

Primena računarske tehnike u upravljanju dijagnostičkih rendgen-stativa

Miodrag Nikolić

Visoka hemijsko tehnološka škola
Kruševac, Srbija
miodrag.nikolic@medianis.net

Sadržaj— U radu se razmatra razvoj upravljačke tehnike kod složenih dijagnostičkih medicinskih uređaja. Na aparatu Telestatix, fabrike Ei JUGORENDGEN, analizirana je problematika projektovanja i proizvodnje elektromehaničkih uređaja korišćenjem relejne tehnike. Istaknut je značaj razvoja tehnike i tehnologije na usavršavanje medicinskih uređaja. Detaljno je opisano novo rešenje pomenutog uređaja zasnovano na primeni računarske tehnike i istaknute prednosti programskog rešenja upravljačkih funkcija. U zaključnom razmatranju naznačeni su dalji pravci i mogućnosti potpunog računarskog upravljanja radioloških uređaja i njihovog povezivanja u Bolnički informacijski sistem.

Ključne riječi— medicinski uređaji; rendgen-stativ; računarsko upravljanje;

I. UVOD

Medicina je jena od najstarijih prirodnih nauka. Čovek kao fizičko biće odvajkada je predmet interesovanja naučnika različitih specijalnosti. Ljudsko teleo je objekat mnogih umetnika, oslikano je na mnogim platnima, opevano u literarnim delima. Kao ličnost i društvena pojava u centru je interesovanja sociologa, psihologa, lingvиста. Kao osnovna poluga u organizaciji i funkcionisanju društvenog života čovek je u fokusu pažnje i brige svake državne zajednice. Zdravlje pojedinca i nacije mnogo vekova unazad osnovna je briga svakog odgovornog društva koje u očuvanje zdravlja i podizanja kvaliteta života ulaže velike napore. U tom svetlu medicina je multidisciplinarna naučna oblast koja u društvu ima posebno mesto i za čiji se razvoj ulaže veliki deo nacionalnog dohotka. Materijalna sredstva izdvojena u takvom obimu pružaju mogućnost za sprovođenje sistematskih istraživanja u svim oblastima vezanim za medicinu, čiji su rezultati generatori napredka ljudske zajednice. Razvoj tehnike i tehnologije daje poseban doprinos u napretku medicine, posebno u domenu dijagnostike i ranog otkrivanja bolesti.

Otkriće rendgen-zraka predstavljalo je revolucionarni događaj u postavljanju dijagnoza oboljenja tvrdih i mekih tkiva čoveka a i životinja. Sličan značaj imala su otkrića u oblasti ultrazvuka i nuklearne magnetne rezonance. Dijagnostički medicinski uređaji bazirani na ovim tehnologijama brzo su se razvijali korišćenjem savremenih tehnologija, najkvalitetnijih materijala i najnovijih tehničkih dostignuća. Svaka novina u nauci i tehnologiji nalazila je primenu u projektovanju i

proizvodnji medicinskih uređaja. Zbog važnosti ljudskog zdravlja i dužeg i kvalitetnijeg života, nisu se štedela materijalna sredstva kako za prevenciju i rano otkrivanje bolesti tako i za lečenje obolelih. Poslednjih decenija industrija medicinskih uređaja a posebno farmaceutska industrija, beleže najveća ulaganja a i porast profita.

II. PRIMENA RELEJNE TEHNIKE U UPRAVLJANJU DIJAGNOSTIČKIH RENDGEN-STATIVA

Otkriće rendgen-zraka, koje je decembra 1895 godine objavio *Wilhelm Conrad Röntgen* [1], izazvalo je veliki interes u naučnim krugovima toga vremena. U isto vreme (od aprila 1887. godine), istraživanjem fenomena, koji će nešto kasnije biti nazvan X-zracima, bavio se i Nikola Tesla koristeći vakuumsku cev sa jednim kalenom. Primena naizmeničnih struja i transformatora visokog napona [2] bili su preduslov za konstrukciju rendgen-uređaja za medicinsku i industrijsku primenu.

