

EDUKATIVNI REPREZENTATIVNI PRIMERI IZ MERNO-INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA SA PRIMENOM MATEMATIČKIH ALGORITAMA

Platon Sovilj¹, Rade Doroslovački², Dragan Pejić³, Đorđe Novaković⁴, Marjan Urekar⁵,
Nemanja Gazivoda⁶

^{1,2,3,4,5,6}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
¹platon@uns.ac.rs, ²ftndean@uns.ac.rs, ³pejicdra@uns.ac.rs, ⁴djordjenovakovic@uns.ac.rs,
⁵marjanurekar@gmail.com, ⁶nemanjagazivoda@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U radu su prikazani edukativni reprezentativni primeri iz merno-informacionih tehnologija sa primenom matematičkih algoritama.

Ključne reči: Edukacija/Reprezentativni primeri/ Merno-informacione tehnologije

EDUCATIONAL REPRESENTATIVE EXAMPLES FROM MEASUREMENT-INFORMATION TECHNOLOGIES WITH THE APPLICATION OF MATHEMATICAL ALGORITHMS

Abstract: The paper presents educational representative examples from measurement-information technologies with application of mathematical algorithms.

Key Words: Education / Representative examples / Measurement-information technologies

1. UVOD

Edukacija iz merno-informacionih tehnologija pokriva širok spektar složenih tema. Da bi se te teme na adekvatan način usvojile od strane studenata neophodno je u nastavnim temama imati odgovarajuće reprezentativne primere. Ovi primeri se bave sintezom ključnih segmenata u oblastima: merno-informacionih sistema i algoritama; metrologije; realizacije preciznih merenja i merila; senzora i mernih pretvarača; inteligentna merenja u senzorskim mrežama; biomedicinskog inženjerstva – biomedicinske instrumentacije, uređaja i sistema; inženjerskih tehnologija u konceptu 'pametnog' zdravstva (Smart Health); inženjerskih tehnologija u kognitivnim neuronaukama; merenja u elektroenergetici; merno-informacionih tehnologija u konceptu 'pametne' distributivne mreže (Smart Grid); merenja u elektronici; inženjerskih tehnologija u konceptu 'pametne' kuće (Smart Home); inženjerskih tehnologija u konceptu 'pametne' zgrade (Smart Building); inženjerskih tehnologija u konceptu 'pametnog' grada (Smart City); merenja u konceptu 'pametne' poljoprivrede (Smart Agriculture); merenja u industrijskom okruženju; inženjerskih tehnologija u konceptu Industrija 4.0; merno-informacionih tehnologija u Internet of Things (IoT) okruženju; merno-informacionih tehnologija u zaštiti životne sredine; merenja u telekomunikacionim sistemima; merno-informacionih tehnologija u automobilskim sistemima.

Na osnovu prethodnih iskustava sa studijskog programa »Merenje i regulacija« i studijskog modula »Merni sistemi« (u okviru studijskog programa »Energetika, elektronika i telekomunikacije«), Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, kao i na osnovu usaglašavanja ovog programa i modula sa ERASUMS+ projektom ELEMEND (u kom se ovaj program i modul unapređuju pod usklađenim novim nazivima »Merno-informacione tehnologije i regulacija« i »Merno-informacioni sistemi«), u ovom radu su prikazani neki edukativni reprezentativni primeri iz merno-informacionih tehnologija sa primenom matematičkih algoritama.

2. REPREZENTATIVNI PRIMERI

Osnova primera koji se razmatraju je uređaj prikazan na slici 1.



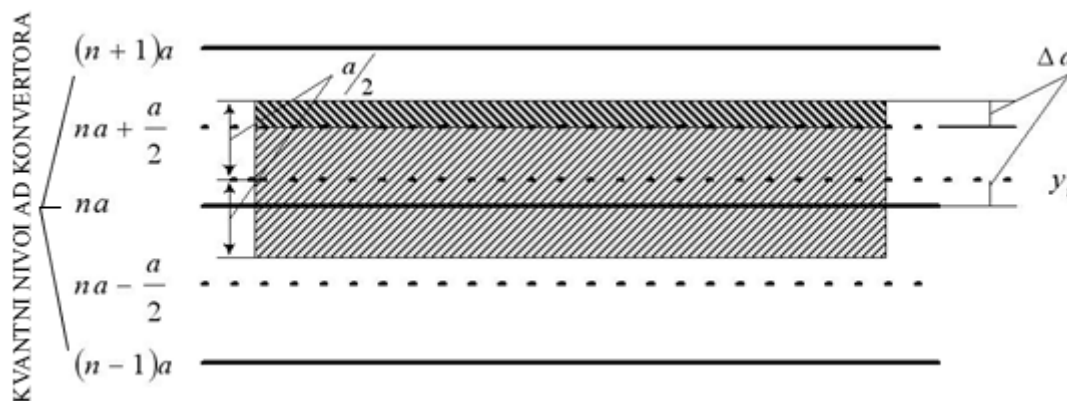
Slika 1. Analogno digitalni konvertor sa ditterovanim signalom na ulazu

Njegovi elementi su: analogni sabirač i uniformni kvantizer (analogno digitalni konvertor - ADC). Na ulaz kvantizera se dovodi zbir ulaznog napona $y(t)$ i deterskog signala $h(t)$ koji mora biti u opsegu kvantizera. Neka je deterski signal slučajan i uniformne raspodele, tako da važi jednačina

$$p(h) = \frac{1}{a}, \quad |h| \leq \frac{a}{2},$$

pri čemu je a kvant uniformnog kvantizera, a $p(h)$ funkcija gustine raspodele verovatnoće.

