

SINHRONIZACIJA VREMENA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA

T. TEKAVEC, Sipronika d.o.o., Slovenija
P. ZAGOŽEN, Sipronika d.o.o., Slovenija
J. SMUKAVEC, Elektro Gorenjska, Slovenija

UVOD

U elektrodistributivnim preduzećima koriste se različiti samostalni informacioni i komunikacioni sistemi kod kojih je potrebna vremenska sinhronizacija. To su: kompjuterski sistem za daljinski nadzor i upravljanje, koji se nalazi u distribucionom centru upravljanja (DCU), sistemi za automatizaciju TS (SATS), koji se nalaze u TS 110/SN, sistem za automatizaciju mreža srednjeg napona, sistem za očitavanje podataka sa brojila (AMR) i sistem za nadzor kvaliteta električne energije. Osim ovih navedenih, postoje i drugi sistemi ili uređaji koji zahtevaju vremensku sinhronizaciju (npr. sistem za prikupljanje podataka o munjama).

U sistemima za automatizaciju SN mreže i očitavanje podataka o merenjima električne energije delimično se koriste vlastiti radio-sistemi, a naročito mobilne mreže javnih operatera. Za te sisteme obavljena su merenja tačnosti sinhronizacije za uređaje i različite vrste komunikacionih mreža. Rezultati merenja dati su u daljem tekstu.

Dolaskom novih tehnologija, kao što su novi sistemi zaštite i upravljanja u stanicama (IEC 61850 »Komunikacione mreže i sistemi u trafostanicama«), uključivanje distribuiranih izvora proizvodnje i uvođenje koncepta naprednih mreža (Smart Grids), te noviteta u oblasti informaciono-komunikacione tehnologije (IKT), pojavili su se zahtevi za novim aplikacijama, za čije su optimalno delovanje potrebni tačni i vremenski usklađeni podaci.

NAČINI VREMENSKE SINHRONIZACIJE U POJEDINIM SISTEMIMA

U ovoj tački dati su opisi trenutnog stanja vremenske sinhronizacije u pojedinim sistemima u nekim distribucionim preduzećima u Sloveniji.

U distribucionim centrima upravljanja obično se koristi satelitski prijemnik tačnog vremena, s kojeg se putem lokalne mreže (LAN) po protokolu Network Time Protocol (NTP) sinhronizuju svi serveri sistema za daljinski nadzor i upravljanje i komunikacioni front-end procesori (FEP).

Sistemi za automatizaciju u TS se sinhronizuju na jedan od sledećih načina:

- preko mrežnih veza iz DCU po NTP protokolu (gde su za komunikaciju između DCU i TS na raspolaganju optički kablovi);
- preko lokalnog GPS prijemnika tačnog vremena, koji je ugrađen u stanici i izveden u formi samostalnog uređaja ili kartice, ugrađene u komunikacioni koncentrator.

Izvedba je u većini slučajeva takva da se preko mrežne veze sa DCU ili s lokalnog prijemnika tačnog vremena sinhronizuje komunikacioni koncentrator, a s njega se sinhronizuju svi distribuirani uređaji za zaštitu i upravljanje po protokolu IEC 870-5-103 i lokalni SCADA kompjuter po NTP protokolu. U nekim novijim objektima već se koriste stanični sistemi koji su realizovani opremom, koja je zasnovana na standardu IEC 61850 »Komunikacione mreže i sistemi u trafostanicama«.

Sistem za automatizaciju elektrodistributivnih SN mreža, kojih u okviru jednog preduzeća može biti više i mogu biti proizvod različitih proizvođača, u principu se sinhronizuje tako što se komunikacioni koncentrator, koji se nalazi na lokaciji DCU, sinhronizuje po NTP protokolu, a svi distribuirani RTU-i, koji se nalaze u SN mreži, sinhronizuju se po jednom od korišćenih komunikacionih protokola za daljinski nadzor i upravljanje (npr. DNP 3.0, MDLC...). Sinhronizacija vremena RTU-eva vrši se jednom dnevno.

