
Tomislav Varagić

A/D konvertor sa binarnom aproksimacijom

Opisan je i realizovan četvorobitni A/D konvertor sa binarnom aproksimacijom. Ispitani su tačnost i brzina konverzije, kao i greške samog uređaja.

Uvod

U procesu obrade fizičkih veličina putem računara i drugih sistema za digitalnu obradu signala neophodno je merenu fizičku veličinu najpre pretvoriti u električnu (napon ili struja), a zatim takav signal diskretizovati. Elektronska kola koja veličinu i polaritet napona (struje) konvertuju u odgovarajući digitalni oblik nazivaju se analogno-digitalni konvertori, ili skraćeno ADC (od engleskog *analog to digital converter*). Analogno-digitalna konverzija je generisanje kodovanog broja koji odgovara ulaznom analognom signalu. Pod kodovanim brojem se podrazumeva binarna više-bitna digitalna informacija. A/D konvertori se uglavnom koriste kao ulazni delovi uređaja za obradu informacija. Proces A/D konverzije sastoji se iz više konverzionih postupaka. U određenim vremenskim razmacima uzimaju se amplitudski odmerci analognog signala (diskretizacija po vremenu). Ovi odmerci se dovode u blok za amplitudsko kodovanje gde se prevode u diskretnu veličinu koja odgovara datom analognom odmerku (diskretizacija po amplitudi). Određivanje odgovarajuće digitalne vrednosti se vrši odsecanjem ili zaokruživanjem.

Razlika ulaznih napona koji odgovaraju susednim digitalnim vrednostima naziva se promena za jedan bit najmanje težine. Vrednost razlike ulaznog napona dva susedna binarna broja kod n-bitnog konvertora određuje se izrazom:

$$V_{lsb} = \frac{V_{ps}}{2^n - 1} \quad (1)$$

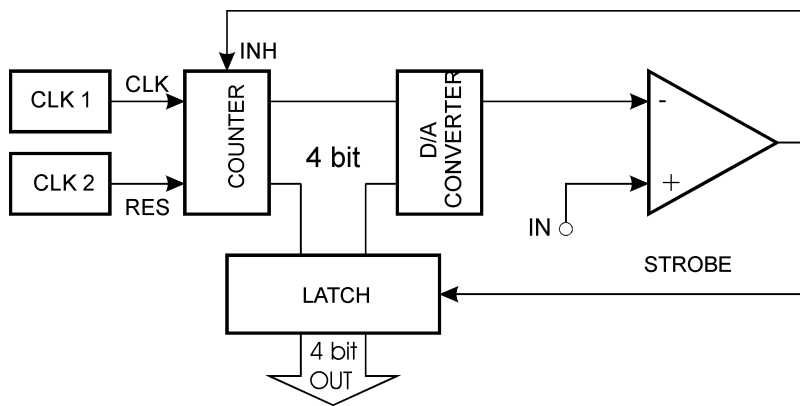
Tomislav Varagić (1982), Užice, Nikole Pašića 32, učenik 1. razreda Gimnazije "M. Milovanović – Lune" u Užicu

*MENTOR:
Branimir Acković,
student 1. godine
Elektronskog fakulteta
u Nišu*

gde je V_{lsb} – rezolucija, V_{ps} – maksimalni napon na ulazu koji konvertor može da konvertuje i n broj bitova konvertora. Treba istaći da se ova formula koristi i za negativne vrednosti napona (tada je jedan bit rezervisan za znak). Ukoliko digitalna vrednost sadrži više bitova greška konvertovanja će biti manja.

Opis rada uređaja

Osnovni delovi realizovanog ADC prikazani su na blok šemi uređaja (slika 1). To su: generatori impulsa, brojač, D/A konvertor, operacioni pojačavači, komparator i registar.

