

## TESTIRANJE PEFORMANSI IEC 61850 GOOSE PORUKA

V. Milisavljević, ABS Control Systems, Srbija

### UVOD

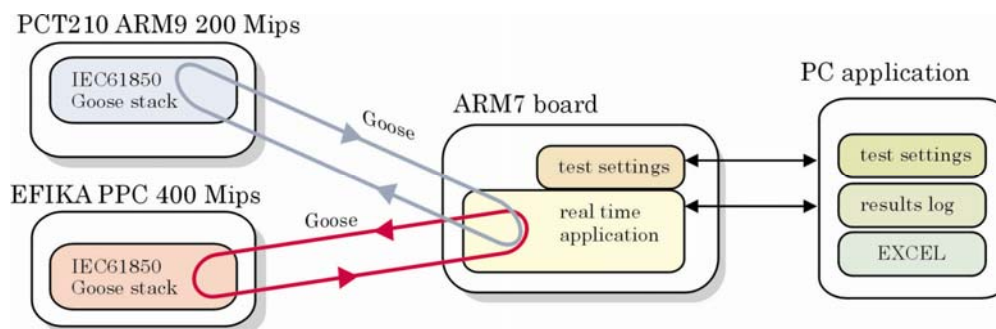
Jedan od čestih zahteva za uređaje relejne zaštite je podrška za IEC 61850 standard. U okviru standarda predviđene su i poruke za brzu razmenu informacija između releja tzv. GOOSE ( Generic object-oriented substation event ). U pitanju su uglavnom trip, interlocking, breaker failure i slični signali. Vreme transfera ovih signala je kritično, njihovo kašnjenje može prouzrokovati neželjeno isključenje potrošača ili oštećenje opreme. U ovom radu istražićemo koja softverska arhitektura je najpogodnija da se ostvare tražene performanse. Softver za slanje/prijem GOOSE poruka može se nalaziti u real time (RT) ili user space prostoru operativnog sistema. Razmotrićemo user space i RT implementacije na dve različite mikroprocesorske arhitekture – ARM9 i PowerPC. Do degradacije performansi može doći iz 2 razloga:

- Zaštitna funkcija ima najviši prioritet. Najmanje 500  $\mu$ s tokom svake milisekunde GOOSE task će biti uskraćen za procesorsko vreme.
- U slučaju čiste user-space implementacije operativni sistem će prekidati GOOSE task na potpuno nedeterministički način.

### USER SPACE TEST

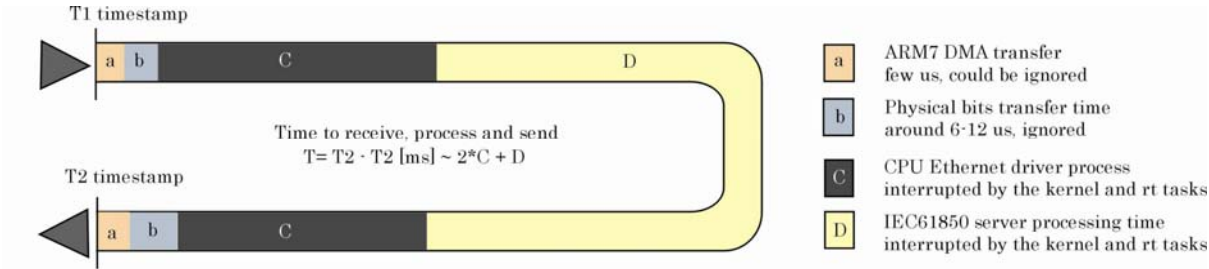
Za testiranje performansi GOOSE poruka u user space-u razvijeno je okruženje bazirano na ARM7 arhitekturi:

- ARM7 sa integrisanim Ethernet-om za slanje, prijem i time-stampovanje poruka.
- PC aplikacija za setovanje parametara i prikupljanje rezultata.



