

RAČUNARSKI SISTEM ZA DETEKCIJU RETKIH NUKLEARNIH DOGAĐAJA

Dragutin Šević, Milan Stefanović, Radovan Antanasijević, *Institut za fiziku, Zemun*
Aleksandar Zarić, *Institut za opštu i fizičku hemiju, Beograd*

Sadržaj - U radu je opisan računarski sistem koji omogućava detekciju retkih nuklearnih pojava u praktično neograničenom vremenskom intervalu. Rad nuklearne elektronske opreme i digitalnog osciloskopa ostvaruje se pod kontrolom PC računara. Opisani sistem funkcioniše potpuno samostalno, tako da je potreba za ljudskom prisutnošću svedena jedino na povremene kontrole rada sistema.

1. UVOD

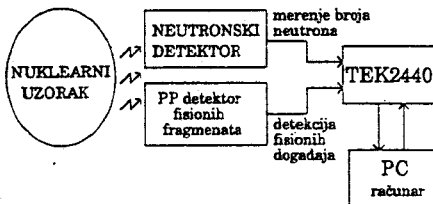
Intenzivna istraživanja, kako na eksperimentalnom tako i na teorijskom polju, vezana za problematiku superteških elemenata, traju već duže vreme. Pod superteškim elementima se podrazumevaju oni hemijski elementi koji bi se u periodnom sistemu Mendeljejeva nalazili iza dosad otkrivenih elemenata.

Razrešenje dileme, postoje li ili ne superteški elementi, je od posebnog značaja za nuklearnu fiziku jer bi se bolje spoznala priroda nuklearnih sila kao i doprinos efekta popunjene ljuske stabilnosti nuklearnih sistema (jezgara). Kako su atomska jezgra svih poznatih elemenata sa rednim brojem u periodnom sistemu većim od 83 nestabilna (radioaktivna), njihovo eventualno prisustvo u prirodi u principu zavisi od njihovog perioda poluraspada. Dokazivanje prisustva radioaktivnih izotopa nekog elementa u uzorku je najpouzdanije metodama nuklearne fizike, odnosno detekcijom radioaktivnog raspada tih izotopa. Spontana fisija je tip dezintegracije jezgra nepoznat u regionu elemenata lakših od uranijuma.

Kako je spontana fisija veoma retka pojava među poznatim radionukleidima prisušnim u prirodi, detekcija fisijonih događaja spada među najosetljivije metode za istraživanje prisustva superteških elemenata u prirodnim uzorcima. Prednost metode detekcije fisijonih događaja je u tome što se može vršiti i bez prethodnog hemijskog izdvajanja, za razliku od alfa spektroskopije gde je neophodno prethodno izvršiti hemijski tretman. To su razlozi zbog kojih je izabrano da se istraživanje eventualnog prisustva superteških elemenata u nekim prirodnim uzorcima u našoj laboratoriji radi preko detekcije fisijonih događaja.

Prikupljanje rezultata dobijenih u eksperimentu detekcije retkih nuklearnih događaja, vršeno je snimanjem na digitalnom memorijskom osciloskopu Tektronix, model 2440. Korišćenje brzog digitalnog osciloskopa predstavlja najpogodniji i najtačniji način preuzimanja podataka sa neutronskog detektora. Takođe, na ovaj način se vrše i sva

ostala merenja. Pomoću kompaktnih programa u programskim jezicima Pascal i C, poštujući interni Tektronix-ov protokol za prenos, i korišćenjem IEEE488 kartice, realizovan je digitalni prenos podataka sa osciloskopa na personalni kompjuter, na način opisan u [1]. Ovakvo dobijeni podaci su na raspolaganju za numeričku obradu [2], čime se kompletira sistem za upravljanje eksperimentom i praćenje rezultata, slika 1. Sistem služi i za upravljanje eksperimentom "plazma fokus" i prikupljanje i obradu dobijenih rezultata, te je, kao celina, prikazan u [3]. Pošto je ceo sistem namenjen za detekciju vrlo retkih događaja tj. pojedinačnih neutrona, postupci kalibracije neutronskog detektora zahtevaju posebnu pažnju, i detaljno su opisani u [4] i [5].



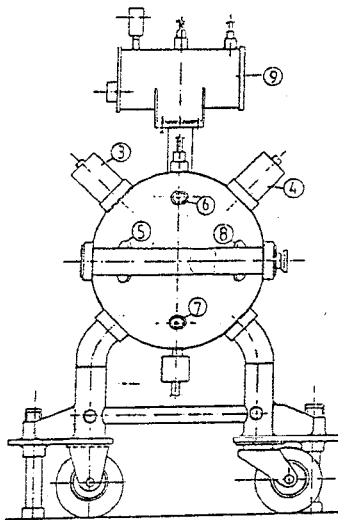
Slika 1. Sistem za detekciju retkih nuklearnih događaja

2. DETEKCIONI SISTEM NISKOG FONA ZA REGISTROVANJE RETKIH DOGAĐAJA SPONTANE FISIJE

Glavni delovi sistema su detektor neutrona na bazi tečnog scintilatora velike zapremine, poluprovodnički detektor fisijonih fragmenata, odgovarajuća elektronika za obradu dobijenih električnih signala, kao i sistem za akviziciju podataka. Za vrlo detaljan prikaz ove problematike, kao i za druge zanimljive reference, čitalac se upućuje na [5].