Ova dostignuća bila su podsticaj mnogih eksperimenata i praktičnih primena epohalnog otkrića širom sveta. Istaknuti naučnici, Batelli i Carbasso (Italija), Bleyer i Mac Intyre (SAD), svojim radovima doprineli su dobijanju rendgen-zapisa na fotografskom filmu. Postrojenje se sastojalo od rengen-aparata sa fluorescentnim ekranom i običnog foto-aparata. Projektovanje i proizvodnja rendgen postrojenja posle drugog Svetskog rata bazirani su na primeni relejne tehnike. Jedno od takvih rešenja prikazano je na sl. 1. U uređajima najvećih svetskih proizvođača, pa i nemačkog SIEMENS-a, sklopke su se koristile za uspostavljanje električnih veza, pre svega u kolu visokog napona a relea za ostvarivanje upravljačke i sigurnosne logike. Na sl. 2. prikazano je jedno od strujnih kola u aparatu domaćeg proizvođača RR, kasnije Ei JUGORENDGEN. Kontaktima relea, „mirmim“ i „radnim“, zatvarano je električno kolo uz prethodno zadovoljenje postavljenih uslova za ispravan i bezbedan rad postrojenja.

Ovakva prekidačka tehnika zadržala se dugi niz godina u proizvodnji rendgen postrojenja svetskih proizvođača. S jedne strane sigurna i pozuzdana a s druge strane glomazna i skupa jer su se logičke funkcije ostvarivale hardverskim putem i svaka od funkcija je za svoju realizaciju zahtevala po nekoliko relea i sklopki kao i skupo ožičenje.

III. RAZVOJ TEHNOLOGIJE I NOVE GENERACIJE DIJAGNOSTIČKIH MEDICINSKIH UREĐAJA

Razvoj tehnologije i pojava novih komponenti doprineli su usavršavanju i pojavi novih generacija svih profesionalnih uređaja, pa i rendgen-postrojenja.



Slika 1. Rendgen-aparat sredinom 20. veka [1]

Značajan napredak, pre svega sa aspekta poboljšanja kvaliteta izlaznih karakteristika rendgen-aparata, ostvaren je primenom tranzistora i analognih integrisanih kola. Pojavom digitalnih sistema i mikroprocesorske tehnologije otvoreno je novo poglavlje u efikasnijem i boljem rešavanju svih funkcija i delova rengen-postrojenja, pre svega funkcija upravljanja i nadzora.

U fabrici Ei JUGORENDGEN sa primenom mikroprocesorske tehnike u upravljanju rendgen postrojenja kasnilo se nekoliko godina za najvećim svetskim proizvođačima. Razloga za to ima nekoliko. Smatralo se da je najveći problem u rendgen tehnici dobijanje visokog napona kao i proizvodnja kvalitetnih rendgen-cevi. Primena novih rešenja u upravljačkoj tehnici bila je u drugom planu. Uhodani proizvodni proces, kako za generatore tako i za stativa, bazirao se na pouzdanim licencnim rešenjima koja su koristila relejnu tehniku. Svest o neminovnosti prelaska na nove upravljačke

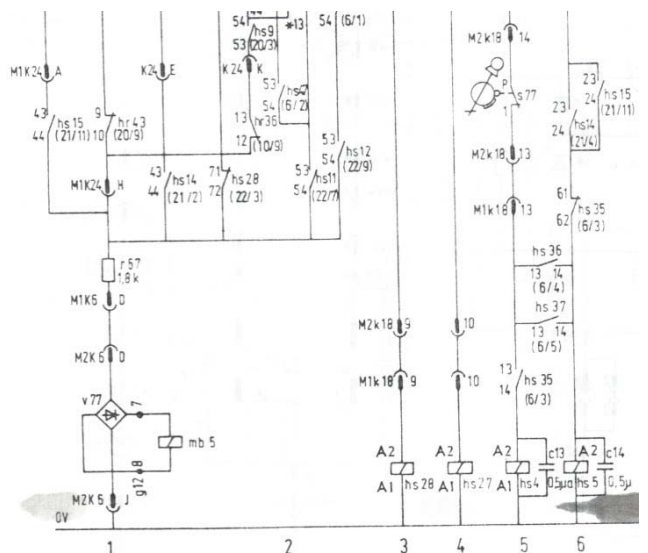
tehnologije probijala se dolaskom mlađeg inženjerskog kadra. Prva razvijana i proizvodna rešenja u novoj upravljačkoj tehnici realizovana su u familiji mobilnih rendgen-aparata na bazi domaćeg mikroprocesora Ei CDP 1802 [3], [4].

