

SISTEMI ZA BESPREDKIDNO NAPAANJE PRIORITETNIH POTRO[A^A

Drugi deo: Specifi~nosti upotrebe SBN ure|aja na na{im prostorima

■ INO-SBN ure|aji su dizajnirani tako da poseduju autonomiju dovoljnu za premo{avanje izostanka mre`nog napona koji se mo`e o-ekivati u mre`ama razvijenih zemalja. Ovaj interval je obi~no kraji od 2-3 minuta, pa je autonomija od 5-10 minuta sasvim dovoljna.

■ Entuzijazam doma}ih dizajnera i njihov prilje`an rad u toku prethodne godine dao je doma}em tr`i{tu ure|aje koji koriste savremenu tehnologija najnovijih MOSFET tranzistora snage i digitalnih kontrolera.

■ Kvalitet SBN ure|aja odre|en je oblikom izlaznog napona, sveukupnom pouzdanos}u, trajanjem beznaponske pauze, efikasnos}u konverzije i na~inom punjenja i odr`avanja baterije. S druge strane, cena SBN ure|aja poglavito zavisi od veli~ine pasivnih komponenti i gubitaka snage, koji odre|uju gabarit i te`inu pretvara~a.

SBN ure|aji se izvan na{e zemlje proizvode serijski i u njihovoj gradnji se koristi vi{egodi{nje iskustvo velikih inostranih kompanija. Kako je na{a doma}a proizvodnja ograni~ena na male serije, izazov koji se postavlja pred doma}e konstruktore i proizvo|a~e je dostizanje cene koja }e biti konkurentna uvoznim ure|ajima; naime, odre|ena doza patriotizma doma}ih kupaca i promptna asistencija i servis doma}eg proizvoda predstavljaju prednost koja se topi ukoliko doma}a alternativa uvozu nije vidno jevtinija.

Uvozni ure|aji, me|utim, ne odgovaraju u svemu upotrebi na na{im prostorima. Korisnici uvoznih ure|aja i ure|aja dizajniranih po ugledu na uvozne (u daljem tekstu INO-SBN) su suo~eni sa nizom prakti~nih problema, od kojih su mnogi izlo`eni u preglednom ~lanku objavljenom pre godinu dana u ~asopisu Mikro.

SBN ure|aji inostranih proizvo|a~a su dizajnirani za kori{enje u uslovima koji se veoma razlikuju od na{ih doma}ih. Verovatno}a ispada mre`e u pomenutim zemljama je veoma mala i vezana je uglavnom za otkaz komutacione i regulacione opreme u razvodnim i distributivnim postrojenjima i lokalnim ~vorovima. Na~in na koji su mre`e organizovane uve}ava pouzdanost te su veoma malo verovatni du`i ispadi. Imaju}i ovo u vidu, INO-SBN ure|aji se dimenzionis{u tako da kod njihove primene u doma}im uslovima treba obratiti pa`nju na niz aspekata koji su navedeni i obja{njeni u slede}im pasusima.

a) INO-SBN nije u stanju da pokrene potro{a~ ~ija polazna struja prevazilazi radnu.

Ure|aji tipa PC-ra-unara pri pokretanju zahtevaju struje 2 ili vi{e puta ve}e od radne. Pretvara~--invertor se mora naro~ito dimenzionisati ako se ovakve struje `ele makar i kratkotrajno ostvariti. INO-SBN je osmi{ljen tako da preuzme napajanje ra-unara koji ve} radi u slu~aju da mre`nog napona nestane, pa nije ni dizajniran za velika strujna naprezanja niti je spreman da pokrene ra-unar ukoliko mre`nog napona nema. U pogledu cene i gabarita, INO-SBN ima veliku prednost u odnosu na ure|aje su na~injene tako da mogu pokrenuti ra-unar kori{enjem energije baterije, te stoga moraju posedovati robusnije i skuplje komponente u energetskom kolu.

b) Ure|aj nije u stanju da ostvari rad sa nazivnom snagom du`i od 5-10 minuta.

INO-SBN ure|aji su dizajnirani tako da poseduju autonomiju dovoljnu za premo{avanje izostanka mre`nog napona koji se mo`e o-ekivati u mre`ama razvijenih zemalja. Ovaj interval je obi~no kraji od 2-3 minuta, pa je autonomija od 5-10 minuta sasvim dovoljna. Poznato je da veli~ina SBN ure|aja i njegova cena jako zavise od gabarita hladnjaka kao i veli~ine i nazivne snage transformatora koji struje i napone transformis{e sa baterijskog na mre`ni nivo. Ako se unapred zna da invertor nikada ne}e raditi du`e od 10 minuta, tada se hladnjak mo`e vi{estruko smanjiti a umesto transformatora snage 500VA ugraditi transformator od 200-300 VA, jer }e njegova toplotna inercija obezbediti da se u roku od 5-10 minuta rada sa snagom $S=500VA$ vitalni delovi transformatora ipak ne}e zagrejati do opasnih temperatura koje ih mogu o{tetiti. Naravno, INO-SBN ure|aji su od dugotrajnog rada inherentno za{ti}eni jer poseduju unutra{nju bateriju koja }e se nakon 5-10 minuta rada isprazniti, pa du`i

rad i hipoteti-ko o{te}enje usled pregrevanja nisu mogu}i.

c) Veoma uzane tolerancije u pogledu mre`nog napona i u-estanosti.

Ve}ina SBN ure|aja radi ispravno samo u slu-aju da je mre`ni napon po amplitudi i u-estanosti ne odstupa vi{e od desetak volti i stotinak miliherca. Ovi uslovi su u zemlju proizvo|a-a uvek ispunjeni, dok se kod nas naponska stabilnost mo`e garantovati u nekim gusto naseljenim mestima van industrijskih zona. U-estanost me|utim ~esto (bez obzira na lokaciju u smislu selo-grad) varira izvan INO_SBN limita. Posledica ovoga je da INO-SBN ure|aj ~esto signalizira odsustvo mre`e ~ak i onda kada je mre`ni napon prisutan, {to dovodi do prelaska na baterijski rad, a nakon 5-10 minuta i do zaustavljanja ra-unara. Frustriraju}a situacija je ona u kojoj je mre`a prisutna, ali va{ra-unar ne mo`ete pokrenuti jer SBN mre`u smatra "odsutnom" jer je izvan tolerancija, dok on sam, kori{}enjem baterijske energije nije u stanju da pokrene va{ra-unar.

d) Velika osetljivost na tranzijente mre`nog napona.

^este komutacije koje se ~ine kod preusmeravanja elektri-ke energije, isklju-ivanja i uklju-ivanja pojedinih grupa potro{a-a i naselja radi umanjenja potro{nje ili o-uvanja integriteta elektroenergetskog sistema prouzrokuju tranzijente koji mogu o{tetiti INO-SBN ure|aje jer oni za pomenute uslove kori{}enja nisu ni predvi}eni.

e) Generisanje napona koji nije sinusoidalnog oblika.

Veliki broj komercijalnih ure|aja generi{e izlazni napon koji nije sinusoidalan ve} je u velikoj meri izobli-en. Ovakva re{enja su ne{to jevtinija, jer je nesinusoidalni napon lak{e generisati. Me|utim, naprezanje strujnog kola i izolacije u okviru potro{a-a i samog SBN ure|aja, kao i smetnje

(elektromagnetni {um) priro|ene nesinusoidalnom napajanju dovode do umanjene pouzdanosti i uve}anja verovatno}e otkaza SBN ure|aja i potro{a-a.

f) Odsustvo I2T i kratkospojne za{tite ili njihova neprimerena primena.

Backup ure|aji manjih snaga se uglavnom izvode bez I2T i kratkospojne za{tite. Kratak spoj na izlaznim priklju-cima ili preoptere}enje tada dovodi do trajnog o{te}enja ure|aja. Relativno je mali broj ure|aja koji u vremenu od 2-5 sekundi dozvoljavaju trostruko preoptere}enje (tipi-no za pokretanje monitora PC ra-unara) i koji u toku re~enog pokretanja aktivno ograni-avaju struju na nivou $I_{max} = 3 I_{nom}$, da bi po tom, kod kontinuiranog neregularnog rada i po isteku predvi}enih 2-5 sekundi aktivirali kratkospojnu za{titu i isklju-ili potro{a-. Mali je i broj ure|aja koji poseduju takozvanu I2T za{titu. Pod I2T mehanizmom podrazumeva se programski implementiran opserver temperature vitalnih delova ure|aja u toku rada. Ovakav mehanizam aktivno {titi ure|aj od prevelikog trajnog optere}enja. Zna-aj pomenutih za{tita nije (kako se ~esto ~ini) ograni-en na o-uvanje integriteta SBN ure|aja. Pre svega, {titi se sam potro{a-. Naime, ukoliko potro{a-deklarisane struje I_{nom} preuzima iz SBN ure|aja struju znatno ve}e efektivne vrednosti, to je siguran znak da je potro{a- neispravan i da se u njemu odvijaju procesi koji mogu dovesti do po`ara ili drugih neda}a.

Iz svega navedenog ne treba zaklju-iti da dizajneri uvoznih ure|aja nisu korektno uradili svoj posao. Naprotiv, INO-SBN ure|aji ~esto predstavljaju veoma efektno, kvalitetno i ekonomi-no re{enja za primenu u zemljama proizvo|a-a. Problemi koji su gore navedeni javljaju se stoga {to su uslovi u kojima ih mi `elimo koristiti znatno

druga-iji.

Definisanje snage ure|aja.

Dopunimo poglavlje o INO-SBN ure|ajima diskusijom o tome kako proizvo|a-i deklarir{u njihovu nazivnu snagu. Snaga ure|aja se, od strane razli-itih proizvo|a-a, specificira kao izlazna aktivna snaga P u vatima [W], izlazna prividna snaga S u volt-amperima [VA], ili se defini{e maksimalna efektivna vrednost izlazne struje I [A]. Deklarisanje izlazne struje je ekvivalentno iskazivanju snage pretvara-a u volt-amperima; t.j. mno`enjem dozvoljene struje u amperima sa izlaznim naponom $U=220V$ dobija se prividna snaga ure|aja S [VA]. U pogledu ovih veli-ina postoji zabuna kojoj doprinosi snaga distorzije kod nesinusoidalne struje potro{a-a i ~injenica da snage P [W] nije jednaka proizvodu prividne snage i kosinusa ugla ϕ . Autori ~lanka "Izvori besprekidnog napajanja" su zabunu poku{ali razre{iti iznose}i niz korisnih tvrdnji i zaklju-aka, ~ine}i pri tome i poneki previd: jedinica VA - volt amper - nije, naime oznaka za vr{ne vrednosti struja i napona kako se tvrdi; prividna snaga S [VA] se ne dobija mno`enjem vr{nih ve} efektivnih vrednosti struja i napona; aktivna snaga P (W) se ne mo`e dobiti mno`enjem prividne sa 0.707, ve} je P [W] = λS [VA], gde je λ faktor snage, veli-ina koju je te{ko objasniti u jednoj re~enici, ali mo`emo barem re}i da je pri sinusoidalnoj (neizobli-enoj) izlaznoj struji $\lambda = \cos(\phi)$, a sada ve} prepoznamo "kosinus fi", odnosno kosinus ugaonog ka{njenja struje potro{a-a za oblikom napona. Pohvalimo, me|utim autore rada jer je krajnji rezultat va`niji od izvo}enja, a oni nam sugerir{u da je za potro{a-e tipa PC-ra-unar sa monitorom odnos aktivne i prividne snage oko 0.6. Doista, za ve}inu personalnih ra-unara je $P = 115W$ dok je $S = 200$ [VA].

Razliku između dveju snaga treba ispravno razumeti. Opterećenje samog SBN uređaja je zapravo zavisan od efektivne vrednosti izlazne struje, dakle, veličina koja je doista vezana sa teretom strujnih kola SBN sistema i zagrevanjem njegovih komponenti je prividna snaga S . Snaga P pri ovome može biti mnogo manja od prividne; ako je potrošač poglavito reaktivnog karaktera ili je njegova struja izobličena i sa visokim odnosom vršne i srednje vrednosti, može se dogoditi da uređaj od 1000VA bude opterećen sa svega 100W, ali da se pri tome pregreje ili ošteti jer je opterećen nelinearnim potrošačem sa visokim vršnim vrednostima struje. Dakle, pre odluke o nabavci SBN uređaja, potrebno je dobro razumeti prirodu potrošača koje treba napajati. Najčešći primer problema koje korisnik SBN uređaja ima zbog navedenih greški je napajanje rashladnih uređaja. Tipičan hladnik/frižider pri radu troši oko 200W, ali njegova prividna snaga kratkotrajno prevazilazi 3000VA, pa je neophodno opredeliti se za SBN uređaj koji toleriše visoki odnos trajne aktivne snage [W] i polazne reaktivne snage [VA].

Primena novih dostignuća u gradnji nove generacije SBN uređaja

Kvalitet SBN uređaja određen je oblikom izlaznog napona, sveukupnom pouzdanosti, trajanjem beznaponske pauze, efikasnosti konverzije i načinom punjenja i održavanja baterije. S druge strane, cena SBN uređaja poglavito zavisi od veličine pasivnih komponenti i gubitaka snage, koji određuju gabarit i težinu pretvarača.

