

## Daljinska kontrola jonskog izvora pVINIS

Roman Balvanović

INN Vinča, P.P. 522, 11001 Beograd, Jugoslavija

**Sadržaj** - Jonski izvor pVINIS je samostalni jonski injektor Akceleratorne instalacije TESLA (AIT), nabavljen zajedno sa lokalnim kontrolnim i sigurnosnim istemom integrisanim u ormar koji je postavljen pored izvora. Daljinska kontrola pVINIS-a implementirana je preko sistema Alcont 3000<sup>o</sup>, integrisanog industrijskog kontrolnog sistema koji je predviđen kao glavni kontrolni sistem AIT. U ovom trenutku, daljinska kontrola uključuje isti skup funkcija koje se mogu izvoditi i lokalno, te sekvence za automatsko pokretanje i zaustavljanje izvora, zapisivanje i izbor radnog režima i automatsko snimanje profila jonskog snopa.

Stanje lokalnog sigurnosnog sistema, koji je inače nezavisan u odnosu na daljinsku kontrolu, takođe se nadzire na sistemu daljinske kontrole [4]. Za povezivanje na daljinsku kontrolu lokalni kontrolni ormar ima predviđene standardne D-15 i D-25 pinske konektore i prekidač kojim se bira lokalni ili daljinski režim rada. Za daljinsku kontrolu izvedene su one funkcije za koje nije neophodno prisustvo operatora pored samog izvora. Analogni signali su 0 - 10 V sa zajedničkom masom dok su digitalni 24 V relejni signali. Ukupno ima 61 ulazno/izlazni (U/I) kanal povezan sa 6 U/I kartica (Tabela 1).

### 1. Uvod

Jonski izvor pVINIS je izvor lakih jona tipa "multicusp" koji daje pozitivne i negativne jone vodonika i deuterijuma energija do 30 keV [1]. Izvor ima kontrolni ormar lociran pored izvora, izvan visokonaponskog kaveza koji omogućava operatoru da upravlja izvorom manuelno. Kontrolni ormar sadrži i sigurnosne funkcije. Ciljevi uvođenja daljinske kontrole bili su:

- da se izbegne prisustvo operatora u zoni zračenja, s obzirom da će se izvor nalaziti unutar ciklotronskog bunkera,
- da se podigne nivo automatske kontrole što će omogućiti brže menjanje radnih režima i tako bolju eksploatacije instalacije i
- da posluži kao model za razvoj aplikacija za ostale delove instalacije i proveru izabranog koncepta kontrole za čitavu AIT.

### 2. Daljinska kontrola jonskog izvora pVINIS

Daljinska kontrola izvedena je na Honeywell-ovom Alcont 3000<sup>o</sup>, distribuiranom industrijskom kontrolnom sistemu [2]. Osnovni razlozi za izbor ovog sistema bili su njegova pouzdanost i brzina razvoja aplikacija [3]. To je modularan distribuirani kontrolni sistem baziran na procesorima i80486DX4 koji su povezani industrijskom sabirnicom kapaciteta 1 Mbps.

Elementi jonskog izvora pVINIS koji se nadziru i/ili kontrolišu su: a) visokonaponska platforma (automatsko uzemljenje visokonaponske platforme), b) sistem za uvod gasa (merenje i postavljanje protoka), c) strujni ili naponski izvor za napajanje sistema vlakana i ekstrakcionih i akcelirajućih elektroda (merenje i postavljanje napona i struja), d) vakumski sistem (akvizicija stanja i kontrola pumpi i ventila i merenja pritiska) i e) jonski snop (kontrola i nadzor izvora za napajanje analizatorskog magneta, Faradejevog cilindra i profilometra).

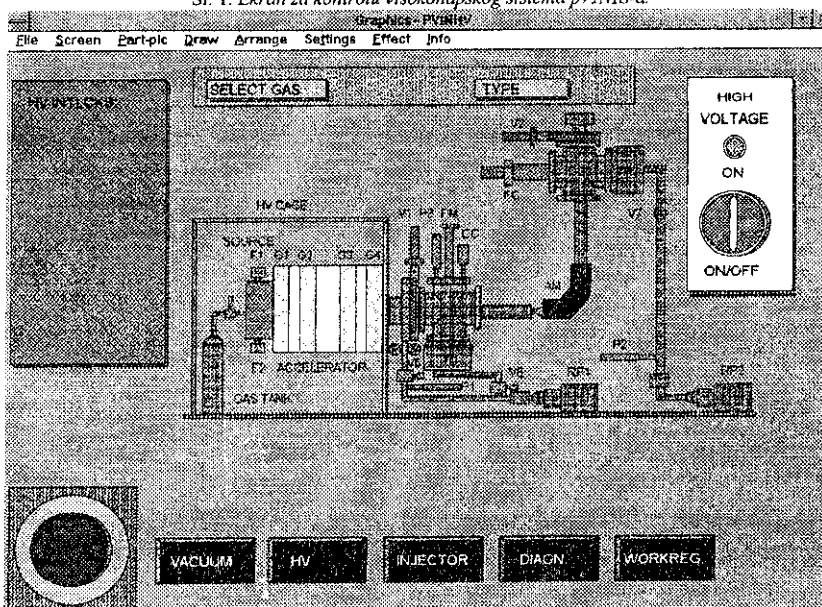
Tabela 1. Lista U/I kanala izvora pVINIS

