:

* 1. Mérje meg a DAC1 D/A átalakító kimenő feszültségét néhány egymás utáni digitális érték (kód) esetén, és határozza meg a differenciális nonlinearitást! A hiba értékét LSB-ben adja meg!

A mérés menete:

A differenciális nemlinearitási hiba ábrázolása:

Mérési tapasztalatok:

1. D/A átalakító beállási idejének és glitch területének meghatározása
	1. Mérje meg a DAC1 D/A átalakító beállási idejét a 0 bemeneti értékről a  értékre történő ugrás esetén! Értékelje a mérési eredményeket! (Függ-e a beállási idő az ugrás nagyságától, mi lehet ennek a magyarázata stb.)

A mérés menete:

Az oszcilloszkóp ábrája:

Mérési tapasztalatok:

* 1. Mérje meg a DAC1 D/A átalakító glitch energiáját 0111…1 értékből 1000…0 értékbe történő váltás esetén!

Mérés menete:

Az oszcilloszkóp ábrái:

Mérési tapasztalatok:

1. Kvantálási hiba mérése
	1. Adjon az egyik D/A átalakító bemenetére egy 12-bitre kvantált szinuszhullámot, míg a másikra ugyannak a jelnek a 4-bitre kvantált verzióját! Az oszcilloszkópon vizsgálja meg a két jelalak különbségeként értelmezett kvantálási hibát!

A mérés menete:

Eredmények, tapasztalatok

1. A/D átalakító tulajdonságainak vizsgálata hisztogram teszttel
	1. Mintavételezzen néhány periódust egy megfelelő frekvenciájú szinuszjelből! Ábrázolja a mért jel hisztogramját a MATLAB hist függvénye segítségével! Hasonlítsa össze az ideális szinuszjel hisztogramjával!

A mérés menete:

A mérés során használt MATLAB kód:

%MATLAB

A hisztogram ábrázolása:

Mérési tapasztalatok:

* 1. Vizsgálja meg, talál-e hiányzó kódra illetve nagy differenciális nemlinearitásra utaló jeleket a hisztogramban! Mennyire reális a mérés?

Mérési tapasztalatok:

1. Nem megfelelő mintavételezés hatása
	1. Alkalmazzon koherens illetve nem koherens mintavételt, és nézze meg, hogyan jelentkezik ennek hatása a spektrumban! Látható-e a szivárgás jelensége?

A mérés menete:

Eredmények ábrázolása

Időtartománybeli jel:

Frekvenciatartomány:

Mérési tapasztalatok:

* 1. Állítson be a mintavételi frekvenciához közel eső frekvenciájú bemenő jelet. Végezzen egy mérést, és az eredményt az időtartományban jelenítse meg. Vizsgálja meg a jel frekvenciáját. Látszik-e az átlapolás hatása? Miért olyan kicsi a mért jel amplitúdója a generátoron beállított értékhez képest? Vizsgálja meg a kapott jelet frekvenciatartományban is.

A mérés menete:

A digitalizált jel az időtartományban:

Mérési tapasztalatok:

1. A/D átalakító tulajdonságainak vizsgálata szinuszjel illesztéssel
	1. Adjon 100 Hz-es szinuszjelet az A/D átalakító bemenetére, majd mintavételezzen 8192 mintát az útmutatóban leírt függvények segítségével. A *calc\_sinefit* függvény segítségével illesszen szinuszjelet a digitalizált jelre. A visszaadott paraméterek és a maradékjel (residual) segítségével számítsa ki a SINAD és Neff jellemzők értékét! Hasonlítsa össze a specifikációban talált adatokkal!

A mérés menete:

A méréshez használt MatLab kód:

%MATLAB

Mérési eredmények (a mért és illesztett szinuszjel, ill. különbségük ábrázolása)

Számszerű eredmények:

Az illesztés eredménye:

|  |  |
| --- | --- |
| Amplitudó |  |
| fázis |  |
| Ofszet |  |

A számított paraméterek:

|  |  |
| --- | --- |
| E\_rms |  |
| SNR\_id |  ,ahol *N* az átalakító bitszáma |
| SINAD |  |
| Neff |  |

Mérési tapasztalatok:

* 1. Végezze el a mérést több bemeneti frekvencián, és ábrázolja a SINAD(*f*) és Neff(*f*) függvényeket! Mit tapasztal?

Mérés menete:

Számszerű eredmények:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bemeneti frekvencia | SINAD | *Neff* |
| 100 |  |  |
| 200 |  |  |
| 400 |  |  |
| 800 |  |  |
| 1600 |  |  |

Eredmények ábrázolása:

Mérési tapasztalatok:

1. A/D átalakító tulajdonságainak vizsgálata a frekvenciatartományban
	1. Mintavételezzen 5 periódust egy megfelelő frekvenciájú szinuszjelből. Határozza meg a digitalizált jel spektrumát, valamint a SINAD, SNR, és THD jellemzők értékét a *calc\_fft* függvény segítségével! A kapott paraméterek segítségével számítsa ki Neff értékét. Hasonlítsa össze az időtartományban kiszámított értékekkel és a specifikációban talált adatokkal!

A mérés menete:

A méréshez használt MATLAB kód:

%MATLAB

Mérési eredmények:

A mért jel spektrumának ábrázolása:

|  |  |
| --- | --- |
| SINAD |  |
| Neff |  |
| SNR |  |
| THD |  |

Mérési tapasztalatok, összevetés az előző ponttal:

* 1. Végezze el a mérést több bemeneti frekvencián, és ábrázolja a SINAD(*f*) és Neff(*f*) függvényeket! Mit tapasztal?

A mérés menete:

A méréshez használt MATLAB kód:

%MATLAB

Mérési eredmények:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Periódusok száma | Bemeneti frekvencia | SINAD | *Neff* |
| 5 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 21 |  |  |  |
| 101 |  |  |  |

Mérési tapasztalatok:

1. Végpontok közötti, szűkebb tartományra ill. legkisebb négyzetes hibával illesztett egyenessel számított nemlinearitási diagramok összehasonlítása
	1. Vegye fel multiméterrel a DAC0 D/A átalakító kimeneti feszültségét a bemenet függvényében, a 100 és a 3945 pontokon, valamint a kettő között egyenletesen elosztott 10 pontban!
	2. Illesszen egyenest a 100 és a 3945 pontokban mért értékekre és így számítsa ki az integrális nemlinearitási hibát. Vesse össze az adatlap adataival. Az adatlap alatt található apróbetűs részt is olvassa el! Vesse össze a mérési eredményt az 1.2. mérés eredményeivel

A mérés menete:

Eredmények, tapasztalatok: