

Elektronički ultrazvučni generator s automatskim traženjem rezonantne frekvencije ultrazvučnog pretvornika

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

Sažetak: Prikazan je patent ultrazvučnog generatora s mogućnošću skeniranja područja djelovanja i praćenja rezonantne frekvencije ultrazvučnog pretvornika. Rezonantna frekvencija je promjenjiva pa vrlo male razlike između izlazne frekvencije generatora i rezonantne frekvencije pretvornika dovode do drastičnog pada snage ultrazvučnih titraja te do potpunog kolapsa procesnih parametara. Riješen je problem praćenja promjena frekvencije ultrazvučnih pretvornika te način kompenzacije povratnom vezom na naponski upravljiv oscilator.

1. Uvod

Izum je nastao početkom 1980-tih godina u R.O. Mega, Zagreb, koja je uz ostale proizvode uredskog materijala i galanterije, proizvodila i patent zatvarače. Godišnji kapacitet proizvodnje je bio 25 milijuna metara patent zatvarača tako da su time bile pokrivene skoro sve potrebe ondašnje Jugoslavije za tim proizvodom, a velik dio se i izvezio. Proizvodili su se metalni i plastični brizgani patent zatvarači u manjoj mjeri, a najvećim dijelom patent zatvarači nastali spiralizacijom poliamidnih i poliesterskih niti čiji se oblik fiksirao staromodnom tehnikom zagrijavanja ili djelovanjem ultrazvuka na spljoštene spirale. Godišnje se preradilo 250 tona spomenutih niti. Iako se patent zatvarač naoko čini jednostavnim proizvodom, njegova proizvodnja zahtijeva visoku točnost proizvodnje s dozvoljenim odstupanjima od nekoliko μm , inače pod djelovanjem bočnih sila dolazi do neželjenog otvaranja zatvarača, što ga čini neupotrebljivim.

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. Pa ipak, uvozila je ultrazvučne generatore koji su se montirali na njihove strojeve. 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].

2. Opis patenta ultrazvučnog generatora

Korišteni ultrazvučni generatori bili su tzv. samouzbuđenog tipa i u ono vrijeme su predstavljali uređaje visoke tehnologije. O industrijskoj primjeni ultrazvuka ni danas nema pretjerano puno radova, a u ono vrijeme, prije 40 godina, to je bila tehnološka novina s nizom izazova i nepoznanica. Proizvođač ultrazvučnih generatora nije želio dati nikakvu tehničku dokumentaciju uz svoje uređaje štiteći svoje znanje, odnosno intelektualno vlasništvo. Postojala je samo električna shema uređaja s najnužnijim tehničkim podacima manjeg značaja. No ni to nije bilo od prevelike koristi jer 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. Time su vezali kupca na svoju prodaju rezervnih dijelova i na osjetno više cijene. Stoga kopiranje uređaja reverznim inženjeringom nije bilo moguće. K tome je tehnička izvedba bila takva da su ultrazvučni generator i ultrazvučni pretvornik bili jedinstven sklop koji je imao zajedničku rezonantnu frekvenciju i mogli su raditi samo u paru. Nedostatak industrijske primjene ogledao se i u činjenici da se pokretanjem stroja moralo dugo čekati da se ustabile radni parametri generatora i pretvornika tijekom čega su se proizvodili deseci metara neupotrebljivih spirala koje nisu imale točne i postojeće dimenzije i bacane su u otpad, a kasnije bi svaka manja promjena u procesnim parametrima dovela je do iskanjanje sustava iz rezonancije pri čemu je znalo doći do kolapsa procesnih parametara.