Krajem osmdesetih godina, u ovoj fabrici, za odeljenja razvoja i konstrukcije nabavljen je jedan od najboljih CAD sistema HP 350 sa tri stanice za projektovanje softvera, štampanih ploča i mašinskih konstrukcija. Time su se stekli svi uslovi za primenu novih tehnologija u procesu projektovanja, pre svega kod rendgen stativa kao veoma složenih elektromehaničkih uređaja.

Prvi proizvodno realizovan, sada već mehatronički projekat, bio je univerzalni dijagnostički stativ UNDISTAT 3U [5]. Sopstvenim razvojem realizovano je mikroročunarsko upravljanje na bazi INTEL-ovog kontrolera 80537.

Pred rukovodstvom Fabrike i razvojnim timom stajao je još jedan veliki zadatak, TELESTATIX, složeni elektromehanički dijagnostički stativ [5]. Ovaj univerzalni uređaj za rutinske i specijalne preglede više od dve decenije proizvodio se po licenci firme SIEMENS i prodavao širom Sveta. Odličnih mehaničkih karakteristika, visoko pouzdan i siguran u radu postajao je sve nerentabilniji zbog skupih elektromehaničkih komponenti i zastarelih motora koje je bilo sve teže nabaviti.

Pred razvojni tim postavljen je zadatak rekonstrukcije uređaja, sl. 3, koju je trebalo obaviti u nekoliko faza. Zbog ugovorenih prodaja, u prvoj fazi trebalo je zameniti zastarele komponente, motore (u TELESTATIX-u se koristi desetak motora), elektromehanička relea i mikroprekidače. U skladu sa novoizabranim komponentama neophodno je izvršiti mehaničke adaptacije kućišta. Upravljačku logiku bazirati na nekom od savremenih rešenja. Upravljački pult takođe realizovati u novoj tehnologiji. Shodno usvojenim postavkama modernizovati upravljački orman i izraditi novo, jednostavnije i jeftinije ožičenje aparata.



Slika 2. Deo strujnog kola sa relejnim upravljačkim funkcijama



Slika 3. Telestatix sa komandnim pultom i generatorom X-zračenja

Projektovati upravljačke jedinice za nove motore. Povezati generator sa stativom i izvršiti sinhronizaciju svih modula. Izraditi štampane ploče za nove upravljačke funkcije.

Detaljno iznošenje većine postavki projektnog zadatka urađeno je sa ciljem razjašnjenja kompleksnosti projektovanja mehatroničkih uređaja, pa i ovog koji u prvoj fazi, uz već postojeći uređaj mehanički razrešen, predstavlja jednostavniji zadatak. Delovi razvojnih zaduženja, koji nisu iznešeni a koji su neophodni sve do izrade nulte serije, su kompletiranje i funkcionalno ispitivanje celokupnog sistema, izrada tehničke dokumentacije za proizvodnju i izrada aplikativnih programa za servisni mod.

U situaciji dugogodišnjeg međunarodnog pritiska i izolacije naših industrijskih kapaciteta, nije bilo lako realizovati ovakav projekat. Ovakvo životno i industrijsko okruženje dovelo je do nestabilnosti društvenih i proizvodnih odnosa, osipanja kadra i prekidanja proizvodnih i tehnoloških procesa. Ono što je nekada bilo lako izvodljivo, u nestabilnim uslovima sa čestim promenama rukovodstva i pritiscima raznih vrsta, postalo je gotovo neizvodljivo i brzo je zamiralo. Projekat je nekoliko puta iznova pokretan, sa različitim idejnim rešenjima i mogućim realizatorima. Rešenje je nađeno u angažovanju stručnog tima van fabrike [6]. Grupa stručnjaka sa Elektronskog fakulteta u Nišu, specijalista za automatiku i projektovanje upravljačkih sistema u saradnji sa fabričkim stručnjacima iz Razvoja i Kontrole, uspešno je realizovala sve postavljene zadatke. Rezultat zajedničkog rada je mehatronički uređaj u kome su sve kontrolne funkcije ostvarene softverski. Glomazni energetski orman sa desetina relea, sklopki i skupim i glomaznim buntovima električnih provodnika zamenjen je kompaktnim programabilnim logičkim kontrolerom i pogonskim pločicama motora (sl. 4). Smanjenju gabarita pratećeg energetskog ormana doprinelo je softversko upravljanje koje pruža fleksibilnost u upravljanju, izmenu postojećih upravljačkih

