

ETALONIRANJE GENERATORA IMPULSA

Aleksandar Atanacković, Neda Spasojević, Miša Markuš

Ključne reči: impuls, generator, perioda, etaloniranje

KRATAK SADRŽAJ

U radu su opisane ključne karakteristike generatora impulsa i postupak njihovog etaloniranja. Kako se ovaj postupak razlikuje u zavisnosti od proizvođača, rad objedinjuje najčešće zastupljene provere ove vrste merila.

PULSE GENERATOR CALIBRATION

Keywords: pulse, generator, period, calibration

ABSTRACT

The paper describes the key features of the pulse generators and the method of their calibration. As this method depends on the manufacturer, the paper combines the most commonly represented checks of this type of equipment.

UVOD

Generatori impulsa su elektronski uređaji koji generišu signal impulsnog oblika podesive amplitude, širine i frekvencije. Ovakav signal se koristi kao pobuda prilikom etaloniranja merila, testiranja i popravki drugih elektronskih uređaja (telekomunikaciona i medicinska oprema), kao i prilikom razvoja elektronskih komponenti. Oni su ključni za ostvarivanje tačnosti i pouzdanosti impulsnih sistema (kao što su digitalni komunikacioni sistemi), kao i za testiranje elektronskih komponenti i uređaja, radara i za druge aplikacije koje zahtevaju impulsne signale visoke tačnosti. Kako bi se obezbedilo poverenje u njihovu tačnost, moraju se periodično etalonirati. Predmet ovog rada jeste postupak etaloniranja generatora impulsa HP 8011A primenjen u Tehničkom opitnom centru, pri čemu su ujedno obuhvaćene najčešće proveravane karakteristike kod ove vrste merila.

ETALONIRANJE GENERATORA IMPULSA

Pre početka merenja neophodno je temperirati mernu opremu najmanje 24 sata u propisanim mikroklimatskim uslovima, nakon čega ista mora biti uključena minimalno 30 minuta pre početka etaloniranja.

Prilikom etaloniranja generatora impulsa u Tehničkom opitnom centru koristi se sledeća merna oprema:

- Digitalni frekvencometar Pendulum CNT 91R,
- Osciloskop OWON SDS9302 i
- Prolazno opterećenje $50\ \Omega$.

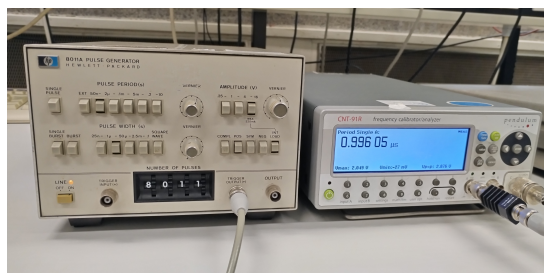
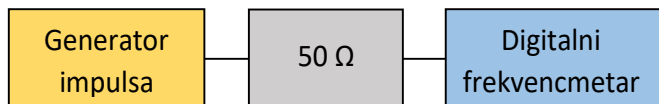
Merne tačke i proveravane karakteristike najčešće propisuje proizvođač [1][2][3]. Provere koje se vrše u slučaju generatora HP 8011A su sledeće:

- Opseg periode impulsa,
- Perioda četvrtastog impulsa,
- Jedinična povorka impulsa,
- Trajanje impulsa,
- Amplituda izlaznog signala,
- Faktor ispune impulsa,
- Podrhtavanje periode impulsa,
- Predizobličenje, prebačaj i prelazne oscilacije,
- Vreme uspona/pada signala.

Prve četiri provere se vrše prema blok šemi prikazanoj na slici 1. Sa izlaza generatora impulsa se kroz prolazno opterećenje signal dovodi na ulaz frekvencometra [4][5]. Sve vrednosti koje se zadaju sa generatora impulsa proveravaju se direktnim očitavanjem odgovarajuće karakteristike na digitalnom frekvencometru. Prolazno opterećenje nominalne otpornosti $50\ \Omega$ se upotrebljava radi prilagođenja impedansi generatora i frekvencometra. Kada se izlazna impedansa generatora poklapa sa ulaznom impedansom frekvencometra, ovo prolazno opterećenje se može izostaviti.

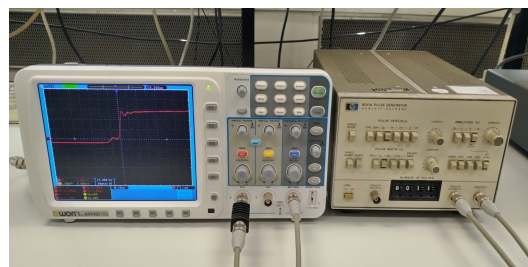
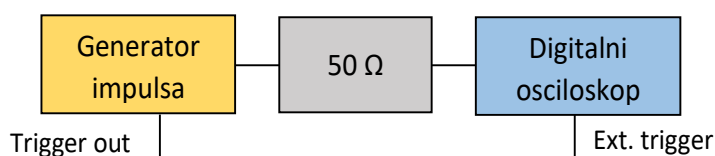
Proverom opsega periode impulsa i periode četvrtastog impulsa se konstatuje da li merilo pokriva izabrani opseg zadavanja periode impulsa i da li je generisana perioda odgovarajuće tačnosti.