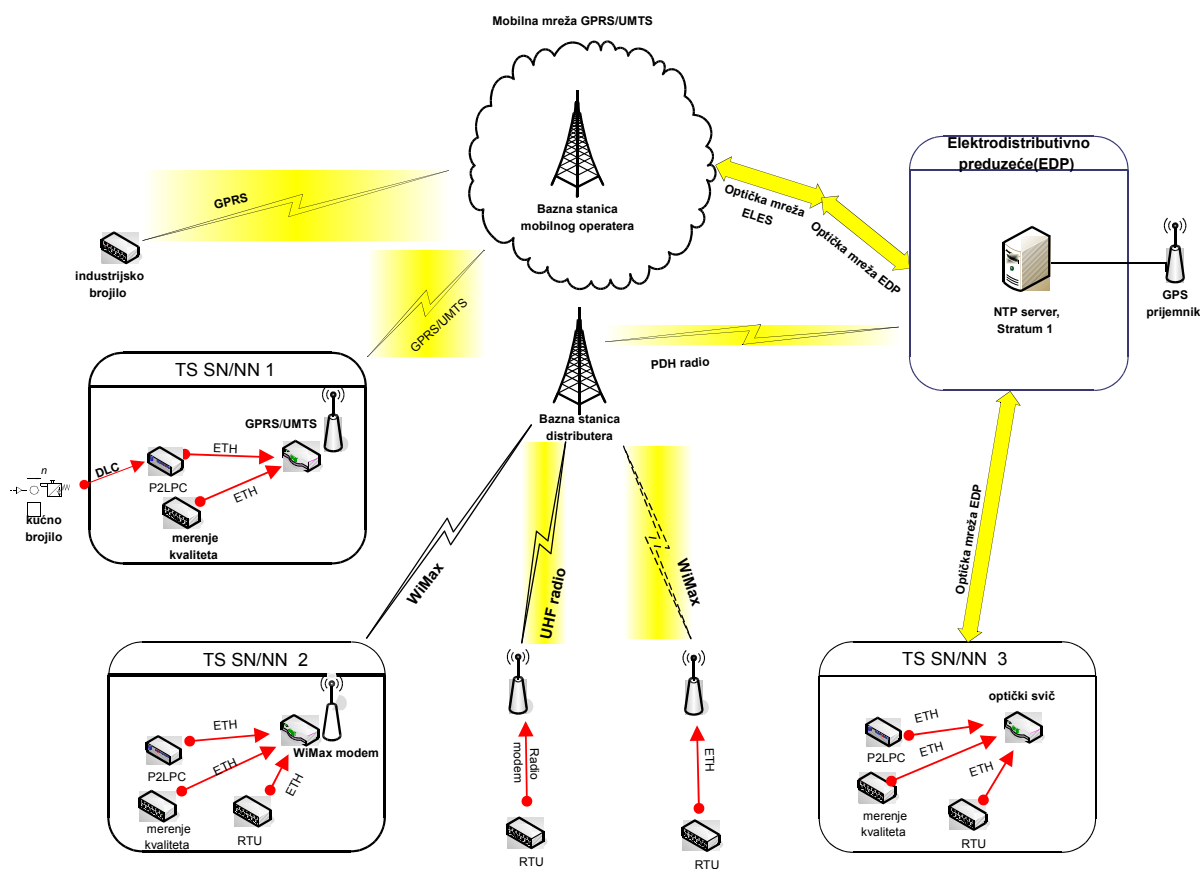
Sistem za daljinsko očitavanje podataka sa brojila (AMR), koji se nalazi u poslovnoj mreži, vremenski se sinhronizuje na spoljni server, koji je zajednički za sve poslovne sisteme u preduzećima za elektrodistribuciju (EDP). Vremenska sinhronizacija brojila većih potrošača (snaga viša od 41 kW), koji imaju ugrađena industrijska brojila i očitavaju se direktno, obavlja se prilikom samog očitavanja; očitavanje se vrši jednom dnevno.

I deo kućnih brojila već se očitava daljinski. Komunikacija između servera i koncentratora u TS SN/NN vrši se preko javne komunikacione mreže, a od koncentratora do pojedinih klijenata po NN vodovima korišćenjem DLC veze. Koncentratori u TS SN/NN sinhronizuju se po NTP protokolu, a sama brojila svakih 8 sati. Očitavanje brojila vrši se jednom dnevno.

Sinhronizacija vremena u sistemu za nadzor kvaliteta električne energije po standardu EN 50160 u TS 110/SN deluje tako što se server, koji se nalazi u poslovnoj mreži, vremenski sinhronizuje na spoljni server, koji je zajednički za sve poslovne sisteme u EDP; prilikom očitavanja podataka sa merilaca kvaliteta, koji su ugrađeni u TS i očitavaju se jednom dnevno, server sinhronizuje merioce kvaliteta. Merioci kvaliteta po standardu EN 50160 ugrađeni su i u nekim TS SN/NN.