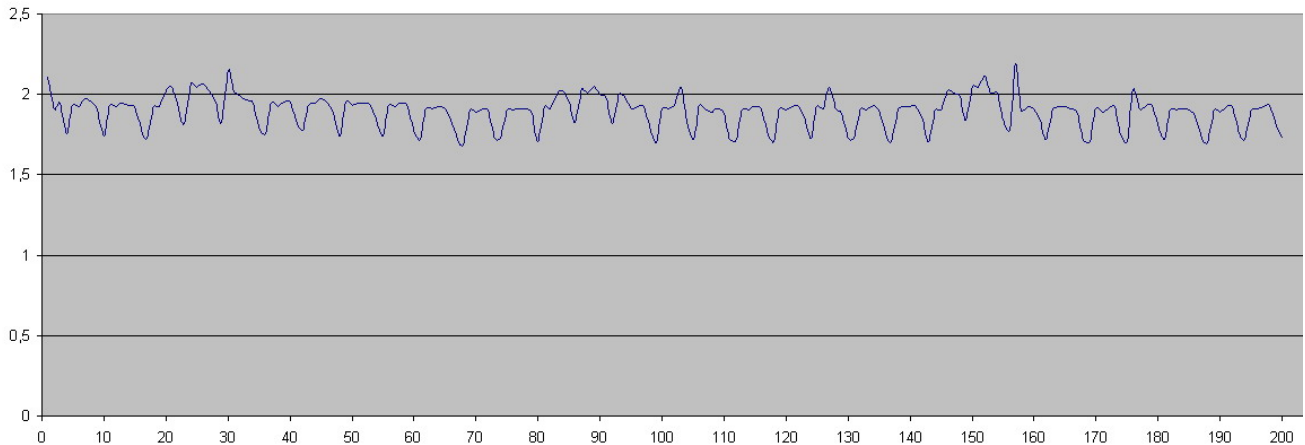
Slika 1. Test konfiguracija za user space test

Sušтина testa je sledeća: ARM7 ploča lansirala niz poruka i beleži odlazno vreme za svaku poruku. ARM9 i PowerPC ploče su podešene da odmah po prijemu GOOSE poruke odgovore sa identičnom porukom sa istim rednim brojem. ARM7 ploča registruje odgovor i pomoću rednog broja uparuje poruku sa originalnom porukom i računa proteklo vreme.



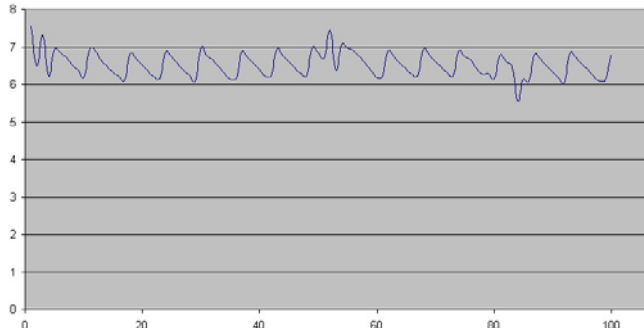
Slika 2. Analiza vremena

Na gornjoj slici može se videti analiza utrošenog vremena. A i B su zanemarljivi. Zbog prirode testa može se precizno meriti  $2C+D$  ali ne možemo tačno znati koliko iznose C i D pojedinačno. No, u krajnjoj liniji to i nije bitno sa stanovišta standarda. Pogledajmo rezultate testa. ARM7 ploča lansirala niz GOOSE poruka u razmaku od 100ms. Rezultati se mere i prikazuju u Excel-u. Da bi rezultat bio što realniji uključena je prekostrujna zaštita. Na Y osi prikazano je vreme u milisekundama a na X osi redni broj GOOSE poruke.