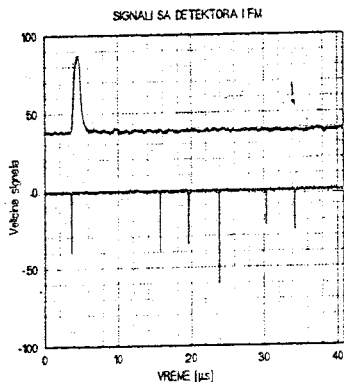
Potreba za velikom pouzdanošću detekcije spontane fisije je diktovala izbor ovakvog sistema sa minimalnim fonom (očekuje se jedan fisijoni događaj godišnje).

Glavni deo našeg detekcionog sistema čini sferni rezervoar prečnika 1m, načinjen od nerđajućeg čelika, napunjen tečnim scintilatorom, prikazan na slici 2. Dvanaest fotomultiplikatora (Hamamatsu R1512, prečnika 5 inča) montirani su na prozorima od kvarcnog stakla. Radi poboljšanja optičkih karakteristika, unutrašnji zidovi kugle su elektrohemijski polirani. Scintilaciona tečnost je očišćena od kiseonika propuštanjem argona.

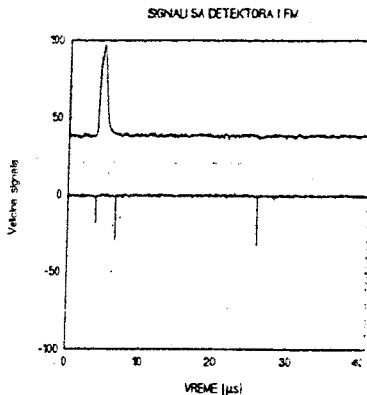


Slika 2. Detektor neutrona: 3,4,5,6,7,8 - fotomuljplifikatori, 9 - ekspanzioni sud.

Osnovni režim rada našeg sistema je detekcija pojedinačnih nuklearnih događaja. Zbog toga se korišćeni detekcijski sistem odlikuje izuzetno visokom osetljivošću. Tipični signali poluprovodničkog detektora fisionih fragmenata i neutronskog detektora u ovakvom režimu prikazani su na slici 3. Kao uzorak je korišćen ^{252}Cf . Odgovarajući signali spontane fisije, detektovane iz uzorka lorandita, prikazani su na slici 4.



Slika 3. Tipični signali poluprovodničkog detektora fisionih fragmenata i neutronskog detektora pri detekciji pojedinačnih neutrona.



Slika 4. Spontana fisija detektovana iz uzorka lorandita.

3. ALGORITAM RADA SISTEMA ZA DETEKCIJU RETKIH NUKLEARNIH DOGAĐAJA

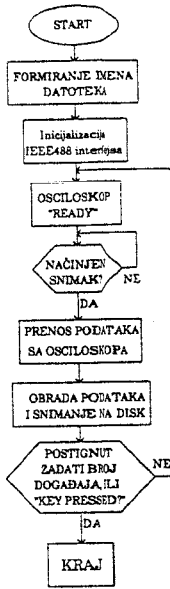
Računarski sistem za detekciju retkih nuklearnih događaja namenjen je vrlo dugotrajnom, neprekidnom radu. Na primer, merenje, opisano u [5], trajalo je godinu dana. Mereni podaci smeštaju se na disk računara, tako što svaki novi snimljeni događaj ima datoteku čiji se redni broj inkrementira. Kontrolni program rada sistema stavlja se kao poslednja komanda u AUTOEXEC.BAT datoteci.

U slučaju prestanka rada računara zbog nestanka električne energije, po uspostavljanju napajanja, došlo bi do gubljenja već snimljenih podataka tako što bi novi podaci zauzeli njihovo mesto. Zato se za svaku inicijalizaciju PC računara u posebnu datoteku automatski, komandom smeštenom u AUTOEXEC.BAT, unosi redni broj inicijalizacije. Kao vizuelnog prepoznavanja segmenata imena datoteke, kao cifre su korišćena slova engleskog alfabeta. Redni broj nuklearnog događaja u datom ciklusu merenja kodovan je arapskim ciframa. Na ovaj način, bez obzira koliko puta bio prekinut zbog nestanka električne energije, sistem ostvaruje kontinuitet načina zapisivanja podataka. U posebnu datoteku zapisuje se i vreme svake inicijalizacije PC računara. Neprekidni sistem napajanja (UPS) ne predstavlja praktičnu alternativu ovom programskom načinu kompenzovanja nestanka napajanja, zato što je osniva računara, neophodno napajati i ceo sistem za detekciju nuklearnih događaja, kao i sistem za održavanje temperature prostorije, što daleko prevazilazi mogućnost jednostavnih neprekidnih sistema napajanja.