MERENJA VREMENSKE SINHRONIZOVANOSTI U SISTEMIMA KOJI KORISTE RADIO-KOMUNIKACIJU

Za sisteme daljinskog očitavanja podataka sa brojila i automatizaciju SN mreže, gde se komunikacija vrši preko javne komunikacione mreže i preko vlastitih radio-veza, obavljena su merenja vremenske sinhronizacije [1]. Principijelna shema radio-komunikacionog sistema, koji se koristi u navedenim sistemima, prikazana je na slici 1.



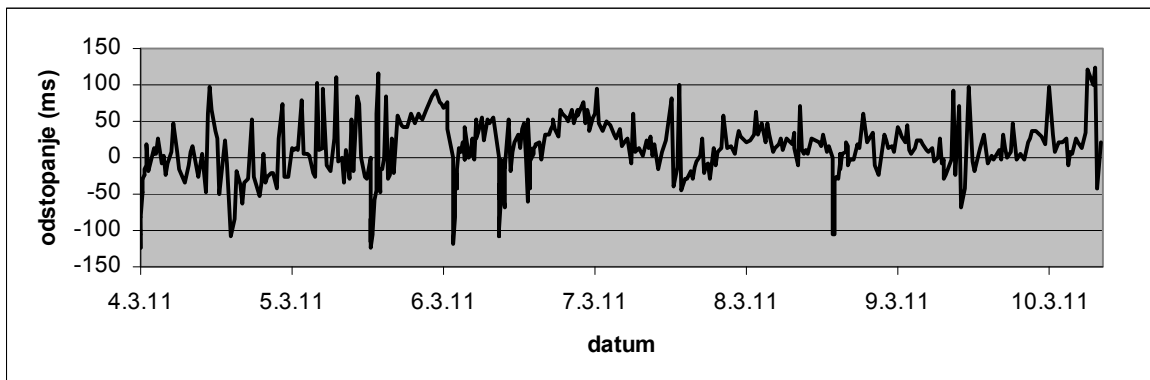
Slika 1: Principijelna shema komunikacione mreže za automatizaciju SN mreže i očitavanje podataka sa brojila

Merenja tačnosti sinhronizacije obavljena su na dva načina.

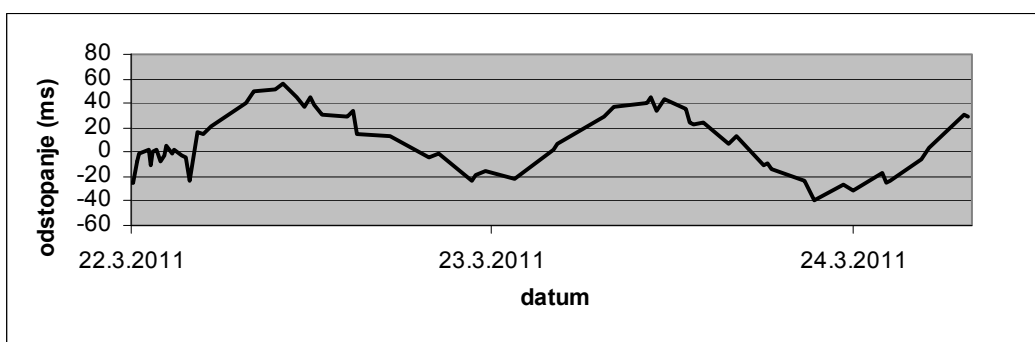
Kod prvog načina merila se tačnost sinhronizacije u zavisnosti od korišćenih prenosnih puteva. Unutar kontrolisane lokalne kompjuterske mreže (LAN) zakašnjenja su obično mala i praktično simetrična, te je posledično sinhronizacija tačna. Problemi, i samim tim smanjena tačnost, pojavljuju se kod veza u kompjuterskim mrežama velikih područja (WAN), koje su izvan našeg nadzora.

U slučaju ovih merenja, kod kojih je bio upotrebljen NTP protokol [3], kao server NTP služio je GPS prijemnik tačnog vremena Stratum 1, a kao klijent NTP služio je PC sa operativnim sistemom Windows XP.

