

# D/A konverter statikus hibáinak mérése

Segédlet a Járműfedélzeti rendszerek II. tantárgy laboratóriumi méréshez

Dr. Bécsi Tamás, Dr. Aradi Szilárd, Fehér Árpád

2016. szeptember

## A méréshez szükséges eszközök

- MCP4921 adatlap
- papír, toll

## A mérés során felhasználandó eszközök

- BigAVR6 fejlesztői készlet
- Atmel JTAGICE debugger
- Atmel Studio szoftver
- digitális oszcilloszkóp

## A mérés célja

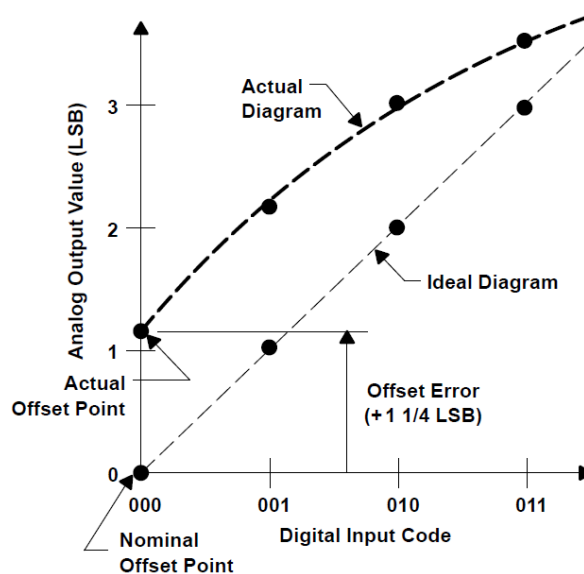
A mérés célja egy digitál-analóg konverter (DAC) karakterisztikájának és statikus hibáinak kimérése. A DAC SPI kommunikációs csatornán fogadja a kimenetére vonatkozó parancsokat.

## Digitál-analóg konverter (DAC) statikus hibái

Egy ilyen eszköz (Microchip MCP4921) és a DAC működési alapelve ismertetése került az SPI kommunikációt tárgyaló gyakorlati anyagban, melynek ismerete feltétlenül szükséges a laborgyakorlat sikeres elvégzéséhez!

### Nullponthiba vagy offszethiba (offset error)

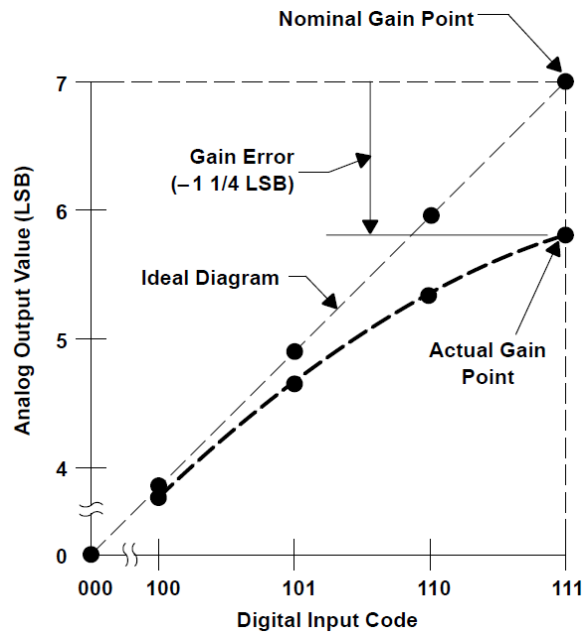
A kimenet eltérése az ideálistól, amikor a digitális bemenet 0. Ez a hiba minden pontot érint, kimérése után az összes kimenetet kompenzálni kell.



1. ábra: DAC nullponthiba

### Erősítési hiba (gain error)

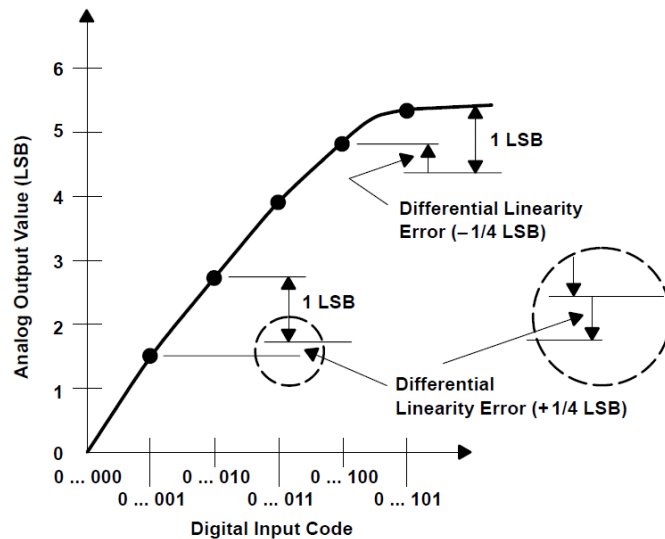
A valós és az ideális erősítési pont eltérése a nullponthiba korrigálása után. Azaz a kimenet eltérése az ideálistól, amikor a digitális bemenet maximális.



