

ELEKTRONIKA U DEVEDESETIM

Miroslav Turina

KLJUČNE RIJEČI: elektronička tehnologija, mikroelektronika, integrisana kola, ASIC, SMT, čipovi, razvoj elektronike, smjerovi razvoja

SAŽETAK: Razvoj elektronike tokom nekoliko narednih godina bit će obilježen svestranom primjenom aplikativno specifičnih integriranih sklopova u domeni obrade signala i u domeni snage, pojavom novih elektroničkih elemenata, tehnologijom površinske montaže i projektiranjem pomoću računala

ELECTRONICS IN NINETIES

KEY WORDS: Electronic Technology, microelectronics, integrated circuits, ASIC, chips, SMT, electronic development, development trend

SUMMARY: The phenomena that will be characterising the development of electronics in the next few years will be the extensive usage of ASICs in the fields of signal processing and power electronics, the emergence of a new generation of electronic components, the surface mounting technology and the computer-aided design.

UVOD

Sada početkom posljednje deкаде ovoga stoljeća pomodno je praviti studije i prognoze o daljnjim zbivanjima u različitim oblastima ljudskoga življenja i djelovanja. Takve prognoze rade se s velikim rizikom, da se kasnije pokaže njihova promašenost. Rizik je naročito velik kod prognoziranja događanja u djelatnostima s brzim promjenama, a elektronika je upravo takva djelatnost. To je oblast ljudskog djelovanja gdje se promjene najbrže odvijaju, što je vidljivo doslovce svagdje i na svakome koraku.

Ono što je prosječne korisniku elektronike nevidljivo, a i upućenijem nedovoljno vidljivo jesu činioči koji omogućavaju tako spektakularna dostignuća. Oni koji su vezani neposredno uz struku znaju da svim tim svud prisutnim elektroničkim napravama prethodi neprekidni intenzivni razvoj elektroničke tehnologije.

Dosadašnje iskustvo gotovo da navodi na pomisao da ne postoje granice razvoja elektronike, jer uvijek do sada, kada bi se pomislilo da je razvoj već dostigao granice mogućeg slijed događanja bi to opovrgnuo. Zbog toga je, ne pomodno, već uzbudljivo, pokušati odgovoriti na pitanje: "Kako će se odvijati događanja slijedećih desetak godina?"

Prebirući po sjećanju o proteklom vremenu i čitajući što pišu ljudi iz drugih, elektronički razvijenih zemalja, pokušao sam u ovome članku dati neke elemente prognoze o budućem razvoju elektroničke tehnologije.

Nekoliko bitnih činilaca će obilježavati taj razvoj:

- * ASICs (Aplikativno specifični integrirani sklopovi)

- * SMT (Tehnologija površinske montaže) u širem smislu
- * CAE (Projektiranje pomoću računala)
- * Elektronički elementi

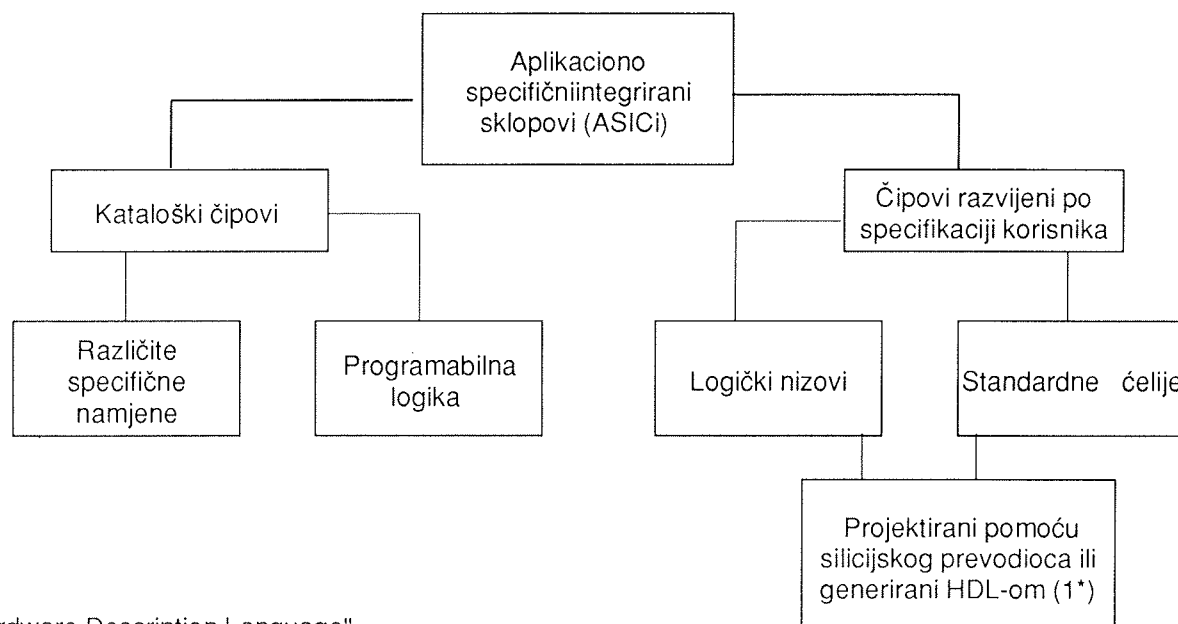
Elektronika je svjetski fenomen. Da li je i elektronička industrija u Jugoslaviji dio toga fenomena?

Da, ali nažalost, fenomen suprotan svjetskome. Dok u svijetu elektronička industrija juri naprijed jugoslavenska se survava u mračne dubine. Ipak, budimo optimisti. Kako svaki ponor ima dno, tako će se, vjerujem ubrzo, zaustaviti daljnji pad jugoslavenske elektroničke industrije, a zatim će početi uspon, odnosno oporavak. Za izlaženje iz ponora treba pronaći put na kojemu će se zaraditi što manje ožiljaka. Iskustvo ostalih, ako ga upoznamo i kritički primijenimo, moglo bi pomoći.

Neka ovaj članak, ukazujući na neke od mogućih i vjerojatnih pravaca razvoja svjetske elektronike, bude mali doprinos nastojanju da elektronika u Jugoslaviji prestane biti prošlost svijeta.

ASIC

Iako bismo ono što se podrazumjeva pod skraćenicom ASIC mogli krstiti ASIS ili UPIS, od "aplikativno specifični integrirani sklop", odnosno "upotrebno posebni integrirani sklop", u tekstu se koristi naziv ASIC, jer je to općepoznata i široko prihvaćena skraćenica. Manje je poznato što se zapravo krije pod tim nazivom. Uobičajena predstava da se radi o monolitnom integriranom sklopu, koji je razvijen za potrebe i prema posebnoj zahtjevu jednog korisnika samo djelomično je točna. Danas postoji mnoštvo kataloških sklopova koje koristi



* "Hardware Description Language"

Slika 1

širok krug korisnika, ali su namijenjeni jednoj određenoj primjeni i, u principu, nisu primjenjivi za nešto drugo. To su također ASICi. Sklopovi u bilo kojoj od ove dvije grupe mogu se realizirati različitim tehnikama (slika 1).

Monolitni integrirani sklopovi razvijeni po posebnom zahtjevu korisnika počeli su se primjenjivati u sedamdesetim godinama. Tada je svaka od tih promjena bila mali kuriozitet, jer je predstavljala skupu alternativu standardnom načinu projektiranja digitalnih sistema. U netom protekloj, osamdesetoj, dekadi ASIC je postao uobičajena pojava u digitalnim i kombiniranim analognim digitalnim sistemima.

U devedesetim godinama primjena ASICa proširiti će se još i više. Zapravo će ASIC koncept postati prevladavajući u razvoju digitalnih i kombiniranih analognih digitalnih sistema. Međutim cjelokupni postupak projektiranja sistema i ASICa će biti različit od onoga danas uobičajenog. Alati, tehnike i općenite okolnosti projektiranja promijeniti će se. Može se očekivati da će se prema kraju dekade relativno smanjiti broj inženjera projektiranih integriranih sklopova. Većina inženjera će raditi kao sistem inženjeri, a mnogo poslova u projektiranju sklopova biti će automatizirano.

