

KOMPLET MJERITELJSKE OPREME OD SEDAM INSTRUMENATA ZA RAZVOJ I ODRŽAVANJE ULTRAZVUČNIH GENERATORA

Dubravko Rogale, Redoviti član Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, Tekstilno tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dubravko.rogale@ttf.hr

Sažetak: *Prikazan je komplet od sedam mjernih instrumenata za razvoj i održavanje ultrazvučnih generatora. Instrumenti su bili razvijeni za potrebe R.O. Mega, Zagreb 1980. i 1981.. godine. Karakteristični su po tome što imaju zaštitne sklopove koji ih brzo isključuju iz mjernog kruga kad se mjerne vrijednosti naglo povećaju pri kolapsu radnih parametara generatora. Mjerne vrijednosti tada postaju veće i do stotinjak puta što je rezultiralo izgaranjem konvencionalnih instrumenata jer mjeritelj nije stigao na vrijeme promijeniti mjerno područje.*

1. Uvod

Sedam inovacija s područje mjeriteljske tehnike, ciljano namijenjene razvoju, servisu, održavanju i popravcima ultrazvučnih generatora, je nastalo početkom 1980-tih godina u R.O. Mega, Zagreb. Spomenuta velika i vrlo uspješna tvornica, koja je uz ostale proizvode uredskog materijala i galanterije, proizvodila i patent zatvarače je jako puno ulagala u svoje ljude, znanje i razvoj.

R.O. Mega je raspolagala s izvrsnom alatnicom koja je zapošljavala nekoliko stotina ljudi, a sama je proizvodila svoje strojeve i kalupe za brizganje zatvarača i spojnice. Početkom 80-tih godina Jugoslaviju je potresala proizvodna i financijska kriza, bile su česte redukcije energenata, a nedostajalo je deviza za uvoz novih ultrazvučnih generatora i rezervnih dijelova za njih pa se stoga pristupilo konstrukciji potpuno novih elektroničkih ultrazvučnih generatora [1]. To je bio zahtjevan poduhvat jer proizvođač starih ultrazvučnih generatora nije želio dati nikakvu tehničku dokumentaciju osim šture električne sheme uređaja s najnužnijim tehničkim podacima manjeg značaja uz svoje uređaje, štiteći tako svoje znanje, odnosno intelektualno vlasništvo. Osim toga je proizvođač u uređaju koristio tzv. custom made elemente koji su bili proizvedeni samo za njega, a nisu se mogli kupiti na tržištu ni zamijeniti komponentama drugih proizvođača. Stoga kopiranje uređaja reverznim inženjeringom nije bilo moguće.

Preostalo je stjecanje znanja iskustvom i mjerenjima. Mjerenja su se i inače pokazala visokorizičnim jer se znalo dogoditi da je ultrazvučni generator izgubio praćenje rezonantne frekvencije ultrazvučnog pretvornika, a tad je dolazilo do tzv. kolapsa radnih parametara. Kolaps nije bio nimalo bezazlen jer je u djeliću sekunde došlo do ekstremno velikih povećanja vrijednosti mjerenih parametara koji su uništavali skupe mjerne instrumente jer poslužitelj nije stigao na vrijeme uočiti kolaps parametara i hitro povećati mjerno područje već je u pravilu došlo do iznenadnog i brzog pregaranja ulaznih sklopova vrlo skupih i složenih mjernih instrumenata.

Stoga se pristupilo izradi novih, inoviranih mjernih instrumenata, i to s tri aspekta: sa zaštitnim sklopovima koji su ih štitili od kolapsa procesnih parametara, s mjernim područjima i karakteristikama koji su bili primjereni tehnici ultrazvuka i korištenih generatora i s izlaznim signalima koji su se mogli izravno implementirati na sklopovlje ultrazvučnih generatora bez opasnosti za mjerni uređaj i režim rada.

2. Opis inovacija

Za potrebe specifičnih mjerenja na području primjene ultrazvuka i rada ultrazvučnih generatora u RO Mega, Zagreb razvijeno je sedam inoviranih mjernih instrumenata, autora Rogale D., J. Gal prema sljedećem popisu s naznačenim godinama nastanka:

- Istosmjerni digitalni voltmetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima, 1980.
- Istosmjerni digitalni ampermetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima, 1980.
- Izmjenični digitalni voltmetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima, 1980.
- Izmjenični digitalni ampermetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima, 1980.
- Digitalni frekventometar sa zaštitnim sklopom, 1981.
- Generator funkcija za mjerenja na ultrazvučnim generatorima, 1981.

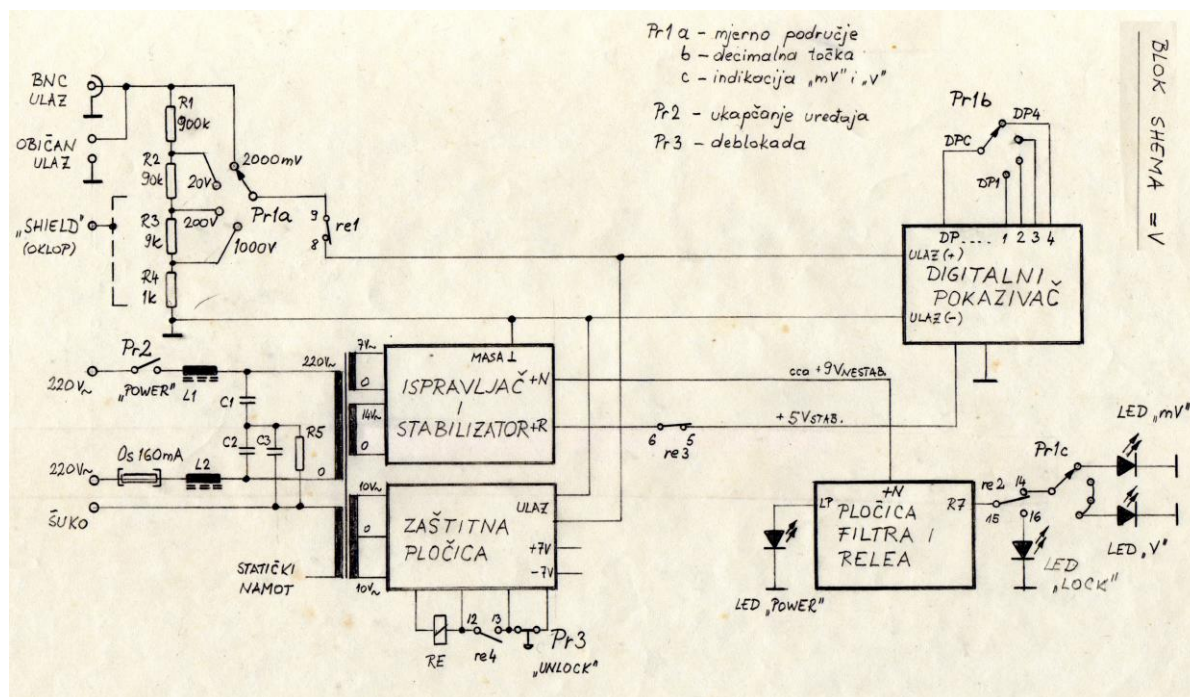
- Ispitivač dioda i tranzistora snage za ultrazvučne generatore, 1981.

Mjerni komplet sa svih sedam instrumenata je bio atestiran i umjeren u Zavodu za električna mjerenja ondašnjeg Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a potom se koristio za razna mjerenja, kontrolu rada, servis, održavanja i popravak ultrazvučnih generatora u Megi, a kasnije za istraživanja i razvoj na području ultrazvuka.

Nažalost, R. O. Mega Zagreb nije preživjela privatizacijski proces ranih 90-tih godina prošlog stoljeća. Nestali su svi pogoni, strojevi, otpušteni su ljudi a s njima znanje i bogata dokumentacija. Na žalost netragom su nestali svi strojevi s ultrazvučnim generatorima, spomenuti komplet instrumenata i sva dokumentacija. Stoga će se u ovom radu prikazati samo onaj dio dokumentacije iz razdoblja 1980. do 1982. koji je ostao u osobnom vlasništvu autora tijekom njene izrade.

2.1. Istosmjerni digitalni voltmetar sa zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima

Konstruiran je i načinjen je istosmjerni digitalni voltmetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima namijenjen ispitivanju u radu, preventivnom servisiranju, popravcima postojećih kao i razvoju novih ultrazvučnih generatora u RO Mega, Zagreb. Ultrazvučni generatori su se koristili za oblikovanje i precizno fiksiranje polimernih niti od kojih su se izrađivali patent zatvarači. Zbog visokih napona i snaga te nepredvidljivih iskakanja iz radnih parametara pri nekontroliranim radnim uvjetima zbog kojih su mjerne vrijednosti poprimale ekstremno velike vrijednosti, uređaj je imao više vrlo brzih zaštitnih sklopova za zaštitu ulaznih sklopova od previsokih mjernih vrijednosti i opterećenja. Iz tih razloga se konvencionalni mjerni instrumenti nisu mogli koristiti jer bi tijekom mjerenja vrlo često pregarali te se stoga nisu mogli koristiti. Konstrukcijom serije mjernih uređaja moglo se sustavno umjeravati, servisirati i popravljati ultrazvučne generatore o kojima je ovisila glavina proizvodnje. Na sl. 1. prikazana je blok shema uređaja (konstruirao i nacrtao autor 1980. godine, op. a.).



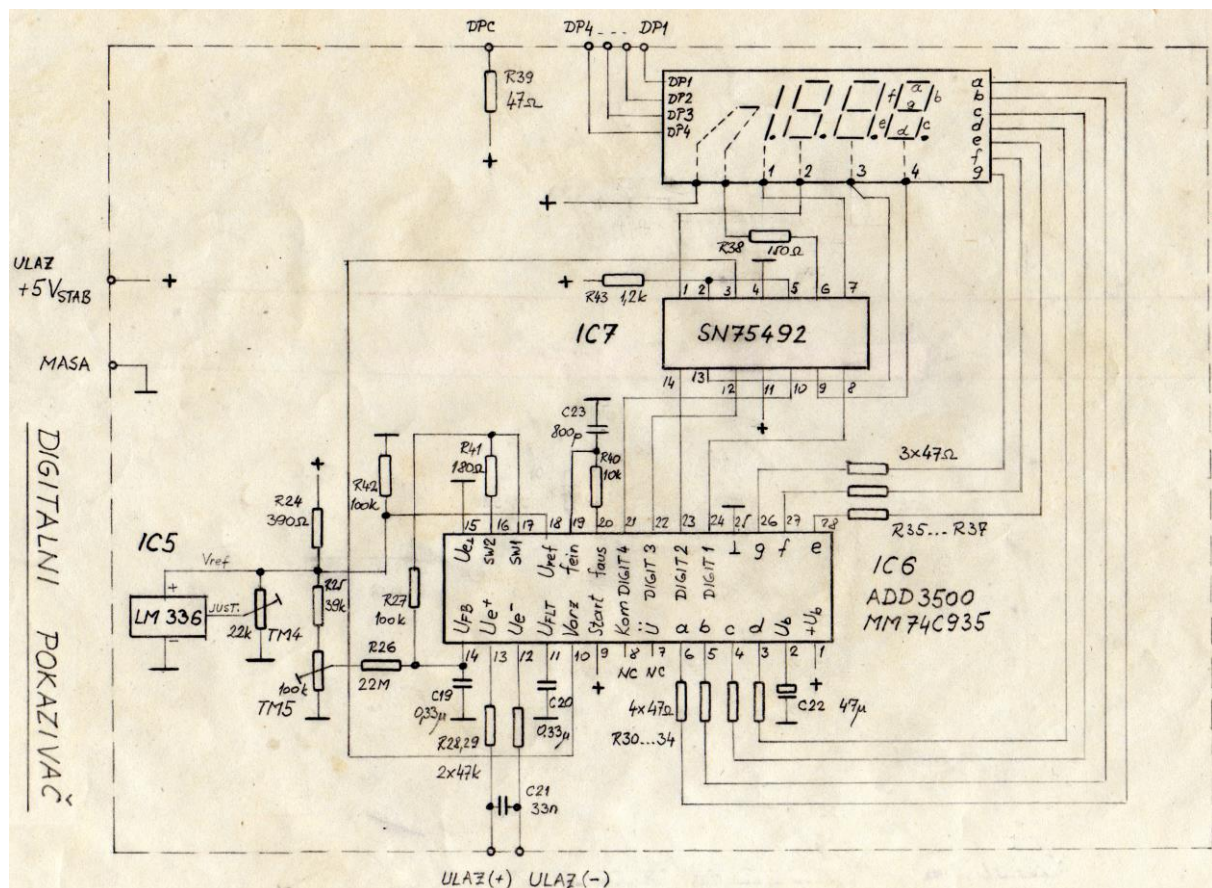
Sl.1 Blok shema istosmjerni digitalni voltmetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima

Uređaj je mogao mjeriti napone od 1 mV do 1000 V u četiri mjerna područja i imao je 4 sklopa koja su bila vrlo slična u svim digitalnim instrumentima: precizni visokostabilni ispravljač i stabilizator napona, sklop zaštite na izdvojenoj pločici s posebnim napajanjem, sklop filtra i relejnog sklopa blokade te zaseban sklop digitalnog pokazivača. U slučaju prekoračenja mjernih vrijednosti podešenih attenuatorom, aktivirao se elektronički zaštitni sklop i brzi relej koji je galvanski odvojio ulaz jednim slogom kontakata, a drugim slogovima je zaštitio sve vitalne dijelove mjernog uređaja kod kojih je moglo doći do pregaranja i uništenja. Blokada je bila trajna,

sve dok mjeritelj nije ručno deblokirao uređaj. Pokazalo se da je to vrlo korisna funkcija koja je besprijekorno štitila uređaj i pri dugotrajnom kolapsu radnih parametara ultrazvučnog generatora. Pokazala se učinkovitom i kod kratkih kolapsa iza kojih je dolazilo do restitucije parametara koji bi obično prošli nezamijećeno. Ovako je mjeritelj na neizravan način bio upozoren na nestabilan rad generatora koji se zbog tromosti oka mjeritelja nije mogao biti registriran. Ostali sklopovi javljaju se s malim izmjenama i u drugim instrumentima pa će biti opisane u narednom tekstu.

2.2. Istosmjerni digitalni ampermetar sa zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima

U sklopu mjernog kompleta načinjen je i istosmjerni digitalni ampermetar s zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima namijenjen ispitivanju u radu, preventivnom servisiranju, popravcima postojećih kao i razvoju novih ultrazvučnih generatora u RO Mega, Zagreb. Mjerni uređaj ima slične zaštitne sklopove kao u opisu poglavlja 2.1. Također je umjeren u Zavodu za električna mjerenja tadašnjeg Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na sl. 2 prikazan je sklop digitalnog pokazivala koje je razvijeno da bude zajedničko s aspekta sklopovlja za sva 4 digitalna instrumenta (konstruirao i nacrtao autor 1980. godine, op. a.).



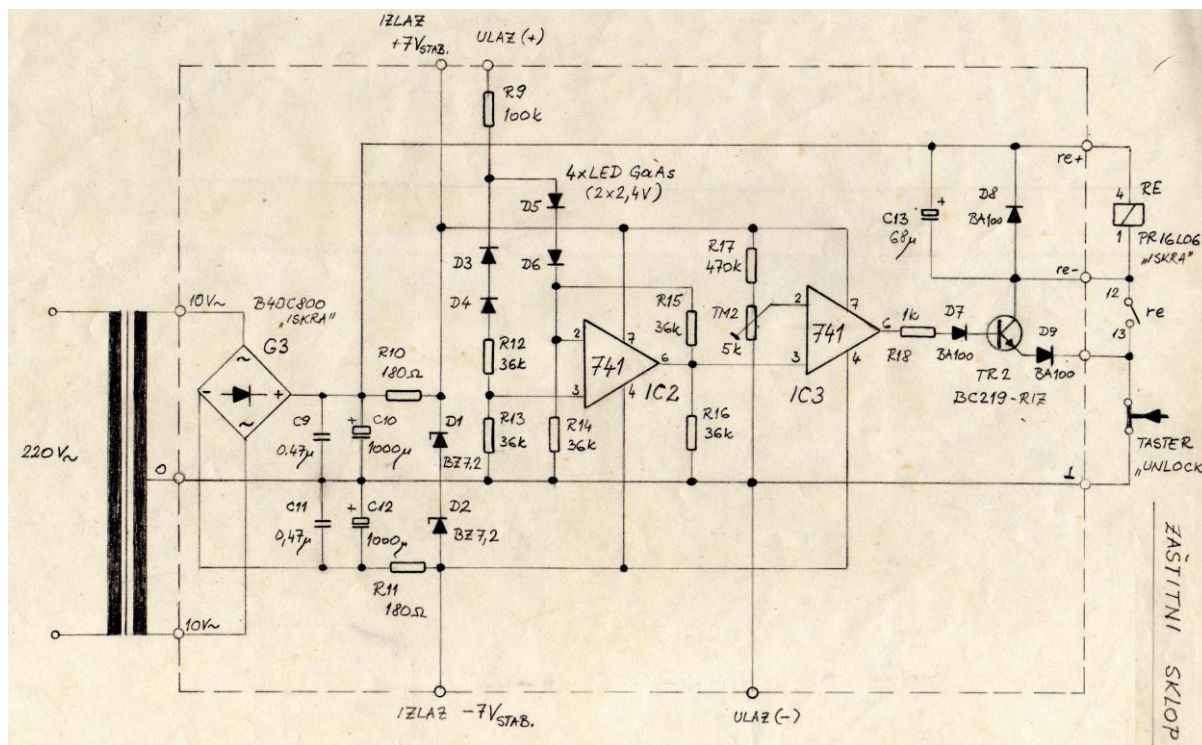
Sl. 2 Sklop digitalnog pokazivala

Valja napomenuti da su ovdje prikazani sklopovi i uređaji nastali prije skoro 40 godina kad je u nas to još uvijek bila velika novost i razmjerna nepoznanica, posebno s aspekta digitalne tehnike i znanja mladog samograditelja. Sklop se temelji na primjeni VLSI čipa IC6 ADD3500/MM74C935 kojeg s ekstremno stabiliziranim naponom, kao mjerna referenca o kojoj ovisi točnost čitavog instrumenta, poslužuje naponski etalon u čipu IC5 LM 336. Integrirani krug IC6 i IC7 SN75492 upravljaju četverocifrenim sedam segmentnim LED displejom, uz vanjsko upravljanje decimalnom točkom i prikazom mjernog područja.

Zahvaljujući primjeni digitalne tehnologije i visokopreciznih izvora kao naponski etalona, instrumenti su pokazivali visoku točnost pri svim vrstama mjerenja u širokom rasponu temperaturnih i drugih industrijskih uvjeta.

2.3. Izmjenični digitalni voltmetar sa zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima

Načinjen je specijaliziran izmjenični digitalni voltmetar s zaštitnim sklopom za mjerenja do frekvencija od 100 kHz na ultrazvučnim generatorima i ultrazvučnim pretvornicima, namijenjen ispitivanju u radu, preventivnom servisiranju, popravcima postojećih kao i razvoju novih ultrazvučnih generatora i pretvornika u RO Mega, Zagreb. Mjerni uređaj ima slične zaštitne sklopove kao u opisu 2.1. i na sl. 1. s napomenom da ima još jedan dodatni sklop mjernog pojačala i ispravljača za izmjenične signale frekvencija od 5 Hz do 100 kHz.



Sl. 3. Elektronički dio zaštitnog sklopa

Zaštitni sklop građen je primjenom integriranih krugova IC1 i IC2 u kojima su ugrađena operaciona pojačala IL 741 renomirane hrvatske tvornice poluvodiča RIZ Zagreb (također propale u privatizaciji ranih 90-tih) i njezinog bipolarnog tranzistora TR2 BC219. Čitatelj koji se malo razumije u elektroničke sklopove lako će razabrati način djelovanja sklopa s napomenom da je aktivacija sklopa brza i automatska, a namjerno je načinjeno da se deblokada mora izvesti ručno kako bi mjeritelj bio upozoren na pojavu kratkotrajnog ili dugotrajnog kolapsa radnih parametara ultrazvučnih generatora ili drugih ispitivanih sklopova.

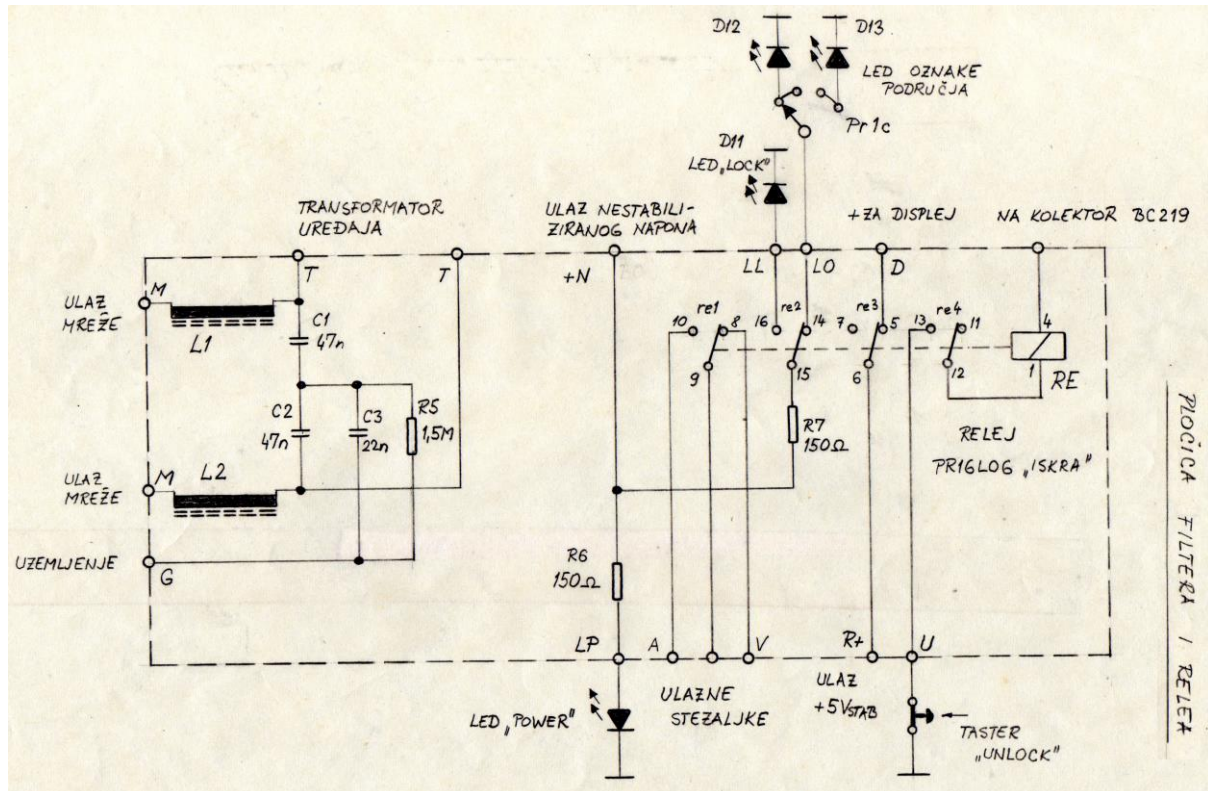
Posebno valja istaknuti još jednu inovativnu činjenicu. Zaštitni sklop ima svoje neovisno napajanje i električki fluktuirajuće, odnosno nalazi se na „plivajućem“ potencijalu što znači da mu u radu ne smetaju pogreške u spajanju oklopa ultrazvučnih pretvornika, kućišta generatora, uzemljenost ili nulovanje kućišta strojeva ni subjektivne pogreške u spajanju mjeritelja te da se pokazalo da sklop uspješno štiti sebe i druge sklopove u instrumentu pri svim mogućim neregularnim mjernim situacijama.