analogni ulazi (0 - 10 V)	23
analogni izlazi (0 - 10 V)	10
digitalni ulazi (0/24 V)	13
digitalni izlazi (0/24 V)	15
ukupan broj U/I kanala	61

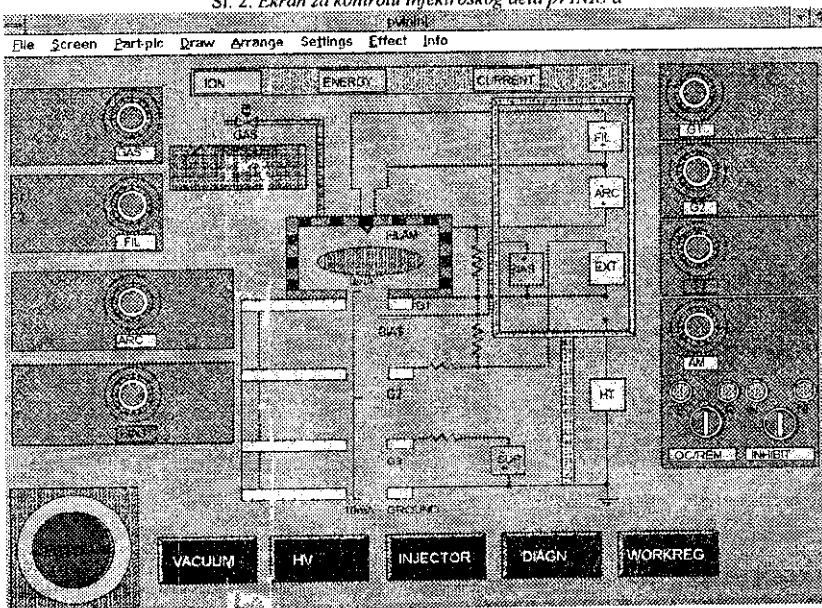
Aplikacione funkcije realizovane su kao SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) funkcije i sastoje se od funkcija prikupljanja podataka (digitalnih i analognih), komandi (digitalnih i tipa analognih postavnih vrednosti), obrade podataka (filtriranje, skaliranje, izračunavanje vrednosti, arhiviranje) i prezentacije podataka (video prezentovanje, štampanje, alarmiranje i izveštavanje). Pored ovih osnovnih funkcija izvedene su i dodatne funkcije automatskog snimanja profila jonskog snopa, automatske sekvence za pokretanje i zaustavljanje jonskog izvora i izbor i zapisivanje radnog režima jonskog izvora. Svi delovi opreme su grafički predstavljeni na video ekranima, sa kontrolnim elementima koji su osetljivim na dodir prsta ili kursora miša. Čitava aplikacija za kontrolu jonskog izvora pVINIS podeljena je na sledećih pet ekrana:

- ekran za vakuumski sistem nadzire i kontroliše vakuumske ventile, pumpe i pritiske i nadzire status vakuumskih interlokova.
- ekran za visokonaponski sistem nadzire status visokonaponskih interlokova i uključuje i isključuje visokonaponsku platformu. (Sl. 1). Na ovom ekranu operator unosi i podatke o vrsti jona.
- Ekran injektorskog sistema kontroliše sistem za uvod gasa, napajanja vlakana, ekstrakcionih elektroda i analizatorskog magneta (Sl. 2).
- Aplikacioni ekran služi za merenje intenziteta struje jonskog snopa i automatsko snimanje profila struje jonskog snopa.
- Ekran radnih režima služi za selektovanje radnog režima i automatsko postavljanje izvora u izabrani radni režim.