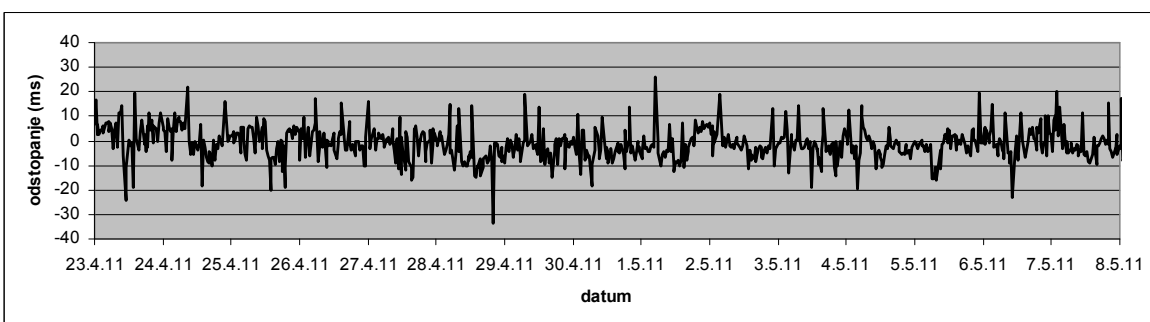
Merenja su bila izvršena preko javnih mreža GPRS, UMTS i vlastite mreže Wimax. Odstupanje klijentovog vremena od vremena servera prilikom upotrebe GPRS-a iznosilo je ± 125 ms (slika 2), UMTS-a ± 50 ms (slika 3) i Wimax-a ± 30 ms (slika 4).



Slika 2: Vremensko odstupanje klijenta NTP, koji komunicira sa serverom preko GPRS-a



Slika 3: Vremensko odstupanje klijenta NTP, koji komunicira sa serverom preko UMTS-a



Slika 4: Vremensko odstupanje klijenta NTP, koji komunicira sa serverom preko Wimax-a

Kod drugog načina obavljena su merenja tačnosti sinhronizacije pojedinih uređaja, koji su ugrađeni na terenu i sinhronizuju se na način koji se upotrebljava u realnim sistemima. Prilikom ovih merenja kao referenca upotrebljen je PC s ugrađenim GPS prijemnikom tačnog vremena na PCI kartici. Ta kartica može da stvori različite impulse, beleži događaje i snabdeva ih vremenskim obeleživačima (time stamp) s rezolucijom 100 ns.

Merenja, koja su obavljena na sistemu za automatizaciju SN mreže (RTU – Remote Terminal Unit, koji koristi vlastite UHF radio-veze), pokazala su dnevno odstupanje do 400 ms. Merenja, obavljena na sistemu za učitavanje podataka sa brojlara industrijskih potrošača, kod kojih se komunikacija vrši preko GPRS/UMTS mreže, pokazala su dnevno odstupanje do 50 ms.

Merenja, obavljena na kućnim brojlama, pokazala su da razlika između minimalnog i maksimalnog odstupanja u periodu jedne nedelje iznosi oko 3 s.

NOVI STANDARDI U OBLASTI SINHRONIZACIJE VREMENA

Dolaskom novih tehnologija kao što su novi načini zaštite i upravljanja u stanicama (IEC 61850 »Komunikacione mreže i sistemi u trafostanicama«), uključivanje distribuiranih izvora proizvodnje i uvođenje koncepta naprednih mreža, te noviteta u oblasti informaciono komunikacione tehnologije (IKT), pojavili su se zahtevi za novim aplikacijama, kojima su za optimalno delovanje potrebni tačni i vremenski usklađeni podaci.

U oblasti zaštite i upravljanja VN i VN/SN stanica u svetu se primenjuje standard IEC 61850, koji na temelju standardizovanih usluga i modela podataka omogućava povezivanje uređaja za zaštitu i upravljanje različitih proizvođača unutar stanice u homogeni sistem. Komunikacija između navedenih uređaja, koja je u početku tekla preko serijskih veza, u novije vreme teče po brzim mrežnim (LAN) vezama.

Što se tiče sinhronizacije vremena u ovim sistemima, naročito u prenosnim mrežama, postavljaju se znatno stroži zahtevi nego što ih omogućava NTP protokol, koji u normalnim uslovima obezbeđuje tačnost od 2 do 3 ms. Zbog toga se u poslednje vreme za sinhronizaciju vremena u ovim sistemima koristi 2008. godine prihvaćeni standard IEEE 1588 v2, koji je poznat pod nazivom Precision Time Protocol (PTP).

