***DOI*: 10.5937/TID25091M**

МЕТОДА МЕРЕЊА ФАЗЕ ЗАСНОВАНА НА ТАЈМЕРСКИМ МОДУЛИМА

Сања Мандић, Факултет техничких наука Нови Сад, Република Србија
ORCID: 0000-0002-9156-4471
Драган Пејић, Факултет техничких наука Нови Сад, Република Србија
ORCID: 0000-0002-8380-018X
Ђорђе Новаковић, Факултет техничких наука Нови Сад, Република Србија
Марјан Урекар, Факултет техничких наука Нови Сад, Република Србија
ORCID: 0000-0002-6089-9148
Платон Совиљ, Факултет техничких наука Нови Сад, Република Србија
ORCID: 0000-0002-3274-9337

Кратак садржај: Овај истраживачки рад описује методу мерења фазе која користи тајмерске модуле и приказује имплементацију одговарајућег система за мерење. Главна мотивација за ово истраживање потиче из потребе за прецизним и тачним мерењем разлике фаза између напонских и струјних сигнала са двоканалног извора када долази до деградације фазе у излазном степену извора.

Да би се одредила одступања између задатих и измерених фазних углова напона и струје на излазу двоканалног извора, мерење фазе се постиже употребом тајмерских модула. Ова метода захтева конвертовање релативно високих напонских и струјних сигнала у периодичне поворке четвртки који су компатибилни за рад са тајмерским модулима, а ова конверзија врши се употребом компаратора.

Иако су тајмерске методе изузетно ефикасне у мерењу временских интервала, њихова примена у мерењу фазе је ретка због неколико значајних изазова који се јављају током конверзије аналогног сигнала у дигиталне сигнале, укључујући утицај шума присутног у аналогним сигналима, напона офсета компаратора и асиметричних нископропусних филтера који су дизајнирани за сузбијање шума. У раду је предложен систем за мерење фазе који пружа решења за наведене проблеме.

Кључне речи: мерење фазе, мерење времена, тајмерски модули, микроконтролер, двоканални извор.

PHASE MEASUREMENT METHOD BASED ON TIMER MODULES

Sanja Mandić, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Republic of Serbia
ORCID: 0000-0002-9156-4471
Dragan Pejić, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Republic of Serbia
ORCID: 0000-0002-8380-018X
Đorđe Novaković, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Republic of Serbia
Marjan Urekar, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Republic of Serbia
ORCID: 0000-0002-6089-9148
Platon Sovilj, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Republic of Serbia
ORCID: 0000-0002-3274-9337

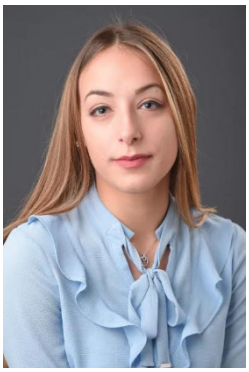
Abstract: This research outlines a phase measurement method employing timer modules and presents the implementation of the corresponding measurement system. The primary motivation for this research stems from the need for precise and accurate measurement of the phase difference between voltage and current signals from a dual-channel source when phase degradation occurs in the output stage.

To determine the deviation between the measured and actual phase angles of voltage and current at the output of a dual-channel source, phase measurement is achieved using timer modules. This method necessitates the conversion of relatively high voltage and current signals into periodic rectangular waves compatible with timer modules, and this conversion is facilitated by comparators. Despite the exceptional performance of timer-based approaches in measuring time intervals, their application in phase measurement is infrequent due to several significant challenges encountered during the conversion of analog signals to digital signals, including the influence of noise present in analog signals, comparator offsets, and asymmetric low-pass filters designed for noise reduction, therefore, the paper proposes a measurement system that provides solutions to the encountered problems.

Keywords: phase measurement, time measurement, timer modules, microcontroller, dual-channel source.