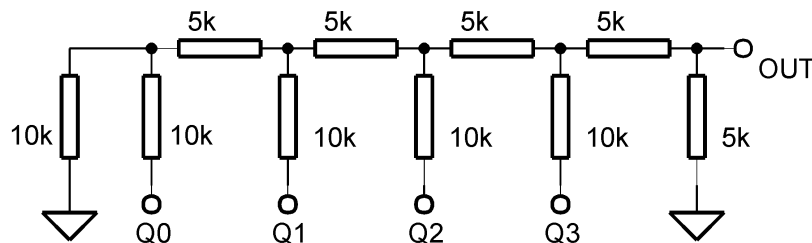


Slika 1.
Blok šema uređaja.

Figure 1.
Block diagram.

Kod realizovanog A/D konvertora postoje dva generatora impulsa. Prvi generator impulsa pokreće brojač, dok drugi vrši resetovanje brojača i time označava početak nove konverzije. Ovi generatori realizovani su kolima NE 555.

Brojač je realizovan pomoću kola SN74191. To je binarni programabilni *up/down* brojač. Sa obzirom da SN74191 nema mogućnost direktnog resetovanja, za to je iskorišten ulaz *load*, dok su programabilni ulazi kola vezani na masu. Kada se završi konverzija sa komparatora se dovodi signal za zabranu brojanja.

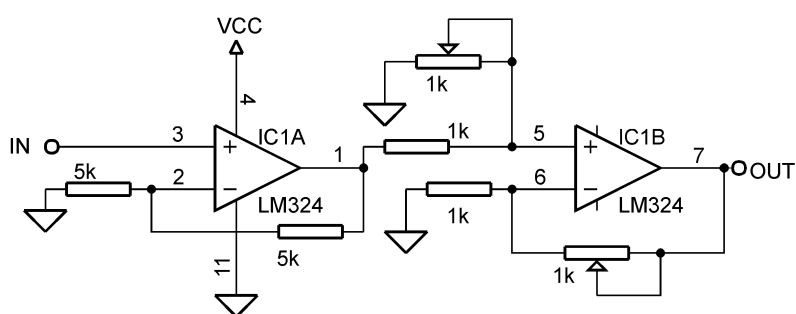


Slika 2.
Ulazni deo realizovanog A/D konvertora.

Figure 2.
Resistor net of the A/D converter.

Izlazi brojača su spojeni na D/A konvertor, koji je realizovan pomoću lestvičaste otporne mreže. Realizovani D/A konvertor je bipolarni. Konvertor je prikazan na slici 2, gde su sa Q0 do Q3 su označeni izlazi brojača koji su povezani na lestvičastu mrežu otpornika.

Na izlazu D/A konvertora imamo analogni signal. Taj signal dovedimo na dva neinvertujuća pojačavača 2 realizovana kolom LM 324 (sl. 3), gde se on pojačava. Pojačanje ovih pojačavača reguliše se trimer potencimetrima od 1 k.



Slika 3.
Neinvertujući
pojačavači.

Figure 3.
Non inverting
amplifiers.

Ovako pojačan signal vodi se na komparator gde se upoređuje sa ulaznim signalom koji konvertujemo. Sve dok je ulazni napon veći od napona iz pojačavača komparator je u negativnom zasićenju. Kada napon iz pojačavača premaši napon sa ulaza, komparator odlazi u pozitivno zasićenje (+15V). Ovakav napon bilo je potrebno uskladiti sa *TTL* standardom brojača i registra, što je postignuto regulatorom napona LM7805.