Ranije spomenuto mjerno pojačalo, koje ima skupina izmjeničnih instrumenata, je realizirano oko tada novog i inovativnog čipa TL061ACP/Y7940 izrađenog u MOSFET tehnici koja je osigurala je ulazna impedancija sklopa bila veća od $1,5 \times 10^{12} \Omega$ pa se u mjernom krugu atenuatora nije osjetio utjecaj priključka mjernog pojačala. Sve pažljivo razmotrene situacije primjene, pažljivo odabrane komponente i konstrukcija uređaja osiguravale su čitavom mjernom kompletu izvrsne radne karakteristike.

Uređaj je također umjeren u Zavodu za električna mjerenja tadašnjeg Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

2.4. Izmjenični digitalni ampermetar sa zaštitnim sklopom za mjerenja na ultrazvučnim generatorima

Načinjen je specijaliziran izmjenični digitalni ampermetar s zaštitnim sklopom za mjerenja struja od 1 mA do 10 A i frekvencija od 8 Hz do 100 kHz poglavito na ultrazvučnim pretvornicima i u manjoj mjeri na ultrazvučnim generatorima pri radu, preventivnom servisiranju, popravcima postojećih kao i razvoju novih pretvornika i ultrazvučnih generatora u RO Mega, Zagreb. Mjerni uređaj ima slične zaštitne sklopove kao u prethodnim opisima. I on je umjeren u Zavodu za električna mjerenja tadašnjeg Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na sl. 4 prikazan je sklop filtera i relejne podrške zaštite koja je vrlo slična za sva četiri prethodno opisana instrumenta.



Sl. 4 Sklop filtera i relejne podrške zaštite

Iskorištena su sva četiri sloga releja. Prvi slog, re1 služi da se pri prekoračenju ulaznih vrijednosti, ako su 10% veće od postavljenog mjernog područja atenuatora, galvanski odvaja priključne ulazne mjerne stezaljke. Slog re2 pri aktiviranoj zaštiti odspaja indukatore mjernog područja i uključuje svjetlosni signal blokade uređaja. Slog re3 odspaja displeja slog re4 služi za samodržanje releja i stalnu blokadu sve dok je mjeritelj ne deblokira pritiskom na tipke UNLOCK. Tijekom dugogodišnjeg rada navedenih instrumenata nikad nije došlo do nikakvog oštećenja pri kolapsu procesnih parametara, a prije toga su konvencionalni instrumenti redovito stradavali zbog pregaranja ulaznih sklopova.

2.5. Digitalni frekventometar

Uz osnovne mjerne instrumente za rad na ultrazvučnim pretvornicima konstruiran je i načinjen i digitalni frekventometar s zaštitnim sklopom za mjerenja do frekvencija od 5 Hz do 100 kHz poglavito na ultrazvučnim pretvornicima i na ultrazvučnim generatorima pri umjeravanju naponski kontroliranih oscilatora i područja skeniranja frekventnog dijapazona ultrazvučnih pretvornika u radu, preventivnom servisiranju, popravcima postojećih kao i razvoju novih pretvornika i ultrazvučnih generatora u RO Mega, Zagreb. Mjerni uređaj ima slične zaštitne sklopove kao u prethodnim opisima koji mu štite ulazne sklopove. Umjeren je u Zavodu za električna mjerenja tadašnjeg Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Imao je osmocifreni displej i dva mjerna ulaza. S aspekta svojih mogućnosti bio je vrlo revolucionaran za početak ranih 80-tih godina. Mogao je

mjeriti frekvenciju na oba ulaza, ali i omjer dviju frekvencija, vremensko trajanje impulsa signala i vremensko trajanje pauze signala, omjera signal/pauza, te je mogao poslužiti i kao brojilo impulsa koje se moglo resetirati. Čak i za današnje pojmove su njegove mogućnosti respektabilne. Na žalost zbog propasti i nestanka Mege u privatizaciji, nije sačuvan taj uređaj ni njegova dokumentacija.

2.6. Generator funkcija za mjerenja na ultrazvučnim generatorima

Generator je bio izlagan na izložbi inovacija Inova 82 pa je sačuvana izložbena dokumentacija prikazana na sl. 5.