2. ábra: DAC erősítési hiba

### Differenciális nemlinearitás (differential nonlinearity, DNL)

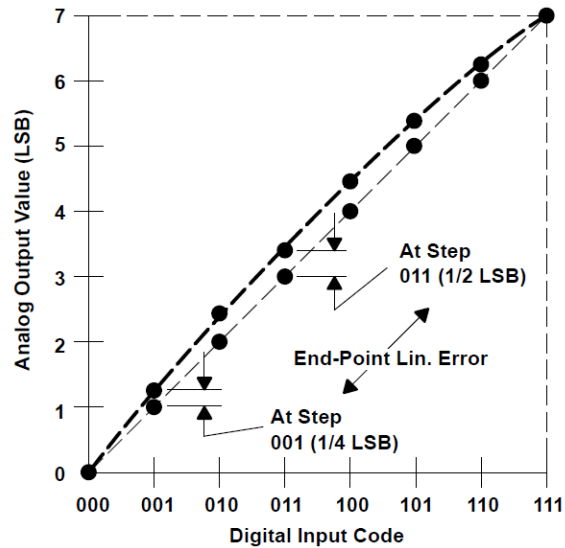
Ideális esetben az eggyel növelt digitális bemenet hatására a kimenetnek 1 LSB értékkel kell változnia. Ha a valóságban ez a változás nem pont 1 LSB, akkor ez az eltérés a differenciális nemlinearitás. Amennyiben a hiba meghaladja az 1 LSB-t, akkor előfordulhat (negatív érték esetén), hogy az eszköz nem monoton (nonmonotonic), mivel akár a kimenet csökkenhet is a bemenet növelése esetén.



3. ábra: DAC differenciális nemlinearitás

### Integrális nemlinearitás (integral nonlinearity, INL)

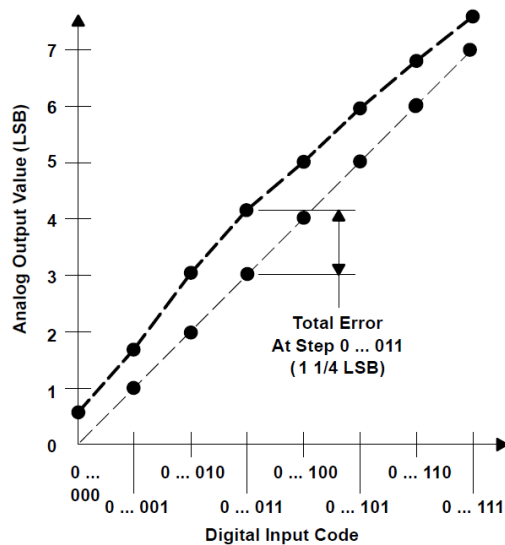
Az integrális nemlinearitás a valós kimenet eltérése egy egyenestől, melyet kétféleképpen vehetünk fel. Az első esetben az egyenes a valós pontokra illesztett regressziós egyenes. A második esetben a tartomány két végpontja közé húzott egyenes a nullponthiba és az erősítési hiba korrekciója után, azaz az ideális átviteli függvényre illesztett egyenes. A mérés során a második módszert fogjuk alkalmazni.



4. ábra: DAC integrális nemlinearitás

### Abszolút pontossági hiba (absolute accuracy error)

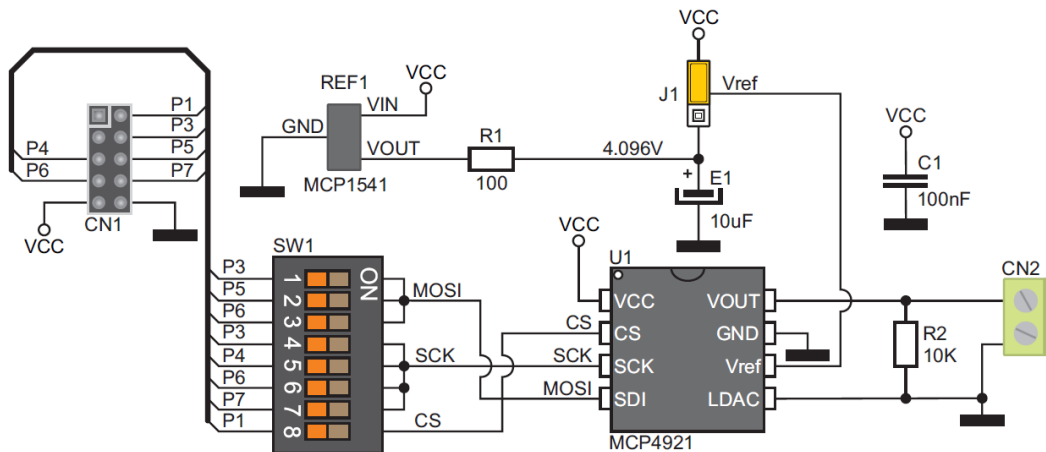
A valódi és ideális kimenetek közötti eltérés maximuma. Azaz teljese karakterisztikát lemérve, ki kell keresni a legnagyobb eltérést az ideális átviteli függvényhez viszonyítva. Ez a hiba tartalmazza a nullponthibát, az erősítési hibát és az integrális nemlinearitást. Ezért e méréskor a korrekciókat nem szabad elvégezni.