Provera jedinične povorke impulsa vrši se tako što se na generatoru impulsa postavi potreban broj impulsa za proveru. Jednim pritiskom na dugme „SINGLE BURST“ se aktivira povorka impulsa čiji se broj očitava na frekvencometru.



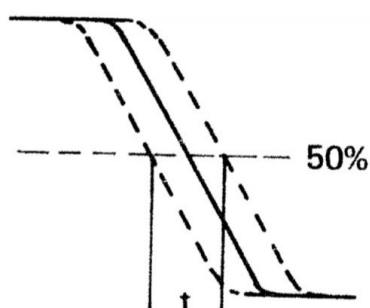
Slika 1. Etaloniranje generatora impulsa pomoću digitalnog frekvencmetra

Ostale provere (amplituda izlaznog signala, faktor ispune, itd.) vrše se prema blok šemi prikazanoj na slici 2 [6]. Signal sa generatora se putem prolaznog opterećenja $50\ \Omega$ dovodi na ulaz osciloskopa. Istovremeno se okidni impuls („trigger“ signal) sa generatora dovodi na ulaz za eksterni trigger osciloskopa. Pritom je neophodno parametre osciloskopa postaviti tako da se impuls vidi u celosti.



Slika 2. Etaloniranje generatora impulsa pomoću digitalnog osciloskopa

Provera amplitude izlaznog signala vrši se postavljanjem minimalne, a zatim i maksimalne vrednosti amplitude signala. Dobijene vrednosti predstavljaju donju i gornju vrednost amplitude koju je moguće generisati predmetnim generatorom. Kako na nesigurnost merenja amplitude utiče tačnost prolaznog otpornika nominalne otpornosti $50\ \Omega$, prilikom procene nesigurnosti je neophodno uzeti u obzir odstupanje njegove otpornosti od nominalne vrednosti. Kod drugih tipova generatora impulsa za postizanje veće tačnosti se može koristiti digitalni multimetar, uz odgovarajuće prilagođenje impedanse čija je nominalna otpornost različita od $50\ \Omega$.



$$t = < 1\mu = < 0.1\% + 50ps$$

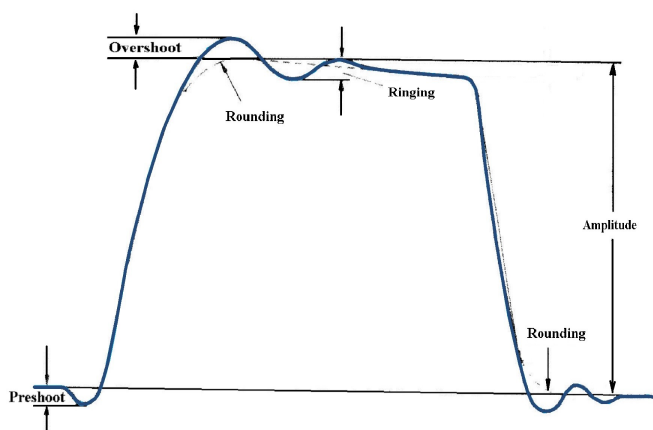
Slika 3. Prikaz signala na osciloskopu prilikom merenja faktora ispune impulsa

Tačnost kojom generator zadaje trajanje impulsa (engl. Pulse width) se proverava zadavanjem minimalne, a zatim i maksimalne vrednosti širine impulsa, koja se očitava na osciloskopu.

Faktor ispune (engl. Duty factor) impulsa proverava se postavljanjem prednje ivice signala na prvu liniju, a zadnje ivice signala na srednju liniju horizontalne podele na ekranu osciloskopa. Postepenom promenom periode impulsa putem potencijometra generatora je potrebno obezbediti pomeranje zadnje ivice impulsa tako da se on podeli (slika 3). Izmereno rastojanje, odnosno

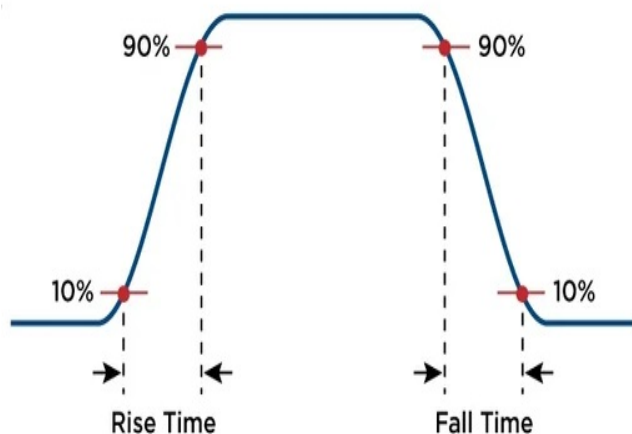
vreme između ovih ivica predstavlja faktor ispune. Ova provera se opciono može vršiti i putem frekvencmetra prema slici 1, direktnim očitavanjem faktora ispune za zadati impulsni signal.