I N O V A '82	
GENERATOR FUNKCIJA	
=====	
Izlagač:	"MEGA", Tvornica patent zatvarača, galanterijskih proizvoda i preradu obojenih metala, n.sol.o. Zagreb, XIII Savski Gaj br. 2
Autor:	ROGALE DUBRAVKO i GAL JOSIP, električari u "Održavanju" - RO Mega
Karakteristike:	<ul style="list-style-type: none">- Napajanje: mreža 220 V, 50 Hz- Frekventno područje: 0,1 Hz - 100 kHz- Potrošnja: manja od 50 W- Valni oblici:<ul style="list-style-type: none">- sinusoidalni- trokutasti- kvadratni, promjenjive amplitude- TTL, stalne amplitude /standard TTL/- Mogućnost podešavanja impulsa pauza- Simetrični protufazni signal dvostruko manje frekvencije odnosa impuls - pauza 1:1- Dimenzije: šir x vis x duž = 25 x 17 x 20cm- Masa: 4 kg
Namjena i područje primjene	<p>Uređaj je dio mjernog kompleta, razvijenog za pokrivanje potpunih mjernih potreba RO Mega, a koji se sastoji od 4 digitalna istosmjerna i izmjenična voltmetra i ampermetra /jedan je ovdje izložen/, digitalnog frekventmetra proširenih mogućnosti mjerenja, ispitivača dioda i tranzistora i samog generatora funkcija.</p> <p>Ovaj uređaj posebno je pogodan za ispitivanje uređaja industrijske elektronike, audiofrekventnih pojačala, impulsnih sklopova, protufaznih pojačala i sl.</p> <p>Napravljen je za potrebe RO Mega, ali se može koristiti i u bilo kojoj drugoj RO u održavanju, kontroli ili razvoju, u laboratorijima, servisima i sl.</p> <p>Izradjen je najvećim dijelom iz domaćih materijala.</p>
Opis uređaja	<p>Daje signale sinusoidalnog, trokutastog, kvadratnog i TTL tipa, frekvencije od 0,1 Hz do 100 kHz.</p> <p>Frekventno područje podijeljeno je na 6 manjih područja, koji se odabiru preklopnikom, a frekvencija se kontinuirano namješta helikoidnim potencijetrom koji pokriva područje frekvencija u 10 punih oktava.</p> <p>Generator funkcija ima 4 izlaza na kojima se istovremeno pojavljuje signal.</p> <p>Na glavnom izlazu mogu se dobiti, ovisno od položaja preklopnika, sinusni, trokutasti i kvadratni signali promjenjive amplitude i TTL signal konstantne amplitude.</p> <p>Novost kod ovog generatora funkcija je upravo mogućnost dobivanja TTL signale, koji se često koristi u sklopovima industrijske elektronike, tako da je jedan izlaz predviđen za tu vrstu signala.</p> <p>Osim toga, novost je i mogućnost podešavanja odnosa impuls pauza različitih signala u širokim granicama što se danas također često koristi.</p> <p>Novina je i postojanje protufaznih TTL signala na posljednja 2 izlaza, dvostruko manje frekvencije, ali točno određenog odnosa impuls - pauza 1:1 za specifična ispitivanja.</p> <p>Svaki TTL izlaz može pobudjivati do 10 uobičajenih TTL integriranih krugova i svaki je izlaz uz to zaštićen od kratkog spoja.</p>
Konstantna adresa	MEGA, Zagreb, XIII Savski Gaj br. 2, Razvojna služba - Direktor službe Dipl.ing. Djuro Gavrilović telefon 521-522/27

Sl. 5. Sačuvani dio izložbene dokumentacije za generator funkcija s izložbe Inova 82, održane u Zagrebu

Generator funkcija je razvijen na način da može davati različite osnovne valne oblike izlaznih signala (sinusni, kvadratni, trokutasti, pilasti) s različitim omjerima impuls/pauza i vrijednostima izlaznog ofseta kao i specijaliziranim valnim oblicima karakterističnim samo za ultrazvučne glave i pojedine sklopove ultrazvučnih generatora. Umjeren je u Zavodu za električna mjerenja tadašnjeg Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Radio je zajedno s opisanim digitalnim frekventometrom čime je postignuta izuzetna točnost vrijednosti izlazne frekvencije, a uz primjenu digitalnog voltmetra i amplitude izlaznog signala.

2.7. Ispitivač dioda i tranzistora snage za ultrazvučne generatore

Ispitivač je konstruiran s namjerom ispitivanja ispravnosti i snimanja karakteristika poluvodičkih dioda i tranzistora snage koji su se koristili u ultrazvučnim generatorima. Oznake tih komponenti su bile izbrisane da se spriječi neovlašteno kopiranje generatora i kupovanje na slobodnom tržištu već kod proizvođača generatora po ponekad neopravdano visokoj cijeni ili su bili rađeni samo za proizvođača (custom made). Kako je u to doba u Jugoslaviji bio zabranjen uvoz zbog nelikvidnosti države, u RO Mega se moralo prijeći na domaće resurse gdje je to bilo moguće. Ispitivačem su ispitane karakteristike stranih poluvodičkih komponenti te pronađene domaće zamjene. Ispitivač je potom korišten i za razvoj potpuno novog ultrazvučnog generatora, u cijelosti izgrađenog na vlastitom znanju i na potpuno domaćim dijelovima.