Snaga računala, brzina obrade podataka i kapaciteti memorija, neprekidno rastu i to će omogućiti promjenu i ubrzanje projektiranja sklopova. Razvoj inteligentnog softvera dovesti će do automatizacije mnogih poslova koje danas mora raditi inženjer projektant, što znači da će se inženjerska produktivnost višestruko povećati. Svoj doprinos ubrzanju projektiranja sklopova dati će i razvoj svjetske telekomunikacijske mreže, koja će omogućavati jednostavnu dostupnost do svjetskih baza podataka i jednostavnu razmjenu informacija, odnosno omogućiti će ekipni rad na nekom projektu, a da članovi ekipe budu razmješteni diljem planete.

Da li će to biti baš tako?

Već sada su komercijalno raspoloživi softverski paketi u kojima je sadržano više znanja i podataka, nego li ih je ikada imao bilo koji pojedinac. Na raspoloženju je i hardver primjeren takvome softveru. Nedavno je razvoj jednoga običnog integriranog sklopa oduzimao 10 do 12 čovjek godina rada. Danas se kompliciraniji sklopovi projektiraju za manje od desetinu toga vremena.

Što će tek biti kroz nekoliko godina?

Uz sav optimizam i entuzijizam teško je decidirano odgovoriti. Postoje neki još neriješeni problemi, koji kvare idiličnu sliku o lakom projektiranju vrlo složenih ASICa. To su na primjer verifikacija ASICa i ostvarenje zamišljene funkcionalnosti i nepostojanje industrijskih standarda za alate za projektiranje.

Normalno i uobičajeno funkcionalnost ASICa, u fazi projektiranja, utvrđuje se simulacijom, ali su postojeći softveri još daleko od toga da stvarno simuliraju hardver. Posljedica je da veliki postotak, do 50%, fizički realiziranih ASICa, u prvoj verziji, funkcionalno ne zadovoljava.

Ponekad je rješenje, naročito ako se radi o projektiranju ne previše kompliciranog ASICa, izrada fizičkog modela od gotovih elemenata, ćelija i funkcionalnih blokova. Za kompliciranije projekte, a takvih je danas sve više izrada fizičkog modela je skupa, dugo traje i povrh svega teško je postići potpunu ekvivalentnost rada modela složenog od mnoštva elemenata na protobordu i sklopa na jednome čipu.

Simulacija je, za sada, ipak bolja, ali treba raditi toliko mnogo simulacija koliko ima vremena na raspolaganju, a ne zadovoljiti se samo s jednom simulacijom.

Druga velika poteškoća s kojom se susreću projektanti u radu je nedostatak standarda za softverske pakete. Postoji mnoštvo dobrih programskih paketa, koji ne mogu međusobno komunicirati.

Izrada alata koji će omogućiti da se pojednostavi i ubrza proces projektiranja, a time poveća produktivnost inženjera projektanata, glavni je cilj koji treba ostvariti u dolazećem razdoblju.

Neka rješenja se već nude na tržištu.

Ponudena je, na primjer, RPM (Rapid Prototype Machine) pomoću koje se može kreirati model ASICa za nekoliko sati rada umjesto dana i tjedana koliko to traje ako se model radi na protobordu.

Logička sinteza koristi kao ulaz jezike visokog stupnja, a izlaz je na razini osnovnih logičkih ćelija pogodnih za slaganje nizova. Ovom tehnologijom će se vjerojatno povećati brzina projektiranja.

Projektiranje će biti olakšano sve širom standardizacijom alata za projektiranje. Za razliku od ne tako davnog vremena kada su isporučioi hardvera nudili ekskluzivni softver neupotrebljiv na radnim stanicama drugih proizvođača danas je ideja o standardiziranim programskim paketima uzela širokog maha. Među projektantima ASICa poznati su na primjer "The Electronic Data Interchange Format (EDIF)", kao standard za unos ili ispis podataka o projektu, "The VHSIC Hardware Description Language (VHDL)", koji je postao standard za funkcionalni opis i "The Open Systems Interconnection (OSI)" standard za međusobnu komunikaciju u mrežama.