Kvalitet SBN uređaja je uveliko određen načinom upravljanja. Analogna upravljačka kola su skoro sasvim potisnuta i u svrhu upravljanja se koriste digitalni mikrokontroleri ili signalni

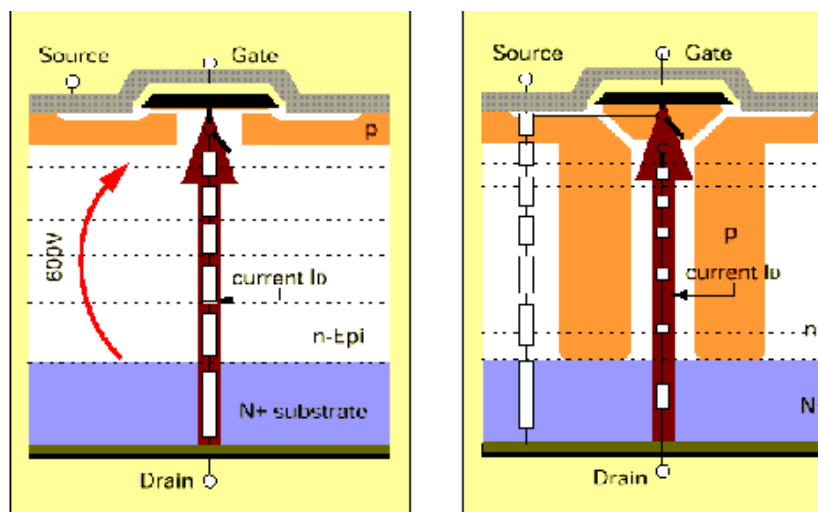
Dužina kanala CMOS prekidača	0.3 - 0.5 μm (projektovana) 0.25-0.38 μm (efektivna)
Donja granica dužine kanala	$L = 0.1 \mu\text{m}$ (fizička granica silicijumske tehnologije)
Raspodela kapacitiranja za $L < 1 \mu\text{m}$	50% CMOS propagacija, 50% C_t na interkonekcijama
Karakteristike tehnologije 2000.	Za \$5 dobija se 100 MIPS , 5V, potrošnja 50mA
Karakteristike tehnologije 2004.	Za \$2 dobija se 400 MIPS , 3.3V potrošnja 8mA
Raspoloživa VLSI logička kola	FPGA kola brzine 150 MHz sa 80.000 kapija cene \$10

Tabela 2: Karakteristike savremenih digitalnih kontrolera

procesori. Mikrokontroleri niskih i srednjih performansi ne omogućuju generisanje sinusoidalnog napona već se stvara takozvani trapezni oblik. Mala procesorska snaga rezultuje i relativno velikim trajanjem beznaponske pauze kao i suboptimalnim punjenjem i održavanjem baterije. Savremeni trendovi u razvoju mikrokontrolera (Tabela 2) ukazuju da su na raspolaganju svakim danom brojni sklopovi koji obavljaju 100 miliona instrukcija u sekundi trošeći pri tome svega 250 mW.

kontrolera omogućuje da se upravljačke i regulacione funkcije SBN uređaja obave na kvalitativno novom nivou i time vidno uvećaju sveukupne performanse uređaja. Upotreba kompaktnih *single-chip* mikrokontrolera omogućuje da se izbegne izvođenje vitalnih signala i sabirnica izvan integrisanog kola, te oni nisu izloženi delovanju elektromagnetnog šuma koji prati proces konverzije u ispravljačima i invertorima. Na ovaj način se znatno uvećava pouzdanost celokupnog sistema.

Slika 5. Konvencionalni MOSFET (levo) i COOLMOS struktura (desno).



Većina raspoloživih mikrokontrolera [8-10] u okviru jedinstvenog čipa poseduje sve elemente potrebne za upravljanje SBN uređajem: oscilator, unutrašnju flash memoriju, unutrašnju RAM memoriju, digitalne PWM uređaje za generisanje širinski moduliranih signala, A/D konvertore sa multiplexerima, digitalne ulaze i izlaze kao i pogodne periferijske uređaje za serijsku komunikaciju (UART, CAN, SPI). Kompaktnost, brzina i pouzdanost savremenih

Uvećanje performansi i smanjenje gabarita i cene SBN uređaja može se postići i primenom savremenih tehnoloških dostignuća u oblasti poluprovodničkih prekidača. Karakteristike poluprovodničkih prekidača (najčešće tipa MOSFET) određuju kvalitet izlaznog napona i stepen korisnog dejstva SBN uređaja.