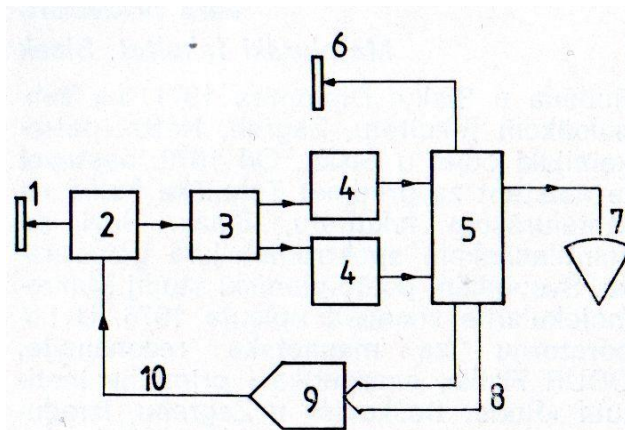
Spomenuti tehnički i ekonomski problemi potakli su razvoj potpuno nove koncepcije ultrazvučnih generatora. Koncepcija je nastala na vlastitom znanju nastalom na industrijskoj primjeni ultrazvuka. Konstrukciji generatora prethodila je izrada niza od sedam originalnih mjernih instrumenata kojima su snimane karakteristike rada ultrazvučnih generatora, njihovih sklopova i komponenti u procesu proizvodnje. To je bila skupina od sedam instrumenata inoviranih tijekom 1980. godine: istosmjerni i izmjenični digitalni voltmetar te istosmjerni i

izmjenični digitalni ampermetar sa zaštitnim sklopovima za mjerenja na ultrazvučnim generatorima, digitalni frekventometar i generator funkcija za mjerenja na ultrazvučnim generatorima te ispitivač dioda i tranzistora snage za ultrazvučne generatore.

Spomenutom skupinom instrumenata, koji su mogli nesmetano snimati postojeće karakteristike rada, započela je idejna razrada koncepcije, konstrukcije i prototipne izrade novih generatora za koje je R.O. Mega zatražila i dobila patent pod autorstvom Dubravko Rogale, **Elektronički ultrazvučni generator sa automatskim traženjem rezonantne frekvencije ultrazvučnog pretvornika**, Savezni zavod za patente SFRJ, ur. br. 21278, datum objave patenta: 21. 7. 1982. pod oznakom **P 1593/82** [2].

Izum se odnosi na konstrukciju i sklopovlje ultrazvučnog generatora koji ima mogućnost mogućnost skeniranja radnog područja djelovanja ultrazvučnog pretvornika te automatskog traženja i podešavanja na rezonantne frekvencije ultrazvučnih pretvornika. Ultrazvučni pretvornik ima vrlo usku krivulju električke i mehaničke rezonancije koja se zamjetno mijenja s promjenama parametara industrijskih procesa ili primjene zbog zagrijavanja piezokeramičkih pločica i ostalih gradbenih komponenti u pretvorniku (poglavito protuutega, bustera i sonotrode), a potom i radnih parametara (sila pritiska sonotrode na izradak, promjena dimenzija izratka, promjena specifične gustoće izratka pri dostizanju temperature omekšavanja, brzine kretanja izratka i dr.), pa o tome značajno ovisi prijenos energije s ultrazvučnog sustava na obradak u mjeri da može narušiti tolerantne granice izvođenja tehnoloških operacija proizvodnje te u konačnici dovesti do potpunog kolapsa procesnih parametara. Ovim izumom riješen je tehnički problem načina praćenja promjena rezonantne frekvencije ultrazvučnih pretvornika te način automatske kompenzacije radne frekvencije generatora povratnom vezom na naponski upravljiv oscilator. Ovim izumom riješen je i problem stabilizacije radnih parametara.