Kamo će nas sve to dovesti?

Američki autori koji su u središtu događanja predskazuju da će od milion tranzistora po čipu, što će biti ostvareno ove godine, već 1994. biti dostignuto 30 miliona tranzistora po čipu, odnosno 5 miliona upotrebljivih logičkih ćelija na frekvenciji od 100 MHz. Čipovi ovakve gustoće trebali bi omogućiti izradu stolnih superkompjuter (100 MIPS-a 1994.god. i 1000 MIPS-a 1999.god.). Biti će razvijeni "inteligentni softveri" za projektiranje. Komunikacija čovjek-stroj voditi će se na ljudskom jeziku. I dalje će postojati težnja za postizanjem sve veće gustoće i sve većeg broja elemenata na čipu. Materijali, kao što su silicij ili galij arsenid, postati će zapreka za ostvarenje tih težnji i krajem stoljeća možemo očekivati prve uzorke biočipova koji će funkcionirati na molekularnoj razini i proteinskoj logici.

Krajem stoljeća termin ASIC izgubiti će smisao, jer će svaki sistem biti aplikativno specifičan i konstruiran za posebnu namjenu.

TEHNOLOGIJA POVRŠINSKE MONTAŽE (SMT)

Veliki, kompleksni čipovi, bilo da su standardni tipovi bilo da su ASICi izazvali su promjene u tehnologiji izrade elektroničkih modula i uređaja. Uobičajeni način montaže integriranih sklopova na štampane pločice s metaliziranim rupama više nije zadovoljavajući. Jedno moguće rješenje je tehnologija površinske montaže.

Nastala kao ostvarenje težnje za minijaturizacijom elektroničkih sklopova za posebne namjene; ručne satove, džepne kalkulatore i fotokamere, tehnologija površinske montaže se danas proširila na svu elektroniku široke potrošnje, a zauzela je i čvrst položaj u industrijskoj i profesionalnoj elektronici. Pokazalo se da je upravo SMT ona karika koja je povezala klasičnu montažu elektroničkih sklopova s postupcima karakterističnim za područje zvano mikroelektronika. Kako vrijeme teče, nekada oštre granice između pojedinih grana elektroničke tehnologije postaju sve blaže ili sasvim nestaju. Pojedine grane međusobno se stapaju u jedinstvenu **tehnologiju projektiranja i izrade elektroničkih sistema.**

Tri elementa karakteriziraju SMT. To su: gustoća elemenata na pločici, mogućnost automatizacije proizvodnih postupaka i povoljna cijena. U proizvodnji elektronike za široku potrošnju spomenuti elementi došli su do punog izražaja. Gustoća pakovanja omogućila je uštedu na površini štampanih pločica što je već samo po sebi povoljno utjecalo na cijenu. Doda li se tome visok stupanj automatizacije u proizvodnji dobiva se još povoljniji utjecaj na cijenu. Zbog toga je SMT u širokoj potrošnji dominantna tehnologija.

SMT kakvu nalazimo u proizvodnji elektronike široke potrošnje možemo primjeniti i u industrijskoj i profesionalnoj elektronici, ali uz izvjesna ograničenja.

Iako je gustoća pakovanja komponenata jedna od osnovnih prednosti SMT, upravo ona postaje ograničavajući faktor za primjenu SMT u suvremenoj elektronici. Veliki mikroprocesori, a pogotovo veliki ASICi imaju mnogo priključaka. Problem s velikim brojem priključaka je višeznačan. Jedanput je to problem kako čip priključiti na kućište, a drugi puta je problem kako kućište spojiti s štampanom pločicom.

U klasičnoj montaži elemenata na štampane pločice s vodljivim rupama koriste se "pin-grid arrays" (PGA), s kojima se postiže maksimalni broj priključaka na datoj površini kućišta. Bez obzira na to što se tako može ostvariti do 150 priključaka sistem nije perspektivan, jer se već projektiraju ASICi s više stotina priključaka. Za potrebe tehnologije površinske montaže PGA su zamijenjeni s PQFP ⁽¹⁾ kućištima kod kojih je razmak od simetrale jednoga priključka do simetrale drugoga priključka 1.27 mm. PQFP kućišta imaju također ogra-

(1) Plastic quad flat pack

ničenu primjenu, jer broj priključaka ne premašuje 84, zadovoljava samo za brzine rada do 50 MHz i disipira samo do 1.2 W. Do sada se najveći broj priključaka mogao ostvariti s TAB⁽²⁾ kućištima. Predpostavlja se da će u budućnosti biti komercijalno raspoloživi TAB-ovi s 300 priključaka, a laboratorijski i do 1000 priključaka.