Kao primer, redukcija pada napona na MOSFET prekidaču za 50% može

uvećati sa 70% na 85% stепен korisnog dejstva SBN uređaja koji koristi bateriju od 12V. Ovakvo smanjenje se dobija primenom nove serije MOSFET prekidača koja je poznata pod imenom *CoolMos* (Slika 5). Naravno, postupkom unošenja primesa u zonu kanala uvećava se njegova provodnost u stanju vođenja te se smanjuje pad napona na prekidaču kao i gubici snage. Posledica ovoga je manji gabarit hladnjaka, mogućnost rada na višim uestanostima, smanjenje veličine pasivnih komponenti, poboljšanje performansi i smanjenje cene SBN uređaja. *CoolMos* tehnologija u sprezi sa savremenim digitalnim kontrolerima zahtitni je znak modernog rešenja SBN uređaja.

Primer kompaktnog SBN uređaja domaće proizvodnje i backup topologije

Entuzijazam domaćih dizajnera i njihov priljubljen rad u toku prethodne godine dao je domaćem tržištu uređaje koji koriste savremenu tehnologiju najnovijih MOSFET tranzistora snage i digitalnih kontrolera. Uređaji su dimenzionisani za domaće tržište i domaće uslove primene, pa je većina od njih sposobna da prebrodi teškoće izložene u poglavlju 4. Nova generacija domaćih uređaja je robusnijih performansi i konkurentne cene u odnosu na uvozne uređaje kao i u odnosu na domaće uređaje pri čijem je projektovanju inostrani dizajn bio primer. Primena najnovijih MOSFET prekidača omogućuje visok stепен korisnog dejstva i pri veoma niskom baterijskom naponu, te se i kod sistema sa baterijom od 12V može očekivati efikasnost koja prevazilazi 80%.

U ovom poglavlju će biti dat osvrt na karakteristike uređaja male i srednje snage ABN6000 i ABN2000 firme ARIOM kao i na karakteristike većih

uređaja MSN5, TSN5 i MTI firme Energetska Elektronika. Uređaj ABN2000 je tipičan predstavnik nove generacije SBN uređaja kod kojih je napredak u polju poluprovodničkih naprava doprineo uvećanju efikasnosti konverzije a potpuna digitalizacija boljom funkcionalnosti, uvećanim performansama i pouzdanijem radu. Detaljniji uvid u karakteristike, način rada, zaštite i signalizaciju ovog uređaja omogućuje da se stekne uvid o trendovima u polju SBN uređaja manjih snaga, pa će rešeni uvid u sledećim pasusima biti detaljno izložen.

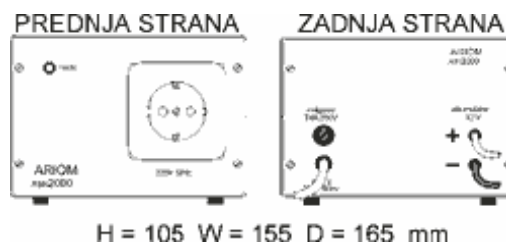
Kompaktni monofazni backup SBN snage 200VA

Uređaj ABN2000 je kompaktni sistem besprekidnog napajanja koji u sebi integriše ispravljač/punjač baterije, inverter za konverziju baterijskog u naizmenični napon i automatizovani prebacivač inverter (prekidač D na slici 1). Uređaj je pre svega namenjen napajanju računara, komunikacionih uređaja, alarmnih sistema, vitalnih elemenata sistema za grejanje klimatizaciju kao i drugih uređaja snage do 200VA. Pored ovoga, uređaj može funkcionisati kao inteligentni punjač olovnih baterija i izvršiti njihovu revitalizaciju. Prvenstvena namena uređaja je da osigura kontinuirano napajanje prioriternih potrošača i nakon ispada mrežnog napona usled havarije, restrikcija ili drugih razloga. Po

topologiji spada u klasu *backup* uređaja (slika 1). Predviđen je za rad sa eksternom olovnom baterijom napona 12V, te autonomija zavisi od odabrane baterije. Uređaj ispravno funkcioniše sa standardnim ili *dryfit* PbS baterijama kapaciteta od 6Ah do 200 Ah. Kod napajanja prosečnog PC računara, olovna baterija kapaciteta 45Ah omogućuje četvoročasovni rad u baterijskom režimu. Imaju u vidu da uobičajene restrikcije mogu trajati 3-4h, zaključuje se da akumulator standardne veličine (45h) zadovoljava najveći broj potreba za besprekidnim napajanjem električnom energijom.