Биографије | Biographies

Сања Мандић (Sanja Mandić)



Сања Мандић је мастер инжењер биомедицинског инжењерства, са завршеним основним и мастер академским студијама на Факултету техничких наука, у Новом Саду. Тренутно је студент докторских студија на усмерењу Енергетика, електроника и телекомуникације, Факултета техничких наука. Сања Мандић је од 2021. године ангажована као асистент на Катедри за електрична мерења, Факултета техничких наука, где се бави истраживачким радом и едукацијом студената. Њена истраживачка интересовања обухватају области *embedded* система, метрологије и биомедицинског инжењерства.

Sanja Mandić is a biomedical engineering graduate, with completed undergraduate and master's studies at the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. She is currently a Ph.D. student in the field of Energy, Electronics, and Telecommunications at the Faculty of Technical Sciences. Since 2021, Sanja Mandić has been working as a teaching assistant at the Department of Electrical Measurements at the Faculty of Technical Sciences, where she is involved in research and student education. Her research interests include embedded systems, metrology, and biomedical engineering.

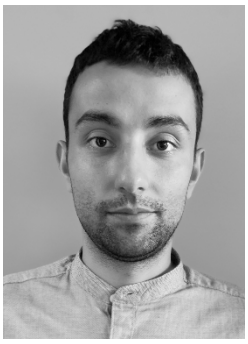
Драган Пејић (Dragan Pejić)



Драган Пејић је дипломирао, магистрирао и докторирао на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, 1993, 1997. и 2010. године, респективно. Од 1995. године ради на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду. Његова истраживачка интересовања обухватају разне технике аналогно-дигиталне конверзије и њихово коришћење у мерењу електричне снаге и енергије.

Dragan Pejić received the B.Sc., M.Sc., and Ph.D. degrees in electrical engineering from the University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, in 1993, 1997 and 2010, respectively. Since 1995, he has been with the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. His current research interests include various analog-to-digital conversion techniques and their use in electrical power and energy measurements.

Ђорђе Новаковић (Đorđe Novaković)



Ђорђе Новаковић стекао је дипломе Bachelor (B.Sc.) и мастер (M.Sc.) из електротехнике на Универзитету у Новом Саду, Нови Сад, Србија, 2012. и 2016. године, респективно, где је 2022. године и докторирао. На Универзитету у Новом Саду ангажован је од 2016. године. Његова истраживачка интересовања укључују дигитална стохастичка мерења, уграђене системе и биомедицинску инструментализацију. Има бројне публикације у домаћим и међународним часописима, што потврђује његов значајан допринос у области метрологије и инструментализације. Такође, био је ангажован на развоју прототипова, нових метода и симулационих модела, као и на имплементацији и тестирању мерних метода и софтверских алата.

Đorđe Novaković obtained his Bachelor (B.Sc.) and Master (M.Sc.) degrees in Electrical Engineering from the University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, in 2012 and 2016, respectively, and completed his PhD in 2022. He has been engaged at the University of Novi Sad since 2016. His research interests include digital stochastic measurements, embedded systems, and biomedical instrumentation. He has numerous publications in domestic and international journals, which confirm his significant contribution to the field of metrology and instrumentation. Additionally, he has been involved in the development of prototypes, new methods, and simulation models, as well as in the implementation and testing of measurement techniques and software tools.

Марјан Урекар (Marjan Urekar)