Podrhtavanje periode impulsa (engl. jitter) proverava se postavljanjem impulsa periode tipično 1 ms. Zatim se na osciloskopu podešava kašnjenje sve dok se osnovni signal ne poklopi sa prednjom ivicom sledećeg prikazanog impulsa (slika 3. sa razlikom što se posmatra prednja ivica signala). Izmereno rastojanje, odnosno vreme između ovih ivica predstavlja podrhtavanje periode impulsa. Cilj svakog proizvođača jeste da minimizuje džiter, kao jednu od ključnih karakteristika signala namenjenih za sinhronizaciju sistema.



Slika 4. Preskok i prelazne oscilacije signala

Provera preskoka impulsa (engl. preshoot i overshoot) i prelaznih oscilacija (engl. ringing) vrši se prema blok-šemi na slici 2. Ovi parametri signala su prikazani na slici 4, a lako se mogu uočiti na ekranu osciloskopa. Prilikom njihove provere je potrebno precizno podesiti nivo trigera na osciloskopu, da bi se obezbedio što stabilniji signal i precizno očitavanje ovih parametara. Kako su u pitanju nepoželjne pojave u talasnom obliku signala, vrednost ovih parametara treba biti što manja, kako bi se obezbedio što pravilniji oblik impulsa.



Slika 5. Vreme uspona i pada signala

Pored navedenih karakteristika, česta provera generatora impulsa je i vreme uspona (engl. rise time) i pada (engl. fall time) rastuće, odnosno opadajuće ivice impulsnog signala. Ova provera se može vršiti osciloskopom i digitalnim frekvencmetrom novije generacije, koji imaju mogućnost merenja ovog parametra.

Na slici 5. je prikazan izgled signala prilikom provere vremena uspona i pada signala. U literaturi se vreme uspona u najvećem broju slučajeva definiše kao vreme koje je potrebno uzlaznoj ivici signala da od 10% vrednosti njegove maksimalne amplitude dostigne 90% ove vrednosti. Vreme pada se definiše na identičan način, sa razlikom što se posmatra silazna ivica signala [7].

Visokokvalitetni generatori impulsa imaju vrlo malo vreme uspona i pada koje iznosi svega nekoliko nanosekundi. Postići što strmiju ivicu impulsa, odnosno što manje vreme uspona je izazov za proizvođače. Zato se ova karakteristika mora proveravati, kako bi se izbegao rizik od gubitaka podataka na prijemu.

Vrednost vremena uspona/pada signala se na pojedinim osciloskopima može direktno očitati, ali se ona može odrediti i nalaženjem tačaka koje odgovaraju 10% i 90% vrednosti maksimalne amplitude signala, posmatranjem talasnog oblika impulsa na osciloskopu. Prilikom provere ovih parametara, obe metode mogu biti odgovarajuće, zahvaljujući visokoj rezoluciji i brzini novijih modela digitalnih osciloskopa, kao i digitalnih frekvencmetara sa stabilnom vremenskom bazom.

ZAKLJUČAK

Etaloniranje generatora impulsa je ključno za osiguravanje preciznosti i pouzdanosti impulsnih sistema, kao što su digitalni komunikacioni sistemi, testiranje elektronskih komponenti i uređaja, radara i za druge aplikacije koje zahtevaju precizne impulsne signale, kao što su svetlosne barijere kojima se meri brzina projektila. U radu su prikazane najčešće proveravane karakteristike generatora impulsa, koje se mogu razlikovati u zavisnosti od proizvođača i njihove specifikacije. Svako odstupanje parametara impulsa od definisanih granica može uticati na tačnost i pouzdanost sistema u kojima su ovi signali zastupljeni. Stoga se moraju obezbediti visoka tačnost primenjenih metoda i referentnih etalona.

LITERATURA

- [1] Operating and Service Manual, Hewlett Packard 8011A Pulse generator, 1978
- [2] Operating and Service Manual, Hewlett Packard 5359A Time synthesizer, 1978
- [3] TOC C.42.030 Uputstvo za etaloniranje generatora impulsa, 2024
- [4] TOC C.42.028 Uputstvo za etaloniranje vremenskog intervala korišćenjem digitalnog frekvencmetra, 2023
- [5] User's Manual, Pendulum CNT 91R Frequency Calibrator/Analyzer, 2014
- [6] User Manual, OWON SDS9302 Smart Digital Storage Oscilloscopes, 2012
- [7] EURAMET cg-7 ver.1.0 – Calibration of Measuring Devices for Electrical Quantities, Calibration of Oscilloscopes, 2011

Filename: 3. TC4 Etaloniranje generatora impulsa.doc
Directory: E:\Drustvo metrologa\Sajt\public_html\radovi2024
Template: C:\Users\User\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal
.dot
Title:
Subject:
Author: Intel
Keywords:
Comments:
Creation Date: 24-Jul-24 09:55:00
Change Number: 35
Last Saved On: 25-Jul-24 10:29:00
Last Saved By: Intel
Total Editing Time: 370 Minutes
Last Printed On: 06-Apr-25 18:02:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 5
Number of Words: 1,346 (approx.)
Number of Characters: 7,673 (approx.)