Uređaj ABN2000 poseduje mikroprocesorski nadzor, u potpunosti je digitalno upravljani i potpuno je automatizovan tako da ne traži nikakvu intervenciju korisnika pri nestanku ili ponovnom dolasku mrežnog napona.

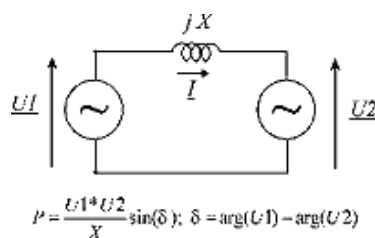
Za razliku od najčešće susretnih i relativno skupih uvoznih *backup* jedinica koji ne mogu pokrenuti računara ukoliko mreža nije prisutna i koji bi se pregrijali kod baterijskog rada dužeg od 10 minuta, uređaj ABN2000 omogućuje pokretanje računara u baterijskom režimu, kao i starovanje svakog uređaja čija polazna snaga ne prevazilazi trostruku nazivnu snagu pretvarača (600VA). Uređaj ABN2000 je namijenjen tako da se potrošač može više sati napajati u baterijskom modu; t.j. trajanje baterijskog rada nije ograničeno zagrevanjem



Slika 6. Dimenzije uređaja ABN2000 su znatno smanjene zahvaljujući primeni nove generacije MOSFET prekidača (<http://galeb.etf.bg.ac.yu/~lijilja/abn2000.pdf>)

pretvara-a ve} isklju-ivo kapacitetom baterije.

Mikroprocesorsko upravljanje omogu}uje implementaciju inteligentnih algoritama za kratkospojnu za{titu i I2T (termi-ku) za{titu. Ve}ina postoje}ih uredjaja mo`e biti o{te}ena ukoliko se na njih jednovremeno priklju-i vi}e potro{a-a velike polazne struje ili se u du`em vremenskom intervalu optere}te strujom koja prevazilazi nominalnu. Ure|aj ABN2000 se na takav na-in ne mo`e o{tetiti: mikroprocesor za upravljanje i nadzor uzima u obzir nivo struje optere}enja i temperaturu kriti-nih delova, te u slu~aju dugotrajnog preoptere}enja isklju-uje uredjaj. Pretvara- je na-injen tako da bez o{te}enja mo`e podneti kratak spoj izmedju izlaznih priklju-aka. Ukoliko je kvar (kratak spoj) dugotrajne prirode i ne otkloni se ni nakon 2.5 sec, upravlja-ki program uredjaja ABN2000 tada zaklju-uje da je potro{a- koji napajamo o{te}en, te se isklju-uje i time {titi potro{a- i sopstveni integritet. Kratkotrajna strujna preoptere}enja se toleri}u i bivaju interpretirana kao strujni udari koji su neophodni radi pokretanja monitora ili njemu sli-nih ure|aja. Pri ovome se, ipak, ograni-ava izlazna struja na 3A a struja baterije na 150A, kako ne bi do{lo do o{te}enja baterije, klema ili provodnika. Ograni-enje trenutne vrednosti baterijske struje je neophodno i stoga {to pad napona na kona-noj unutra{njoj impedansi olovne baterije pri ekscenim strujama dovodi do umanjjenja



Slika 7: Ilustracija principa punjenja baterije kod ure|aja ABN2000.

napona izme|u njenih klema na neprihvatljivo malu vrednost, pri ~emu bi ure|aj u{ao u stanje blokade i signalizirao baterijski podnapon.

ABN2000 je ure|aj koji na izlaznim priklju-cima generi}e sinusoidalni napon. Primenjena je {irinska modulacija optimizirana u smislu umanjjenja komutacionih gubitaka, tako da opredeljenje za sinusoidalni oblik napona ne ~ini stepen korisnog dejstva ure|aja ABN manjim od efikasnosti SBN ure|aja sa "trapeznim" oblikom napona. Napon kvadratnog ili trapeznog oblika, veoma ~esto prisutan kod monofaznih SBN uredjaja bogat je vi{im harmonicima i poseduje relativno velike strmine napona (dV/dt), koje uzrokuju nagle promene struje u kapacitivnim elementima potro{a-a. Pored akusti-ne buke koju "trapezni" SBN prouzrokuje, jedna od posledica je i dodatno naprezanje izolacije u namotajima potro{a-a (motori, transformatori) i preuranjen proboj izolacije i konsekvntno otkaz potro{a-a. Da bi se ovo izbeglo, ure|aj ABN je dizajniran tako da na svojim izlaznim priklju-cima poseduje sinusoidalni napon ~iji je faktor izobli-enja (THD) meren u praznom hodu bolji od 2.5%. Zahvaljuju}i ovome, rad uredjaja ABN2000 je tih. Ukoliko se ure|aj ABN2000 koristi pored PC ra-unara, buka ventilatora samog ra-unara onemogu}uje da se zvuk ABN ure|aja razlu-i.