Algoritam rada sistema za detekciju retkih nuklearnih događaja prikazan je blok-šemom na slici 5. Rad se završava po postizanju detekcije zadatog broja fisionih događaja (obično se zadaje jakó veliki broj događaja koji se u vremenskom intervalu merenja ne ostvari), ili pritiskom na bilo koji taster (što je označeno sa "keypressed?" na slici 5.).

4. ZAKLJUČAK

Opisani računarski sistem omogućava praćenje i detekciju retkih nuklearnih pojava u praktično neograničenom vremenskom intervalu. Sistem je zasnovan na korišćenju PC računara i digitalnog osciloskopa, i funkcioniše potpuno samostalno, tako da je potreba za ljudskom prisutnošću svedena jedino na povremene kontrole rada sistema od strane operatera.



Slika 5. Algoritam rada sistema za detekciju retkih nuklearnih događaja.

4. KONTROLNI PROGRAM ZA RAD SISTEMA ZA DETEKCIJU RETKIH NUKLEARNIH DOGAĐAJA

Program za rad sistema za detekciju retkih nuklearnih događaja pisan je u Pascal-u. Program predstavlja implementaciju algoritma za detekciju retkih nuklearnih događaja, opisanog u prethodnom poglavlju. Pri pisanju ovog programa, neophodno je poznavati naredbe i način za prenos podataka sa osciloskopa, zavisno od proizvođača [6], a treba i poznavati komande za komunikaciju koje su sastavni deo GPIB protokola [7] i koje interpretira drajver za karticu, zavisno od tipa kontrolera koji se nalazi na kartici.

U toku rada program ispisuje na ekranu trenutni status. Kako je algoritmom i predvideno, program završava rad po posuzanju detekcije zadatog broja fisijonih događaja, ili pritiskom na bilo koji taster.

Podaci iz osciloskopa se šalju na GPIB magistralu u okviru jednog bajta, i imaju vrednost 0-255. Program formira datoteke u kojima se zapisuju snimljeni signali. Finalne rezultate (broj fisijonih događaja i broj detektovanih neutrona) moguće je odrediti analizom ovih zapisa. Svi podaci ispisuju se i na ekranu. Sam program nije mogao biti prikazan u ovom radu zbog ograničenja prostora.

LITERATURA

- [1] Z.Velikić, M.Stefanović: "Akvizicija i obrada dijagrama sa digitalnog memorijskog osciloskopa pomoću računara", I Simpozijum YUINFO '95, Zbornik radova, Brezovica, 2-5. april 1995.
- [2] D.Šević, A.Zarić, R.Antanasijević, Đ.Konjević, M.Čuk, J.Purić: "Primena Wavelet transformacije u obradi podataka eksperimenta Plazma fokus", IX kongres fizičara Jugoslavije, Petrovac na Moru, 29-31.maj 1995, str.441-448.
- [3] D.Šević, M.Stefanović, R.Antanasijević, J.Purić, M.Čuk: "Prikupljanje i obrada podataka pomoću računara u eksperimentu Plazma fokus", II Simpozijum YUINFO '96, Zbornik radova, Brezovica, 1-5. april 1996.
- [4] D.Šević, M.Stefanović, R.Antanasijević, A.Zarić, J.Purić, M.Čuk: "Računarski sistem za kalibraciju detektora neutrona u eksperimentu Plazma fokus", III Simpozijum YUINFO '97, Zbornik radova, Brezovica, 1-4. april 1997.
- [5] A.Zarić: "Istraživanje superteških elemenata u geološkim uzorcima", Doktorska disertacija, Fizički fakultet, Beograd, 1993.
- [6] "TEK2440 Digitizing Oscilloscope", Programmer Manual, Tektronix Inc., Beaverton, USA, 1994.
- [7] "PC-488 Programming and Reference Manual", Capital Equipment Corp., Burlington, USA, 1987.

Abstract: Computer system for detection of rare nuclear events is described in this paper. Operation of nuclear electronic equipment and digital storage oscilloscope is controlled by PC computer. Described system is fully automatic, so human presence is needed only for routine checks of system functions.

COMPUTER SYSTEM FOR DETECTION OF RARE NUCLEAR EVENTS

Dragutin Šević, Milan Stefanović, Radovan Antanasijević, Aleksandar Zarić