Posmatrajmo slučaj kada je na ulazu vremenski nepromenljiv napon $y(t) = y$, takav da se nalazi između n -tog i $(n+1)$ -vog kvantnog nivoa: $na \leq y < (n+1)a$ kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Ulazni napon sa dodatim deterskim signalom uniformne raspodele.

Punim linijama su označeni kvantni nivoi $(n-1)a$, na i $(n+1)a$, a isprekidanim linijama pragovi odlučivanja $na - \frac{a}{2}$ i $na + \frac{a}{2}$ koji predstavljaju granice napona koje se u procesu analogno digitalne konverzije dodeljuju kvantnom nivou na . Zbir napona i ditera se nekada konvertuje u vrednost $(n+1)a$, a nekada u na , tako da slučajna promenljiva Ψ poprima vrednosti $\Psi_1 = (n+1)a$ kada je suma napona i ditera veća od praga $na + \frac{a}{2}$, odnosno $\Psi_2 = na$, kada je suma manja od ovoga praga. Ako sa Δa obeležimo rastojanje do najbližeg kvantnog nivoa, možemo napisati čemu je jednaka srednja vrednost promenljive Ψ .

$$\bar{\Psi} = \Psi_1 \cdot p_1 + \Psi_2 \cdot p_2 = (n+1)a \cdot \frac{|\Delta a|}{a} + na \cdot \frac{a - \Delta a}{a} = na + \Delta a$$

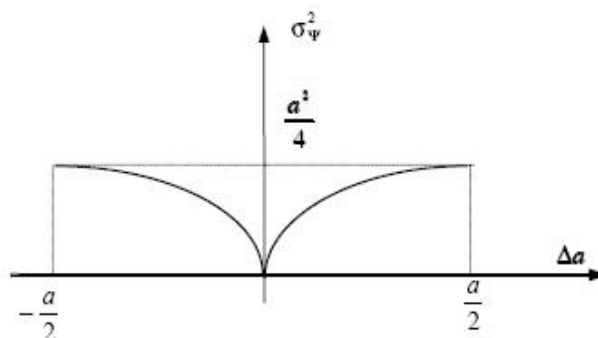
$$\bar{\Psi} = y$$

Uvedene oznake p_1 i p_2 predstavljaju verovatnoće da funkcija Ψ poprima vrednosti Ψ_1 i Ψ_2 . Srednja vrednost (matematičko očekivanje) izlaza kvantizera na čijem ulazu je diterovan jednosmerni napon y je upravo jednaka merenoj vrednosti. Greška kvantizacije se izgubila u slučaju beskonačno mnogo merenja i usrednjavanja. Uobičajeno je da grešku slučajnih promenljivih, kakva je Ψ , izražavamo njenom srednjom kvadratnom greškom ili standardnom devijacijom.

Srednja kvadratna greška iznosi:

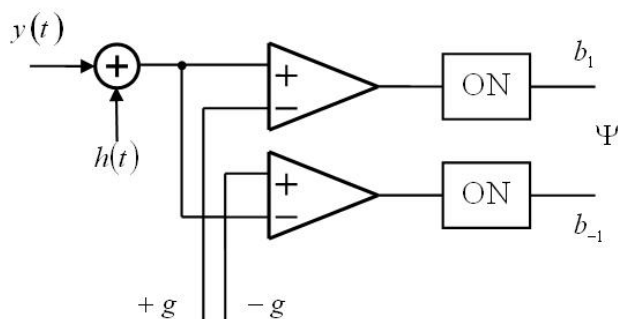
$$\sigma_{\Psi}^2 = \frac{\sigma_{\Psi}^2}{N}$$

pri čemu je N konačni broj merenja, a σ_{Ψ}^2 predstavlja srednju kvadratnu grešku jednog merenja. Zavisnost σ_{Ψ}^2 od rastojanja do najbližeg ADC nivoa je data na slici 3.



Slika 3. Zavisnost srednje kvadratne greške izlaza AD konvertora od rastojanja do najbližeg nivoa AD konvertora, u slučaju jednog merenja.