Toliki broj priključaka, kao što omogućuje TAB izaziva druge probleme. Kod TAB-a s 400 priključaka korak priključka je manji od 0.4 mm, a uobičajeni način lemljenja pretaljanjem nepouzdan je za korak manji od 0.5 mm. Rad s korakom priključaka manjim od 0.5 mm zahtjeva primjenu drugih tehnologija pričvršćivanja na štampanu pločicu umjesto mekog lemljenja. Osim niza tehničkih poteškoća, koje takvi postupci donose oni izazivaju i velike troškove uvođenja. Prema američkim procjenama, proizvođači koji koriste velike ASICe u TABu, prelaz s klasične tehnologije s vodljivim rupama na SMT košta više od 3 miliona \$.

Metode i postupci montaže komponenata postali su zapreka primjeni ASICa viših performansi. Klasičnim tehnikama nemoguće je proizvesti štampane ploče s onoliko finim rasterima koliko bi to trebalo za velike TABove. Tako fini rasteri približavaju se dimenzijama uobičajenim u tehnologiji silicija, pa nije trebalo dugo da se rodi ideja o upotrebi silicija kao supstrata na koji se montiraju veliki ASIC čipovi. Rodili su se MCM⁽³⁾ na siliciju. Takvi supstrati su po performansama daleko ispred svih do sada korištenih. Oni omogućuju vrlo veliku gustoću pakovanja. Nema problema s brojem priključaka na čipu. Svaki čip koji je moguće proizvesti, bez obzira na broj priključaka na njemu, može se montirati na silicijsku pločicu. Obzirom na to da se veliki broj funkcija nekog sistema obavlja između čipova na pločici vanjski broj priključaka ne mora biti velik i kontaktiranje pločice s ostalim dijelovima uređaja može se obaviti pomoću standardnih konektora. Za očekivati je da će se u budućnosti standardizirati veličine silicijskih supstrata na primjer 5X7 cm. Na takvu silicijsku pločicu čipovi će se stavljati "Flip-tab" tehnikom. Pločica će se pakovati u neko kućište, koje se zatim može klasičnom tehnologijom montirati na štampanu pločicu.

MCM na silicijskim pločicama neće predstavljati kraj razvoja tehnike pakovanja u elektronici. Već su na pomolu trodimenzionalni moduli kod kojih će se moduli na silicijskim pločicama veličine 5X5 cm montirati vertikalno na nosivu pločicu, također od silicija, što će omogućiti za red veličine gušće pakovanje od dvodimenzionalnih modula. Još postoji veliki broj tehničkih problema koje treba riješiti prije nego spomenute tehnike pakovanja uđu u široku primjenu, ali je jasno da će buduće proiz-

vodnje elektroničkih modula izgledati sasvim drugačije od današnjih. Kao zanimljivost, ali i kao važan podatak, može se spomenuti da se za proizvodnju modula na silicijskim supstratima mogu uspješno koristiti zastarjeli proizvodni pogoni za proizvodnju poluvodičkih elemenata.

Danas, kada neki proizvođači elektroničkih uređaja još razmišljaju da li primijeniti SMT s diskretnim čip elementima, prikazani pravci razvoja tehnologije površinske montaže mogu ličiti na naučnu fantastiku.