Korišćenje tog standarda omogućava brzo očitavanje i vremensko označavanje merenja – faznih tokova i napona, koji su na raspolaganju svim uređajima i aplikacijama u sistemu (npr. merenja, očitana brzinom 80 uzoraka na periodu, koriste se za osnovnu zaštitu i upravljanje, a očitane vrednosti brzinom 256 uzoraka na periodu za izračunavanje kvaliteta i oscilografiju).

Podaci, očitani tako velikom tačnošću, zasad se koriste za prenos između uređaja unutar lokalne mreže na nivou stanice i za posmatranje stabilnosti u velikim prenosnim mrežama.

Koliko tačna mora da bude sinhronizacija vremena kako bi svi sistemi i aplikacije koji obrađuju ove podatke dali očekivane rezultate, nije navedeno u pojedinim standardima. Zato u tabeli 1 izlažemo predlog zahteva, koji je bio pripremljen za Nacionalni institut za standardizaciju i tehnologiju, SAD (NIST)). [2]

zahtevi za sinhronizaciju vremena u naprednim mrežama (nacrt za NIST)					
aplikacija	upotreba	aps.tačnost	rel.tačnost	int.sempliranja	preciznost
automatizacija TS (substations)					
detekcija/snimanje kvarova	merenja kvarova (numerička zaštita)	1 ms	1 ms	50 ms	1 ms
uređivanje događaja	hronološka lista događaja	1 ms	1 ms	iniciran događajem	1 ms
sinhronizacija procesnog busa	sinhronizacija uređaja na procesnom busu	1 us	1 us	različit	< 1us
EMS (energy mgmt. systems)	prikupljanje podataka	1 ms	1 ms		1 ms
lokalno prikupljanje podataka			1 us	različit	< 1us
automatizacija u prenosnoj i distributivnoj mreži					
testiranje vodova po čitavoj dužini	test.vodova - koord. akcije na oba kraja voda		1 ms		1 ms
prikuplj. pod.-vel.mreže (synchro phasors)	merenja i drugi pod. u prenosnoj mreži	26 us	26 us	33 ms	1 us
sinhronizacija brojila	sinhronizacija brojila za obračun (pricing)	>1 ms	>1 ms		

TABELA 1 - ZAHTEVI ZA SINHRONIZACIJU U NAPREDNIM MREŽAMA

Pošto se standard IEC 61850 pokazao izuzetno korisnim za automatizaciju TS VN/SN, u novije vreme dodavanjem specifičnih modela podataka dopunjuje se i za korišćenje u oblasti automatizacije distribucionih mreža i proizvodnje električne energije (hidroelektrane, vetroelektrane, solarne elektrane i

kombinovani sistemi za proizvodnjo toplotne i električne energije).

Uvođenjem koncepta naprednih mreža, kod kojih se predviđa bitno povećanje broja distribuiranih izvora, fleksibilna potrošnja i proizvodnja i visoka pouzdanost snabdevanja energijom, s obzirom na sadašnje stanje, povećuju se zahtevi za bolju vremensku sinhronizaciju svih uređaja i podataka.

ZAKLJUČAK

Sinhronizacija vremena u elektrodistributivnim preduzećima ovisi od upotrebljenih komunikacionih mreža, sinhronizacionih protokola i programa, koji se koriste za sinhronizaciju. Za postizanje kvalitetne sinhronizacije vremena na konačnim uređajima u pomenutim sistemima potrebno je pobrinuti se za dobru sinhronizaciju svih nadređenih sistema u hijerarhijskom lancu i to stanje neprestano proveravati.

To naročito važi za sisteme za očitavanje podataka sa brojila i sisteme za nadzor kvaliteta, koji su za sada uključeni u poslovni sistem i sinhronizuju se na spoljni server, koji je zajednički za sve poslovne sisteme u EDP i na kojim su bila izvršena merenja odstupanja.

Na značajnijim serverima u centru vođenja, gde se koristi NTP, bilo bi smisleno upotrebiti monitorski program, koji može prijaviti greške i prevelika odstupanja administratoru sistema.

LITERATURA

1. Tomaž Tekavec, Klemen Perko, Janez Smukavec i ostali: Analiza časovne sinhroniziranosti merilnih podatkov in vplivi prenosnih poti, 10. konferenca slovenskih elektroenergetikov, Ljubljana 2011.
2. Oscilloquartz, Application Note 21, 2010, IEEE 1588 (PTP) in Communication Networks
3. Mills D.L., 2006, Computer Network Time Synchronization: The Network Time Protocol, CRC Press