5. ábra: DAC abszolút pontossági hiba

### A mérés menete

A méréshez a már ismert BigAVR6 fejlesztői készletet fogjuk használni, amelynek egy opcionális áramköre tartalmaz egy MCP4921 IC-t a szükséges kiegészítő áramköri elemekkel (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**)

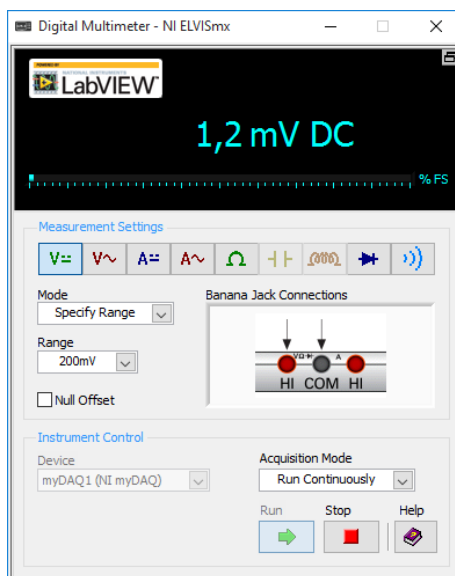


6. ábra: A MCP4921 kapcsolás a BigAVR6 kiegészítő panelen

A szükséges programot a gyakorlaton ismertetett módon kell feltölteni a mikrokontrollerre, melynek elérési útvonalát és nevét a laborvezető fogja ismertetni.

A mérés célja, hogy a DAC alsó 200 mV-os tartományát kimérjük és a mérés alapján kiszámoljuk a statikus a tartomány statikus hibáit. Ennek megfelelően a DAC bemenetét a PD0 és PD1 lábakra kötött gombokkal lehet 12-es lépésekben csökkenteni illetve növelni. A mérés során 0-180-ig kell a DAC kimenetét lemérni, azaz összesen 16 mérési pontot kell kapnunk.

A kimenet mérését a National Instruments MyDAQ eszközzel - multiméter üzemmódban – kell elvégezni. A multiméter kimentein található csipeszket a kimeneten lévő vezetékhez kell – polaritáshelyesen - csatlakoztatni. A számítógépen el kell indítani a *National Instruments/NI ELVISmx Digital multimeter* nevű programot. A multimétert állítsa egyenfeszültségű módba és 200 mV-os méréshatárra, majd a *Run* gombbal indítsa el (3. ábra).



7. ábra: NI ELVISmx Digital multiméter beállításai

Mérje végig a 16 mérési pontot és jegyezze fel a mért értékeket.

## Jegyzőkönyv

A jegyzőkönyvet a mérés során a füzetébe vagy egy külön papírra készítse el! Készítsen táblázatot a következő oszlopokkal:

Digitális bemenet	Mért kimenet (mV)	Ideális kimenet (mV)	Offszet korrigált kimenet (mV)	DNL (LSB)	INL (LSB)	Abszolút hiba (LSB)
-------------------	-------------------	----------------------	--------------------------------	-----------	-----------	---------------------

Töltsék ki a mért és számított értékekkel! A számításokat a fenti definíciók és ábrák alapján végezze el (a DNL és INL számítást az offszet hibával korrigált értékekkel végezze)! Vesse össze a mérési eredményeket az MCP4921 adatlapjába szereplő értékekkel, és írja le, hogy a mérési eredmények alapján teljesíti-e az eszköz a gyártó által vállaltakat!

## Beugró kérdések

1. Ismertess a digitál-analóg konverter (DAC) működési alapelvét!
2. Definiálja DAC esetében a nullponthibát!
3. Definiálja DAC esetében az erősítési hibát!
4. Definiálja DAC esetében az integrális nemlinearitást!
5. Definiálja DAC esetében a differenciális nemlinearitást!
6. Ismertesse az SPI busz fő tulajdonságait!
7. Ismertesse az SPI busz hardveres kialakítását és lehetséges topológiáit!