ELEKTRONIČKI ELEMENTI

Promjene koje se događaju u tehnologiji izrade elektroničkih uređaja jednim su dijelom omogućene pojavom novih elektroničkih elemenata, dok su drugim dijelom upravo te promjene izazvale potrebu razvoja novih elektroničkih elemenata. Svakako najvidljiviji trend, širom svijeta, biti će, već započeti prelaz od klasičnih elemenata⁽⁴⁾ na SMD⁽⁵⁾. Moglo bi se navesti nekoliko tehničko tehnoloških razloga za napuštanje klasičnih elemenata, ali glavni razlog ipak je financijski. Korisnici elemenata žele uštediti, odnosno više zaraditi. Cijene SMD još nisu niže od cijena klasičnih elemenata, ali je opravdano očekivati da će postati niže. Međutim već se i sada postižu niže cijene sklopova s SMD nego s klasičnim elementima. SMD su manji, pa zahtijevaju manju površinu štampanih pločica. Rukovanje, transportni troškovi, skladišni prostor, sve to je pogodnije s SMD.

Kao u mnogo čemu Japan prednjači u upotrebi SMD. U ovome času više od 50% od ukupno utrošenih pasivnih elemenata u Japanu su SMD. U SAD i Evropi postoci su mnogo niži, ali prognoze ukazuju na to da će industrija SAD dostići 50% za pet godina, a Evropa nešto kasnije.

Trend je takav, da proizvođači sklopova i uređaja koji još ne koriste TPM⁽⁶⁾ i SMD moraju to početi čim prije. Neki mali proizvođači elektroničkih sklopova, pa čak i srednji teško prelaze na TPM. Za prelaz s klasične tehnologije na TPM potrebna su neka nova znanja i ne sasvim malena investicijska sredstva. Moguće rješenje za ovakve slučajeve je kooperacija s radionicama specijaliziranim za izradu sklopova u TPM.

S pasivnim elementima, osim promjene oblika t.j. prelaza od klasičnih elemenata na SMD, događaju se i druge suštinske promjene počesće nedovoljno zapažene i zasjenjene brzim promjenama koje se zbivaju među monolitnim integriranim sklopovima. Otpornik, uz kondenzator

(2) *Tape-automated bonding*

(3) *Multi-Chip Moduls*

(4) *Pod nazivom klasični element u članku se podrazumjeva elektronički element s žičanim, okruglim ili plosnatim izvodima koji strše van rijela elementa.*

(5) *SMD označava takav elektronički element kod kojega se priključci (izvodi) leme na štampanu pločicu na istoj strani gdje se nalazi tijelo elementa.*

(6) *TPM označava tehnologiju površinske montaže*

i indukcioni svitak najstariji elektronički elemenat, kao da je ispaao iz interesnog područja projektanata sklopova i sistema. Ta zaboga, što bi razmišljalo o otporniku?

Ipak ima zašto.

Ne baveći se svakodnevno nekom tehničkom oblašću skloni smo na nju gledati onako kako smo učili u školi. To posebno važi za otpornike, koji izgledaju tako jednostavno da se ne vidi što bi kod njih još bilo moguće mijenjati. Nije tako, jer prisjetimo se samo ne tako davnog vremena kada se otpornik s tolerancijom od 2% smatrao jako preciznim, a 5% je bila vrlo prihvatljiva tolerancija. Razvoj je omogućio da će ubuduće kod film otpornika tolerancija 1% biti standard. Suvremena tehnologija omogućuje izradu kvalitetnijih otpornika po nižim cijenama.

Drugi primjer; otpornici malo većih snaga. Precizan otpornik za snage iznad 2 W bio je ranije skupi žicom motani. Danas se proizvode jeftiniji slojni otpornici velike stabilnosti malih tolerancija, za snage do 10 W, a može se očekivati, da će snage ići i naviše.

Valja očekivati da će se dimenzije otpornika i dalje smanjivati. Recimo pojavit će se otpornici od 1/4 W s dimenzijom sada karakterističnom za 1/8 W. Čip otpornici za SMT također će se još smanjivati do dimenzija pri kojima će javiti poteškoće manipuliranja takvim otpornicima. Ova će poteškoća biti ublažena sve širom primjenom otporničkih mreža. To nas dovodi do jedne sasvim nove pojave, do ASR ⁽⁷⁾.