Uz regularan napon mre`e, prekida-D (slika 1) je zatvoren i potro{a- se napaja mre`nim naponom. Na na-in obja{njen u daljem tekstu, tada se obavlja i punjenje/ odr`avanje baterije. Kada se dogodi ispad mre`e, PC ra-unar ili drugi prioritetni potro{a- to ne}e ni primetiti ukoliko je napajan iz ABN2000 ure|aja. Naime, inverter ABN ure|aja se odr`ava u besprekidnom sinhronizmu sa naponom "odlaze}e" mre`e, pa akcija otvaranja prekida-a D ne dovodi do faznog diskontinuiteta

napona potro{a-a. Naravno, uslov kontinuiranog napajanja potro{a-a je da mre`ni ispad / restrikcija ne traje vi}e od nekoliko sati (t.j. da ne do|e do potpunog pra`njenja baterije).

Baterija }e biti automatski dopunjena pri prvom slede}em uspostavljanju regularnog napona mre`e. Nakon ponovnog uspostavljanja mre`nog napona, ure|aj je spreman za prelazak u re`im punjenja baterije i napajanje potro{a-a iz mre`e, t.j. za zatvaranje prekida-a D na slici 1. ABN2000 najpre sinhronizuje izlazni napon sa mre`nim kako se pri zatvaranju prekida-a D i prelasku na mre`no napajanje ne bi dogodila skokovita promena faznog stava i posledni-strujni udar, {to bi se negativno odrazilo na osetljive potro{a-e. Sinhronizacija napona invertora i njegovo dovo|enje u fazu sa mre`nim obavlja se uz pomo} programski implementirane PLL strukture redovno i pre svake komutacije mre`a-invertor ili komutacije inverter-mre`a, ~ime se osigurava manje strujno naprezanje elemenata i obezbe|uje da napon potro{a-a nema fazni diskontinuitet pri pomenutim komutacijama.

Punjenje baterije zapo-inje po zatvaranju prekida-a D (slika 1). U toku punjenja, inverter (ozna-en kao "dvosmerni" pretvara- na slici 1) i dalje biva kontrolisan sinusoidalno {irinski modulisanim impulsima koji pristi`u od strane digitalnog mikrokontrolera. Dakle, i u fazi punjenja se na izlazu invertora formira sinusoidalni napon. Razlika u odnosu na baterijski rad je u tome {to se sada napon invertora (U_2 na slici 7) odr`ava u sinhronizmu sa mre`nim naponom (U_1 na slici 7) uz izvesno podesivo fazno ka{njenje δ . Snaga konverzije invertora sada ima negativan predznak, naime, energija se crpe iz mre`e i prenosi u bateriju, t.j. obavlja se AC/DC konverzija. Inverter se sada koristi kao regulisani ispravlja- koji pode{avanjem ugla δ kontroli}e struju punjenja baterije. U toku

punjenja, razmena energije između mreže i invertora obavlja se na isti način kao i razmena između dve spregnute sinhronne mašine - ize su elektromotorne sile fazno pomerene za ugao δ . Objedinjavanje funkcija AC/DC i DC/AC konverzije u jedinstvenom pretvaraču je jedan od osnovnih faktora koji su omogućili da ABN2000 bude kompaktna, malog gabarita, kao što je pokazano na slici 6.

Punjenje baterije se odvija na impulsni način, što podrazumeva primenu kratakotrajnih impulsa punjenja i uzanih/ kratkotrajnih impulsa praćenja - iza je uloga da relaksiraju elektrode i proces taloženja materijala iz rastvora na - ine ravnomernijim. Ovime se zna - ajno produ - ava vek baterije. Mikroprocesor je po okončanju punjenja pre - i u re - im održavanja popunjenosti baterije, koja je tako spremna da pri slede - em nestanku mre - nog napona obezbedi napajanje potrošača bez prekida.