Ispitivač dioda i tranzistora snage za ultrazvučne generatore imao je više naponskih i strujnih izvora kojima se moglo upravljati na ulazima elektroničkih aktivnih komponenti. Također je imao tri velika analogna instrumenta za očitavanje vrijednosti promjena ulaznih i izlaznih parametara pa su se tim instrumentom mogle snimati sve važne vrste poluvodičkih karakteristika. Instrument je imao i modalitet jednostavnijeg i bržeg ispitivanja ispravnosti poluvodičkih komponenti, bez snimanja karakteristika.

Ispitivačem su se mogle snimati karakteristike i ispravnost poluvodičkih ispravljačkih dioda malih i većih snaga, Zener dioda, LE dioda, bipolarnih tranzistora malih i velikih snaga, Darlington tranzistora, UJT tranzistora, FET tranzistora i vjerojatno niza drugih komponenti. Ugrađenim naponskim i strujnim izvorima su se mogli napajati i drugi elektronički sklopovi i različite vrste mjernih pretvornika kao i snimanje njihovih karakteristika.

Nažalost, i ovom se uređaju gubi svaki trag nakon propasti Mege. Nije poznata njegova sudbina niti sudbina pripadajuće tehničke dokumentacije.

5. Nagrade

Inovacija generatora funkcija je nagrađena sljedećim priznanjima:

- **Zlatna plaketa Inova 82** Zagreb za ukupan nastup R.O. Mega
- **Priznanje Inova 82** Dubravku Rogaleu za uspješno sudjelovanje na izložbi izuma, tehničkih unapređenja i noviteta, sl. 1

3. Zaključak

Opisani instrumenti i inovativni rad u Megi izazvali su interes ondašnje strukovne javnosti i glasila koja su cijenila inovativni rad poput „Polimera“ [1] koji su o toj problematici objavili veći članak, sl. 6.

SAVEZ IZUMITELJA I AUTORA TEHNIČKIH
UNAPREĐENJA HRVATSKE I ZAGREBA



DESETA JUBILARNA IZLOŽBA
PRIZNANJE

DUBRAVKU ROGALEU - ZAGREB

ZA USPIJEŠNO SUDJELOVANJE NA IZLOŽBI IZUMA,
TEHNIČKIH UNAPREĐENJA I NOVITETA

U ZAGREBU, TRAVNJA 1982.



PREDSJEDNIK

SLIKA 1. Priznanje mladom inovatoru Dubravku Rogaleu

O ultrazvuku samom te njegovoj primjeni u obradi polimernih materijala u nas malo je objavljenih radova. Prateća dokumentacija za uvezene strojeve vrlo je štura. Da bi se tako skupa i složena tehnika pravilno održavala, potrebno je znati više. A za to je valjalo prikupiti i analizirati radne parametre vitalnih dijelova uređaja. Jedini način da se dođe do tih podataka bio je da se provedu opsežna i vrlo kompleksna mjerenja svih električkih parametara ultrazvučnog generatora. Za takva mjerenja potrebni su i odgovarajući elektronički instrumenti. Njih u Megi nije bilo, a nisu se mogli ni nabaviti. D. Rogale sa svojim suradnicima izrađuje komplet mjerne opreme namijenjene mjerenjima, održavanju i razvoju vlastitih elektroničkih sklopova. Komplet se sastoji od četiri istosmjerna i izmjenična digitalna ampermetra i voltmetra, digitalnog frekvencmetra, generatora funkcija i ispitivača dioda i tranzistora. Svaki je instrument, podešen i baždaren na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, prilagođen specifičnim tvorničkim potrebama i predstavlja svojevrstu inovaciju.

Rezultati provedenih mjerenja korisno su primijenjeni za održavanje strojeva, a paž-

Sl. 6. Insert iz članka u časopisu Polimeri s dijelom problematike o opisanom inovativnom mjernom kompletu

U članku je prikazano priznanje inovatoru, a valja istaknuti da je Mega tada dobila i Veliku zlatnu plaketu za nastup na izložbi. Uz mjernu opremu tada je bio izložen ultrazvučni generator i plastični jahač koji se stavljao na vrh računovodstvenih kartica.

Komplet mjernih instrumenata bio je temelj daljnjem razvoju brojnih uspješnih inovacija u Megi, Zagreb.

4. Literatura:

- [1] Marđetko S.: Uhvaćen ultrazvuk, Dubravko Rogale, Inovator iz „Mege“, Inventivni radnik, 14, svibanj-lipanj, 1982.
- [2] Vidoša B.: Ultrazvučni generator u obradi polimernih materijala, Inovator: Dubravko Rogale, Polimeri 3 (6) 282, 1982.
- [3] Lj. A.: Inovatorstvo: Uspjeh mladog inovatora, List radne organizacije Mega, 5 (4), 5, 1982.