Ne samo da će se otporničke mreže izrađivati prema posebnoj narudžbi, nego će se tako naručivati i pojedinačni otpornici. Već danas je moguće izrađivati otpornike s željenim koeficijentom temperaturne promjene otpora, da bi se na primjer u nekoj RC kombinaciji kompenzirao koeficijent temperaturne promjene kapaciteta. Postoji mogućnost izrade RC kombinacija od jednog elementa, gdje otpornik igra ulogu jedne elektrode kondenzatora. Za nadati se je da će firme proizvođači otpornika ovakve i slične mogućnosti reklamirati više nego do sada, jer su projektanti sklopova nedovoljno upoznati s mogućnostima koje pruža savremena tehnologija.

Još veće promjene očekuju nas kod drugih pasivnih elemenata.

Ne tako davno, svaki inženjer s malo većim radnim stažom sjeća se vremena kada je, kod aluminijumskih elektrolitskih kondenzatora standardna tolerancija bila -20%/+50%. Danas se normalno proizvode tantalovi elektroliti s tolerancijom +/-5%, a na poseban zahtjev i s tolerancijom +/-2%. Uskoro se mogu očekivati i uže tolerancije. Elektrolitički kondenzatori moći će se upotrebljavati u vremenskim članovima i u oblikovanju impulsa, a ne samo u filtriranju napona napajanja. Više

kapaciteta, odnosno više elektriciteta ($C \times V$), u manje prostora druga je važna osobina tantalovih elektrolitskih kondenzatora. Mogućnost rada elektrolitskih kondenzatora na frekvencijama do 1 MHz i u proširenom temperaturnom opsegu otvara nova područja njihove primjene. Zaokružimo sliku spominjući stabilnost i nižu cijenu u odnosu na produkt $C \times V$ i dobiti ćemo nešto sasvim drugo od nekada uobičajene predstave o elektrolitskom kondenzatoru.

Noviteta ima i kod keramičkih čip kondenzatora. Na tržištu već postoje monolitni čip kondenzatori kod kojih je moguće podešavati kapacitet.

ELEMENTI SNAGE

Osnovno obilježje u području elemenata snage bit će integracija elemenata za pobudu i upravljanje i elementa snage na jednome čipu ili u jednome kućištu. Ovo će potaknuti široku primjenu ASICa u području snage, što bi trebalo biti druga karakteristika elemenata snage devedesetih godina. Treća karakteristika, koja se, istina, više odnosi na sisteme nego na elemente, ali se odnosi i na elemente, ako snažni ASIC smatramo elementom, jeste digitalno upravljanje, koje će odnijeti prevagu nad ranije češćim analognim upravljanjem. U usko tehnološkom pogledu može se očekivati još šira primjena MOS-FET tranzistora i tranzistora napravljenih kombinacijom bipolarnih i unipolarnih dijelova.

Spomenuta obilježja bilo bi teško analizirati odvojeno jedno od drugoga, jer je njihova međusobna isprepletenost višestruka. Ne treba smesti s uma utjecaj ostalih tehničkih područja, kao što su mikroelektronika i teorija digitalnog upravljanja na razvoj novih elemenata energetske elektronike. Napredak u razvoju i proizvodnji mikrokontrolera omogućio je razvoj kompaktnih i relativno jeftinih sistema digitalnog upravljanja, jednostavnijih i jeftinijih od sistema analognog upravljanja. Međutim prednosti koje nudi digitalno upravljanje mogle su doći do pravoga izražaja tek pojavom "Smart-power" komponenata, koje u suštini predstavljaju energetske komponente, električki ventil, upravljane logičkim signalima. Smart-power sadrži sva bitna obilježja suvremenog elementa snage. To je integrirani sklop kod kojega su na jednome čipu, ili u jednome kućištu, ako se radi o hibridnome integriranom sklopu, objedinjeni upravljački i izvršni elementi. Upravljanje je u principu digitalno, a izvršni elemenat je najčešće kombinirani unipolarno bipolarni tranzistor ili čisti MOS-FET tranzistor.