Kod ovog izuma se kao odlučujući parametar prati fazni kut između napona napajanja ultrazvučnog pretvornika i struje kroz njega u rezonantnom stanju s pomoću dvostrukog komparatora, digitalnog sklopa za usporedbu i naponskog pretvornika koji svojim izlaznim naponom upravlja naponski upravljivim oscilatorom. Promjene rezonantne frekvencije ultrazvučnog pretvornika uzrokovati će promjene faznog kuta koje će rezultirati promjenjivim naponom kojim se udešava potrebna promjena frekvencije naponski kontroliranog oscilatora koja će biti usuglašena s novom rezonantnom frekvencijom. Predmetnim izumom zaštićeno je i rješenje konstrukcije izlaznog stupnja na načelu protufaznog rada pobudnih komponenti čime je smanjeno njihovo opterećenje pri dugotrajnom radu, sklopovlje stabilizacije radnih parametara, načini njihovog mjerenja i prikaza, upravljanje i metoda skeniranja zadanog frekventnog raspona pri traženju početne rezonantne frekvencije ultrazvučnih pretvornika, sl. 1.



Sl. 1. Pojednostavljena blok shema sklopovlja elektroničkog ultrazvučnog generatora s automatskim traženjem rezonantne frekvencije ultrazvučnog pretvornika

Patentirani generator ima elemente za podešavanja granica skeniranja radnog područja djelovanja ultrazvučnog pretvornika (u slučaju Mege to je bilo između 35 i 42 kHz), oznaka 1, sl. 1. Time je definirano radno područje naponski upravljivog oscilatora oznake 2 koji radi na dvostruko većoj frekvenciji od pretvornika. Razlog tome je da je iza njega digitalno djelilo frekvencije oznake 3, koje ima zadaću da dijeljenjem frekvencije osigura točan omjer impuls/pauza od 1/1 kako bi se moglo upravljati protufaznim pojačalima oznake 4 i time

dobiti jednoliko opterećenje izlaznog sklopa i ispravnu pobudu pretvornika preko izlaznog sklopa oznake 5. Izlazni sklop oznake 5 ima mogućnost upravljanja i stabilizacije procesnih parametara preko sklopa oznake 6, a važniji parametar je izlazna snaga (u Meginom slučaju 0 do 300 W) koji se dovode na ultrazvučni pretvornik oznake 7. Osim toga u izlaznom sklopu 5 prate se radni parametri izlaznog sklopa i parametri pretvornika, oznaka 8, kako je to opisano ranije. Svi praćeni parametri procesiraju se u regulacijsko kontrolnom sklopu, oznake 9, i preko povratne veze, oznaka 10, sl. 1, u vidu povratne veze, dovode u oscilator koji po potrebi korigira i usklađuje svoju radnu frekvenciju spram potreba ultrazvučnog pretvornika odnosno procesnih parametara.

U generator su, osim opisanih sklopova, ugrađeni i sklopovi za zaštitu, mjerenja i stabilizaciju svih radnih parametara, a predviđeni su i ulazi za vođenjem s pomoću računala.

3. Zaključak

Ovim patentom načinjena je i patentirana nova vrsta elektroničkih ultrazvučnih generatora s nizom tehničkih rješenja koja se i danas koriste u suvremenim ultrazvučnim generatorima. Eksploatacijom u radnim uvjetima utvrđeno je da za isti radni ekvivalent troši 25-30 % manje električne energije, da je pouzdaniji i točniji od uvoznih. Bio je izrađen u cijelosti od domaćih komponenti pri čemu su dominirale poluvodičke analogne i digitalne komponente zagrebačke tvornice RIZ. Za uvozni generator Mega je odvajala 500.000 tzv. deviznih dinara, a domaći generator koštao je samo 80.000 ondašnjih dinara. Izumitelju je isplaćena više nego bogata nagrada temeljena na postotku ostvarene uštede što danas zacijelo, po novim hrvatskim zakonima, ne bi bio slučaj pa se može ustvrditi da je nekad inventivni rad bio daleko više cijenjen i vrednovan nego u današnje doba, no za nadati se je, da će se reindustrijalizacijom Hrvatske kada će se više cijeniti domaća pamet i proizvodnja temeljena na vlastitim inovacijama, i to popraviti.

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.