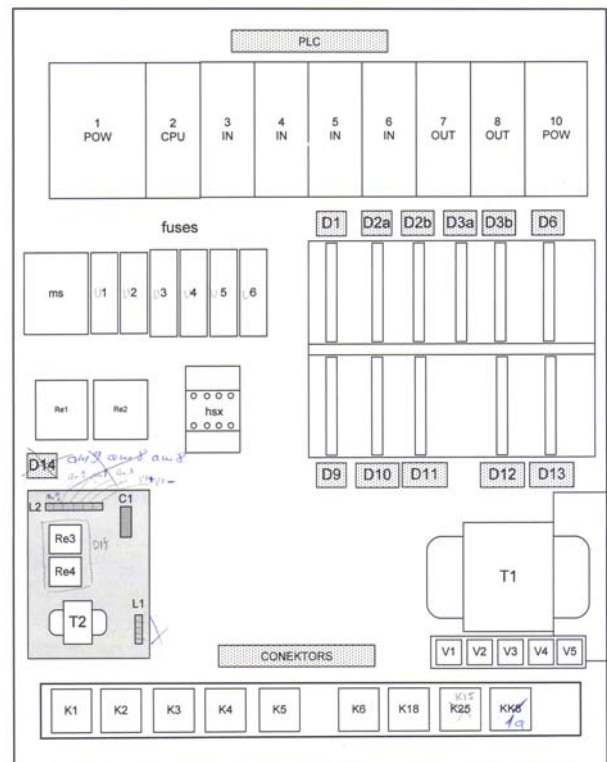
funkcija i dodavanje novih bez izmena hardveru i ožičenja. Posebno elegantno i funkcionalno rešenje predstavlja novi komandni pult (sl. 5). Nekoliko mehančkih palica koje su svojim položajima istovremeno prekidale strujna kola zamenjene su jednostavnijim tasterima programski podržanim.

Izvodi tastera povezani su sa ulazima PLC-a tako da je njihovo deistvo određeno pratećim programom. Takva organizacija podrazumeva laku modifikaciju ili izmenu njihovih funkcija. Na novom komandnom pultu, realizovanog na bazi SIEMENS SIMATIC PLC-a, svaki način rada uređaja grafički je prikazan na ekranu a izbor parametara rada omogućen je funkcionalnim tasterima smeštenim po obodu ekrana. Tako je jedan isti taster imao više različitih funkcija u zavisnosti trenutne maske na ekranu (sl. 6). Ovakva organizacija upravljačkih tastera pretstavlja značajno unapređenje u odnosu na skupe mehaničke tastere sa prekidačkim funkcijama kakvi su bili na komandnom pultu starog rešenja (sl. 3).

IV. DALJI PRAVCI PRIMENE RAČUNARSKE TEHNIKE UPRAVLJANJA

Sledeća faza razvoja ovog uređaja podrazumeva potpunu računarsku i informatičku podršku i to sa dva aspekta: upravljačkog i komunikacionog.

U upravljačkom smislu veliki zadatak predstavlja programsko vođenje i pozicioniranje motora. U staroj veriji



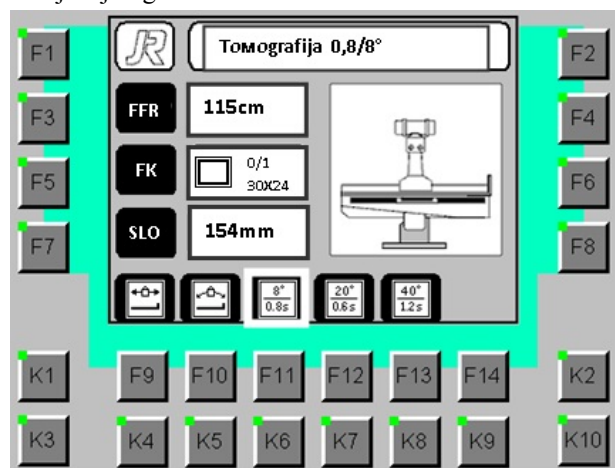
Slika 4. Razvojna šema upravljačkog ormana