Sl. 1. Ekran za kontrolu visokonapnog sistema pVINIS-a



Sl. 2. Ekran za kontrolu injektorskog dela pVINIS-a



Delovi opreme koji su na udaru jonskog snopa, kao npr. Faradejev cilindar i profilometar, zaštićeni su od pregrevanja softverskim alarmima i interlokovima. Vremena reagovanja interlokova su sračunata na osnovu tekućih podataka o snopu (ekstrakcioni napon i intenzitet jonske struje) i vremena zagrevanja sonde. Algoritam omogućava ponovno spuštanje sonde u snop pre isteka vremena hlađenja, dobijcnog na osnovu proračuna o brzini hlađenja sonde.

Sekvenca za automatsko merenje profila snopa inkrementira položaj merne sonde. Veličinu koraka i vreme relaksacije sonde na svakom od koraka, neophodno zbog dinamike odziva merne sonde, podešava operator empirijski. I u ovoj proceduri obezbeđena je zaštita sonde od pregrevanja i vreme za hlađenje pre novog postavljanja sonde.

Automatska sekvenca za pokretanje jonskog izvora ima podesive parametre. Naime, izabrani radni režim dostiže se u podesivom broju koraka,  $n_k = 1-100$ , povećavajući u svakom koraku zadatu vrednost svakog od parametara za

$$\Delta V_i = (V_{ki} - V_{pi})/n_k$$

gde je  $\Delta V_i$  inkrement vrednosti parametra  $p_i$  u jednom koraku,  $V_{ki}$  konačna vrednost parametra  $p_i$ ,  $V_{pi}$  početna vrednost parametra  $p_i$  a  $n_k$  odabrani broj koraka. Takođe podesivo je vreme čekanja na izvršenje zadate komande na svakom od koraka, čime uzimamo u obzir stvarnu dinamiku pojedinih delova jonskog izvora. Treba napomenuti da je moguće i automatsko prebacivanje iz jednog u drugi radni režim, a ne samo automatsko pokretanje i zaustavljanje izvora. Na ovaj način skraćujemo vreme izbora radnog režima na nekoliko minuta, zavisno od odabranih parametara i tako povećavamo ukupno vreme snopa na metu, tj. stepen iskorišćenosti cele instalacije. Nakon završetka procedure, potrebno je još samo da operator ručno fino podesi vrednosti parametara kako bi dobio optimalan jonski snop.

### 3. Šta je sledeće na redu?

U narednom periodu potrebno je dodati automatsku sekvenca za postavljanje parametara u odgovarajuće stanje pre prebacivanja režima upravljanja pVINIS-om iz lokalnog u daljinsko, tako da nakon prebacivanja lokalnog prekidača iz položaja LOKALNO u položaj DALJINSKI ne bi došlo do resetovanja sistema zbog toga što su u izlaznim varijablama upisane nulte vrednosti.

Sledeći nivo automatizacije mogao bi biti automatska

optimizacija radnih parametara mašine u cilju dobijanja maksimalne struje ili maksimalne ekstrakcije jonskog snopa za zadati radni režim [5]. Ovaj nivo bi zahtevao modelovanje dinamike jonskog izvora, oko vrednosti smeštenih u bazu radnih režima. Do ovakvog modela bi se moglo doći eksperimentalno, upotrebom programa koji bi varirao sve elemente izabranog radnog režima u okolini zadatih vrednosti pojedinih parametara.

### 4. Zaključak

Daljinska kontrola jonskog izvora pVINIS pokazala je da je kontrolni sistem Alcont 3000<sup>®</sup> adekvatno i pouzdano rešenje za datu namenu. Implementirane su i dodatne funkcije kao što su automatske sekvence za pokretanje i zaustavljanje izvora. Da li će se implementirati i automatska optimizacija radnih režima zavisi od iskustva koje će steći operatori tokom eksploatacije jonskog izvora.

### 5. Literatura

- [1] P. Beličev and D. Ćirić, Characteristics of the pVINIS Ion Source, Vinča 1998.
- [2] Honeywell, *Technical documentation of Alcont 3000<sup>®</sup>*, 1997.
- [3] Johnson R. p. et al. Trends in accelerator control systems, *EPAC 1992*.
- [4] T. Stalevski, I. Vuleta, A. Dobrosavljević, R. Balvanović, S. Đekić, Safety and Control Systems of the mVINIS Ion Source, Vinča, 1998.
- [5] R. Balvanović, Optimizacija parametara jonskog izvora pVINIS u cilju dobijanja maksimalne struje jonskog snopa, *podloga za izradu projektnog zadatka*, Vinča 1997.

### Abstract

Remote control of pVINIS showed that Alcont 3000<sup>®</sup> is an adequate and reliable solution for the purpose. Additional functions are adopted, like automatic startup and shutdown sequences of the ion-source. Future implementation of automatic optimization of working regimes is still under question and it depends on the actual operator experience yet to be gained.

Remote control of the pVINIS Ion-Source  
Roman Balvanović