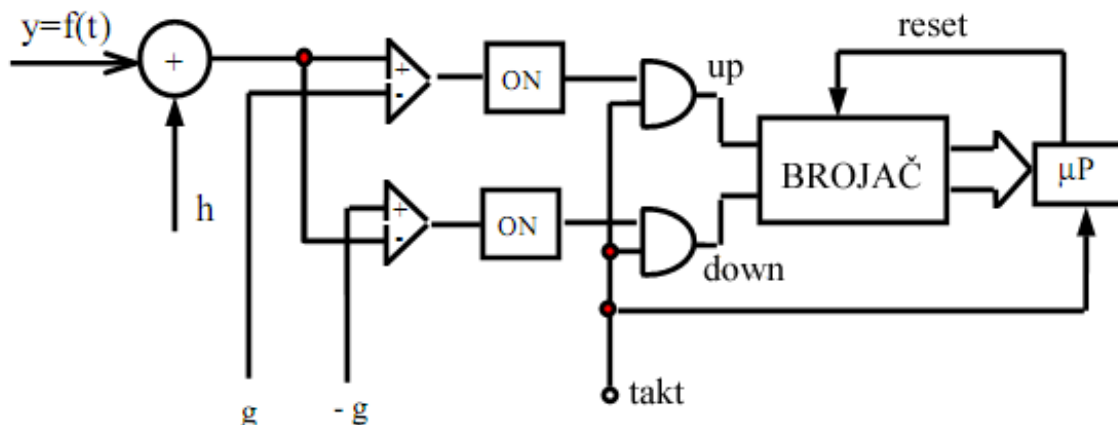
Ovaj konvertor je nazvan Stohastički Adicioni Analogno Digitalni Konvertor sa jednim Generatorom Ditera – SAADK1G (slika 4).



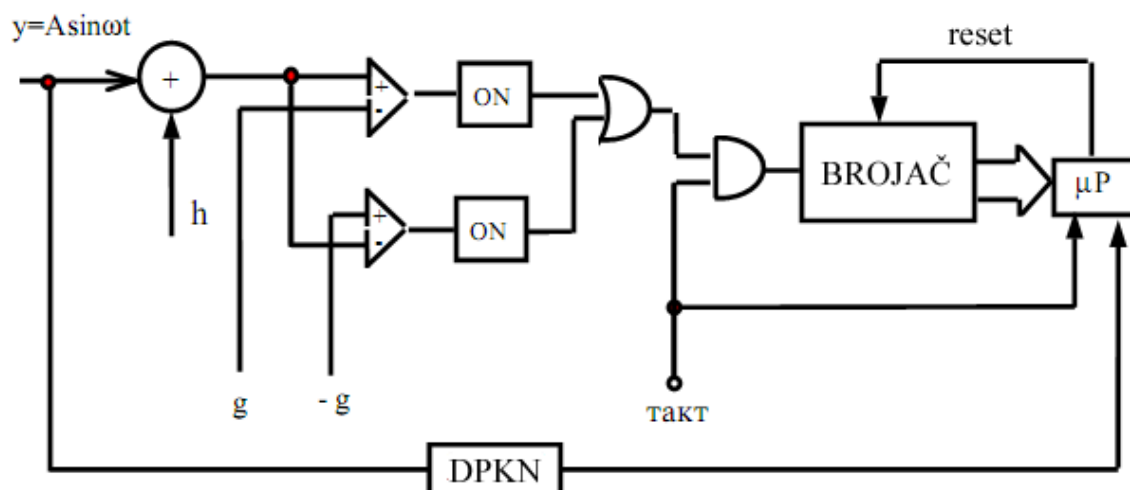
Slika 4. Blok šema SAADK1G

Konvertor na slici predstavlja minimalnu konfiguraciju konvertora koji je prikazan kao opšti slučaj. Takođe, ulazni signal u konvertor SAADK1G ne mora biti konstantan, tj. nepromenljiv u vremenu.

Na slici 5 su prikazani principski dijagram za realizaciju SAADK1G uređaja za merenje srednje vrednosti signala. Na slici 6 su prikazani principski dijagram za realizaciju SAADK1G uređaja za merenje amplitude prostoperiodičnih signala.



Slika 5. Principski dijagram za realizaciju SAADK1G uređaja za merenje srednje vrednosti signala. Ako je ulazni signal konstantan, onda svakako ovaj uređaj korektno meri vrednost ulaznog signala.



Slika 6. Principski dijagram za realizaciju SAADK1G uređaja za merenje prostoperiodičnih signala. DPKN je detektor prolaska kroz nulu.

3. ZAKLJUČAK

Uobičajena metodologija izvođenja nastave iz merno-informacionih tehnologija uključuje predavanja, laboratorijske vežbe i konsultacije. Posebni je bitno staviti akcenat na praktičnom radu na reprezentativnim primerima koji se rade na laboratorijskim vežbama.

4. LITERATURA

- [1] Study programme accreditation material: MEASUREMENT AND CONTROL ENGINEERING, Undergraduate academic studies, FTN, Novi Sad, 2012.
- [2] Internet stranica <http://www.ftn.uns.ac.rs/332117019/merenje-i-regulacija>
- [3] Internet stranica <http://kelm.ftn.uns.ac.rs/merenje-i-regulacija/>
- [4] Internet stranica <http://kelm.ftn.uns.ac.rs/projekti/>
- [5] Internet stranica <http://kelm.ftn.uns.ac.rs/e1/>