Vreme punjenja je optimizirano tako da se ono obavi dovoljno brzo, vodeći računa da se pri tome ne umanjí kapacitet baterije i ne ugrozi njen - ivotni vek nepotrebnim zagrevanjem, kako se korisnik ne bi izlagao dodatnom trošku njene zamene. U praksi, punjenje traje orijentaciono dva puta du - e nego praćenje; dakle, nakon autonomnog rada od 4 sata pri punom opterećenju (200VA), bi - e potrebno 8 sati punjenja kako bi se baterija dovela u po - etno "puno" stanje.

Održavanje baterije: Baterije su najosetljiviji deo SBN sistema. Njihovom punjenju, održavanju i zaštiti je posvećen veliki deo upravlja - ko/nadzornog programa uređaja ABN2000. Pored impulsnog punjenja i algoritma za revitalizaciju, održavanje baterije (t.j. regulisanje napona u stanju "baterija puna") se obavlja tako da ne postoji rizik punjenja prevelikim naponom (klju - anje). U stanju održavanja, mikroprocesor vrši blago pulsiranje napona baterije kako bi se minimizirao rizik od umanjenja kapaciteta baterije zbog veoma dugog rada sa punom baterijom (bez praćenja). Kod odsustva mreže i rada na bateriji, mikroprocesor u okviru uređaja ABN2000 nadzire napon baterije dok se ista prazni. U slučaju da preostala energija akumulirana u bateriji postane kritično mala, te se napon pribli - i donjoj granici ispod koje je mogući inverzija napona jedne od - elija, uređaj signalizira da je baterija skoro sasvim prazna - "alarm". Ovo se događa isklju - ivo nakon veoma dugog izostanka mre - nog napona. Ukoliko korisnik tada nije prisutan ili ne isklju - i blagovremeno potrošača (na - ini *shut down* računara), mikroprocesor je nakon 5-10 minuta rada (zavisno od izlazne snage) u re - imu alarma isklju - iti uređaj i tako zaštititi bateriju. Jedna od opcija koja se isporučuje uz uređaj ABN2000 je i serijski priključak i programska podrška koja pri ulasku u stanje "alarm" uredno zaustavlja i "zatvara" sve otvorene aplikacije na računaru, izvršavajući akciju sa regularnim

zaustavljanjem operativnog sistema i "gašenjem" računara.

Električne karakteristike

- Nominalni napon olovne baterije: $U_{nom}(DC) = 12V$
- Maksimalni napon održavanja baterije:
 $U_{max}(DC) = 13.8V$
- Minimalni napon kod praćenja baterije:
 $U_{min}(DC) = 10.55V$
- Nominalna struja baterije pri praćenju:
 $I_{nom}(DC) = 20A$
- Amplituda pozitivnih impulsa pri punjenju:
 $I_{charge} = 5A$
- Amplituda negativnih impulsa pri punjenju:
 $I_{discharge} = 0.5A$
- Maksimalna struja baterije u trajanju do 2.5s:
 $I_{max}(DC) = 150A$
- Osigura - u jednosmernom kolu:
Ekstra-tromi osigura - od 32A
- Izlazni napon u baterijskom radu: $U = 220V, f = 50Hz$
- Nominalni napon napojne mreže:
 $U_{nom} = 220V_{rms}, 50Hz$
- Dozvoljena odstupanja efektivne vrednosti:
 $180V < U < 250V$
- Dozvoljena odstupanja mre - ne u - estanosti:
 $48.6Hz < f < 51.4Hz$
- Maksimalna izlazna struje u trajanju do 2.5s: $I_{max} = 3A$
- Osigura - u naizmeni - nom kolu: Tromi osigura - od 4A
- Maksimalna prividna snaga u trajanju do 2.5s:
 $S_{max} = 600VA$
- Nominalna trajna aktivna snaga pri reaktivnom $P = 150W$ opterećenju od 50VA (induktivno)
- Nominalna trajna izlazna snaga u baterijskom $S_{nom} = 200VA$ radu uz $\cos(\phi)=0.9$ i uz izobli - enje izlazne struje od $THD=11\%$
- Nominalni stepen korisnog dejstva: $h = 80\%$
- Potrošnja uređaja u baterijskom režimu rada, bez priklju - enog potrošača: 600mA pri $U_{DC}=12V$

Treći i poslednji deo - lanka "SISTEMI ZA BESPREKIDNO NAPAJANJE PRIORITETNIH POTROŠAČA" je se pojaviti u sledećem broju. ☒