Slika 5. Izgled novog komandnog pulta sa SIMATIC PANEL-om

Telestatix-a pokretanje motora izvršavalo se preko glomaznih relejnih logičkih kola a zaustavljanje sistemom mikroprekidača. Realizovano novo rešenje donelo je programsku kontrolu uslova rada uređaja i korišćenje rida relea za pozicioniranje. Dalji razvoj ovog uređaja treba da dovede do potpune mikroracunarske kontrole kretanja motora što podrazumeva pozicioniranje korišćenjem koračnih motora ili nekih drugih davača broja obrtaja motora. Poseban projektantski izazov je zamena tomografske letve koordinisanim računarskim upravljanjem tri motora. Na rešavanju tog problema rađeno je u [7].

U informatičkom smislu treba omogućiti prenos radioloških slika u digitalne dijagnostičke sisteme i Radiološki informacijski sistem. Primenom savremenih informatičkih tehnologija stvaraju se preuslovi da radiološki snimci dobijeni na modernizovanom Telestatix-u, preko budućeg Integrisanog zdravstvenog informacijskog sistema budu dostupni na čitavoj zemaljskoj kugli.



Slika 6. Komandni pult – maska za tomografiju

V. ZAKLJUČAK

U radu je razmatrana primena tehničko-tehnoloških dostignuća u projektovanju i proizvodnji složenih dijagnostičkih radioloških uređaja. Analiza je izvršena na aparatu Telestatix iz proizvodnog programa fabrike Ei JUGORENDGEN. Zastarelost komponenti starog aparata nametnula je potrebu njihove zamene savremenijim i jeftinijim a time i primenu novih upravljačkih tehnologija. U saradnji sa Elektronskim fakultetom izvršeno je osavremenjavanje aparata primenom računarske upravljačke tehnologije. U radu su posebno istaknute prednosti programskog upravljanja kao i nove mogućnosti koje nudi primena računarske tehnologije u smislu povezivanja aparata u Radiološki informacijski sistem

LITERATURA

- [1] sr.wikipedia.org/wiki/Вилхелм_Конрад_Рендген
- [2] <http://naizmenicnastruja.webs.com/nikolatesla.htm>
- [3] Nikolić, M., Todorović, I., Canić, A., Stokanović, S., Randelović, M., "Novo rešenje mobilnog rendgen aparata upravljanog mikroracunarom", XXXVIII Konferencija za ETRAN, Niš, juni 1994, Zbornik radova, str.I-41-42.
- [4] Nikolić, M., "Jedno rešenje upravljačke jedinice mobilnih rendgen-aparata na bazi mikroracunara", magistarska teza, mentor prof. dr Živko Tošić, oblast računarska tehnika i informatika, Elektronski fakultet u Nišu, decembar 1998.
- [5] www.jugorendgen.rs
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/Outsourcing>.
- [7] Pejović, M., Koordinisano upravljanje tromotornim pogonom rengenata za tomografska snimanja, magistarska teza, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, 2003.

ABSTRACT

Evaluation of control technique for complex medical diagnostic equipment is considered in this paper. The problem of projecting and production of electromechanical equipment using by relay technique is analysed on the apparatus Telestatix, product of the factory Ei JUGORENDGEN. The influence of the technical and technology development on the improvement of medical equipment is highlighted. Also described a new solution of the mentioned devices based on the use of computer technology and the advantages of program control has been highlighted. In concluding remarks outlined the future directions and possibilities of complete computer control of radiological devices and their integration in Hospital Information System.

THE APPLICATION OF COMPUTER TECHNOLOGY IN THE CONTROL OF DIAGNOSTIC X-RAY TRIPOD

Miodrag Nikolić