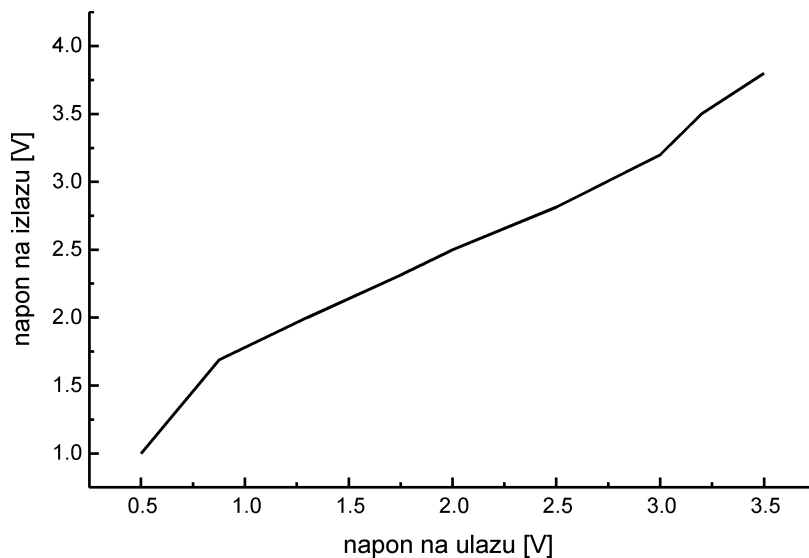
Za izlazni registar upotrebljeno je kolo SN74573. Četiri od osam *data* ulaza je povezano na izlaze brojača. Dozvolu za upis u registar daje komparator (preko kola LM7805), dok je dozvola za iščitavanje stalna. Tako na izlazu registra uvek imamo validne podatke konverzije.

Na slici 4 prikazana je kompletna šema realizovanog A/D konvertora.

Ispitivanje karakteristika A/D konvertora

Svako odstupanje u odnosu na idealnu karakteristiku prenosa predstavlja grešku konverzije. Odstupanje izlazne digitalne vrednosti za ulazni napon od nula volti naziva se greška nule, a odstupanje pri maksimalnom ulaznom naponu naziva se greška pune skale.

Ulazno-izlazne karakteristike realizovanog A/D konvertora ispitivane su tako što je za određene vrednosti ulaznog napona meren napon na izlazu konvertora. Dobijena prenosna karakteristika je prikazana na slici 5.



Slika 5.
Prenosna
karakteristika A/D
konvertora..

Figure 5.
Transition diagram.

Pri ispitivanju uređaja utvrđeno je da postoji greška nule koja iznosi 1 bit. Takođe, utvrđeno je da kod realizovanog A/D konvertora postoji greška pune skale. Ulazni napon preko 7 V A/D konvertor ne može da registruje, jer izlaz komparatora odlazi u pozitivno zasićenje, a na izlazu se javlja digitalna vrednost od 1111.

Sledeća karakteristika koja je ispitivana je *vreme konverzije*. To je vreme koje protekne od početka do kraja konverzije definisanog impulsom sa komparatora kojim se vrši upisivanje podatka u registar. Merenje vremena konverzije vrši se pri maksimalnoj vrednosti ulaznog napona (7 V za realizovani A/D konvertor), jer je tada trajanje konverzije najveće (tj. tada je naponu koji se dobija sa brojača potrebno najviše vremena da dostigne maksimalni ulazni napon). Vreme konverzije se izračunava prema formuli:

$$t_{adk} = (n + 1) t_c \quad (2)$$

gde je n – broj bitova konvertora, a t_c – perioda ponavljanja impulsa kojim se taktuje brojač. Vreme konverzije iznosi $t_{adk} = 65$ ms. Pri izračunavanju nisu uzete u obzir greške merne opreme.

Rezolucija, tj. najveća vrednost razlike ulaznih napona kojima pri A/D konverziji odgovaraju dva susedna binarna broja iznosi 0.46 V, što sledi iz formule (1).

Literatura

Živković, D., Popović, M. 1997. *Impulsna i digitalna elektronika*. Beograd: Naučna knjiga

Tešić, S., Vasiljević, D. 1997. *Osnovi elektronike*. Beograd: Građevinska knjiga

Tomislav Varagić

A/D Converter with Binary Approximation

In digital processing of analog signals there is a need to convert its to digital. The circuit for that type of conversion are called analog to digital converters (ADC). We have realized the ADC with binary approximation. It's block diagram is shown on Figure 1. Electrical diagram of converter is shown on figure 4. That is 4-bit ADC with 15.3 samples per second. Minimal resolution is 0.46 V, and input range is from 0 V to 7 V max. The transition diagram of these ADC is shown on figure 5.