Рођен 1975. године у Новом Саду, СФРЈ. Основне, магистарске и докторске студије завршио на ФТН Нови Сад. Од 1996. до 2007. године радио као индустријски инжењер у СРЈ, СЦГ и Србији. Од 2007. запослен на Факултету техничких наука у Новом Саду, Катедра за електрична мерења, Департман за енергетику, електронику и телекомуникације. Тренутно у звању ванредног професора. Научно-истраживачка област: Електрична мерења, метрологија и биомедицина. Области изучавања: Индустрија 4.0, електрична мерења, метрологија, аналогна електроника, лабораторијска инструментација и мерење, еталонирање, процесно управљање, аудио технологија, пројектовање електронских уређаја и ПЦБ-а, стохастички процеси, индустријски електронски уређаји и мерни системи, биомедицинска инструментација, стандарди и стандардизација, поузданост рада, војне технологије, едукација за инжењере, критичко размишљање за инжењере, одржавање старих електронских технологија и система. Члан *IEEE*, Друштва за *ETRAN*, Матице српске, Комисије за стандарде и сродне документе КС Н085 Института за стандардизацију Србије. Рецензент за *IEEE*, *Elsevier*, *IMEKO*, Мерно-информационе технологије МИТ, Конгрес метролога, *INDEL*, *(Ic)ETRAN*. Руководилац за квалитет Лабораторије за метрологију, Центар за метрологију, ФТН Нови Сад. Аутор и коаутор преко 200 научних радова и технолошких решења. Сертификовани аудитор и водећи проверивач за стандарде: ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, ISO 45001, ISO 27001, ISO 17025. Руководилац мастер студијских програма Мерење и регулација и Мерно-информациони системи на ФТН.

Born in 1975 in Novi Sad, SFRJ. He completed his undergraduate, master's and doctoral studies at FTN Novi Sad. From 1996 to 2007, he worked as an industrial engineer in the SRJ, SCG and Serbia. Since 2007, employed at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, Department of Power, Electronic and Telecommunication Engineering. Currently in the title of associate professor. Scientific research area: Electrical measurements, metrology and biomedicine. Areas of study: Industry 4.0, electrical measurements, metrology, analog electronics, laboratory instrumentation and measurement, calibration, process engineering, audio technology, electronic device and PCB design, stochastic processes, industrial electronic devices and measurement systems, biomedical instrumentation, standards and standardization, reliability of work, military technologies, education for engineers, critical thinking for engineers, maintenance of legacy electronic technologies and systems. Member of IEEE, Society for ETRAN, Matica Srpska, Committee for Standards and Related Documents KS N085 of the Institute for Standardization of Serbia. Reviewer for IEEE, Elsevier, IMEKO, Measurement and

Information Technologies MIT, Congress of Metrologists, INDEL, (Ic)ETRAN. Quality Manager of the Metrology Laboratory, Center for Metrology, FTN Novi Sad. Author and co-author of over 200 scientific papers and technological solutions. Certified auditor and leading auditor for standards: ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, ISO 45001, ISO 27001, ISO 17025.

Платон Совиљ (Platon Sovilj)



Проф. др Платон Совиљ је редовни професор Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду. Дипломирао је 1997. године на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, одсек Електротехника и рачунарство, смер Електроника и телекомуникације, усмерење Електроника. Магистарски рад под називом „Екстерно тестирање површинских калемова уређаја за магнетску резонанцу" одбранио је 2006. године (на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, област Електротехника и рачунарство, смер Електроника). Докторирао је 2010. године на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду. Тема дисертације је „Стохастичко дигитално мерење ЕЕГ сигнала". Предаје на студијским програмима: Енергетика, електроника и телекомункације (ОАС, МАС и ДАС), Биомедицинско инжењерство (ОАС, МАС и ДАС), и Мерење и регулација (ОАС и МАС) на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду.

Prof. Dr. Platon Sovilj is a full professor at the Faculty of Technical Sciences of the University of Novi Sad. He graduated in 1997 from the Faculty of Technical Sciences of the University of Novi Sad, Department of Electrical Engineering and Computing. He defended his master's thesis entitled "External testing of surface coils for magnetic resonance devices" in 2006 (at the Faculty of Technical Sciences of the University of Novi Sad, Electrical Engineering and Computer Science). He received his doctorate in 2010 at the Faculty of Technical Sciences of the University of Novi Sad. The topic of the dissertation is "Stochastic digital measurement of EEG signals". He teaches at the study programs: Power, Electronics and Telecommunications (BSc, MSc and PhD), Biomedical Engineering (BSc, MSc and PhD), and Measurement-Information Systems and Control Engineering (BSc and MSc) at the Faculty of Technical Sciences of the University of Novi Sad.