Digitalno upravljanje snažnim elementom je dvostruko efikasnije od analognog. Ono također omogućuje smanjenje veličine i težine cijeloga uređaja, što je povoljno s gledišta cijene. Mnoštvo je primjera koji ukazuju na prednosti primjene digitalnog upravljanja. Ne radi se samo o elektromotornim pogonima gdje je ta prednost

(7) ASR je skraćenica za aplikativno specifični otpornik

Iako uočiva, nego i o nekim jednostavnijim sistemima, kao što su recimo izvori za napajanje ili sistemi za pobudu relea i drugih svitaka. Klasični izvori napajanja, za elektroničke uređaje, koji se sastoje od transformatora ispravljača i linearnog regulatora uspješno se zamjenjuju impulsnim, digitalno upravljanim, regulatorima, koji se mogu uključiti direktno na mrežu bez posredstva transformatora. U različitim oblastima elektronike, a naročito u industrijskoj elektronici, još uvijek se koristi mnoštvo relea. Digitalnim upravljanjem pobudom relea, tako da se aktiviranje relea obavlja jednom strujom, a pridržavanje drugom, slabijom, mogu se ostvariti znatne uštede električne energije.

Iako su smart-power elementi danas realnost njihov razvoj još nije završen. Neki tehnički problemi još nisu optimalno riješeni. Nije jednostavno u proizvodnji jednog istoga čipa primjenjivati različite tehnologije; za diskretne elemente i za integrirane sklopove, za unipolarne i bipolarne elemente. Dodatni problem je napajanje. Upravljački dijelovi čipa napajaju se niskim naponom, a izvršni elementi visokim. Korisniku elementa bilo bi ugodno da se elemenat napaja samo jednim naponom, a i to je moguće. U Americi gdje je niskonaponska mreža 120 V pojavili su se visokonaponski smart-power integrirani sklopovi koji se napajaju direktno iz mreže. Visokonaponski integrirani sklopovi mogli bi napraviti veliki prodor u područje današnje elektromehanike i omogućiti primjenu elektronike u novim područjima.

Premda smart-power sklopovi sami po sebi već predstavljaju ASiCe, jer im je primjena jako usmjerena, u nadolazećem razdoblju sve više će se razvijati i koristiti pravi ASiCi namijenjeni jednome korisniku i jednoj primjeni.

UMJESTO ZAKLJUČKA

U članku su spomenuti samo neki mogući pravci i trendovi kretanja razvoja elektronike u svijetu. Prikaz je

napravljen prvenstveno s gledišta elektroničke tehnologije. O mogućim pravcima razvoja elektronike moglo bi se pisati, i to bi bilo vrlo zanimljivo, i s gledišta primjene. Međutim odabrani pristup izlaganju nije slučajan, jer mislim i vjerujem, da nije perspektivna i da neće duže opstati ni mala ni velika elektronička proizvodnja, koja će zanemarivati tehnologiju. Historija razvoja elektroničke proizvodnje u našoj zemlji i u svim ostalim zemljama to potvrđuje.

LITERATURA:

1. Dave Bursky: Digital ICs in the 1990: Wast On-Chip Resources, Electronic Design January 11, 1990.
2. Alan Heckman: Designing ASiCs: Be Prepared For Changes, Electronic Design January 11, 1990.
3. Milton L. Buschbom: ASiC Design Decisions Demand Broader Perspective, Electronic Design January 11, 1990.
4. Reed Bowlby: IC Packaging Must Undergo a Facelift to Meet User Needs, Electronic Design January 11, 1990.
5. Tom McKelvy: Resistors Can Offer Creative Solutions to Design Problems, Electronic Design January 11, 1990.
6. Jim Stichweh: ASiC And FET Innovations Will Dominate Power-Device Technology, Electronic Design January 11, 1990.
7. Art Fury: Digital Technology Will Govern Power Control In The 1990s, Electronic Design January 11, 1990.
8. Ed Souza: Surface Mounting Will Sweep Leaded Components From Market, Electronic Design January 11, 1990.
9. Donald J. MacIntyre Jr, George E. Danz: GESmart(TM) Module Simplifies Motor Drive Design, General Electric Company

Miroslav Turina, dipl. ing.
"Rade Končar" - Elektrotehnički institut
Baštijanova bb
41000 Zagreb

Prispelo: 15. 05. 1990 Sprejeto: 30. 05. 1990