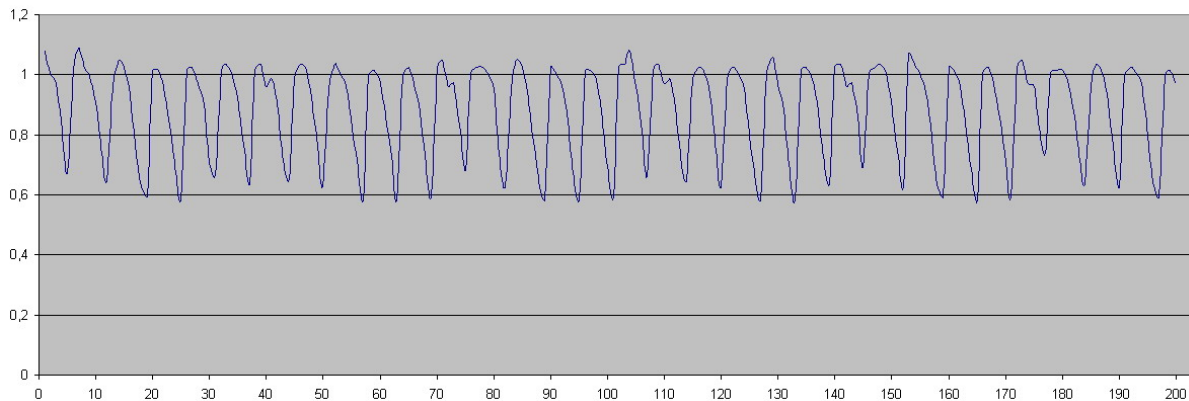
Slika 3. ARM9 100ms (X osa – redni broj poruke, Y osa vreme transfera)

Vidimo da tokom 20 sekundi vreme odgovora osciluje oko **2 milisekunde**. Sledeći korak je bio da se uključi još nekoliko zaštitnih funkcija tako da tokom 1 milisekunde zaštita troši 700  $\mu\text{s}$ . Očekivano je da pri većem opterećenju GOOSE performanse opadnu. To se zaista i dešava kao što možemo videti na sledećoj slici:

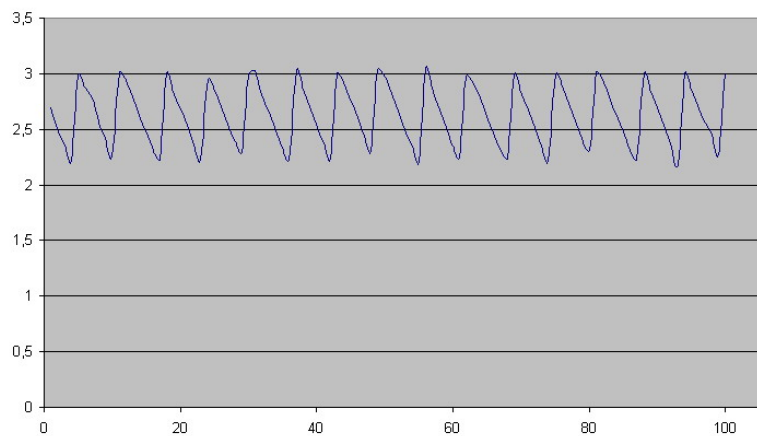


Slika 4. ARM9 100ms, 700 $\mu\text{s}$  (X osa – redni broj poruke, Y osa vreme transfera)

Vreme sada osciluje oko **7 milisekundi**. Iako je očekivano da će performanse opasti, ipak je postignuti rezultat iznad očekivanja. 7 milisekundi je i dalje dovoljno za neke aplikacije. Ovo su rezultati sa ARM9 platformu. PowerPC platforma se pokazala nešto bolje jer ima skoro 2 puta veću procesorsku snagu. Na sledeće 2 slike vidimo rezultate.



Slika 5. PowerPC 100ms (X osa – redni broj poruke, Y osa vreme transfera)



Slika 6. PowerPC 100ms, 700µs (X osa – redni broj poruke, Y osa vreme transfera)

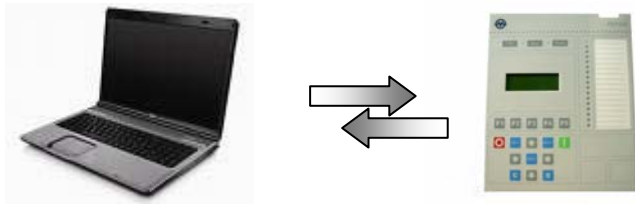
Pri manjem opterećenju vreme osciluje oko **0.8 ms** a pri većem oko **2.5 ms**.

Kao što vidimo izmerena vremena se kreću u okvirima koji nude solidan dijapazon primena. Na žalost ova vremena važe samo u slučaju da je GOOSE task jedini aktivni task. U slučaju postojanja drugih taskova – na primer disturbance recorder, event recorder, embedded web server, IEC 61850 MMS server itd... vremena postaju nepredvidiva i mogu ići i do 80ms, što je naravno neprihvatljivo.

## REAL TIME TEST

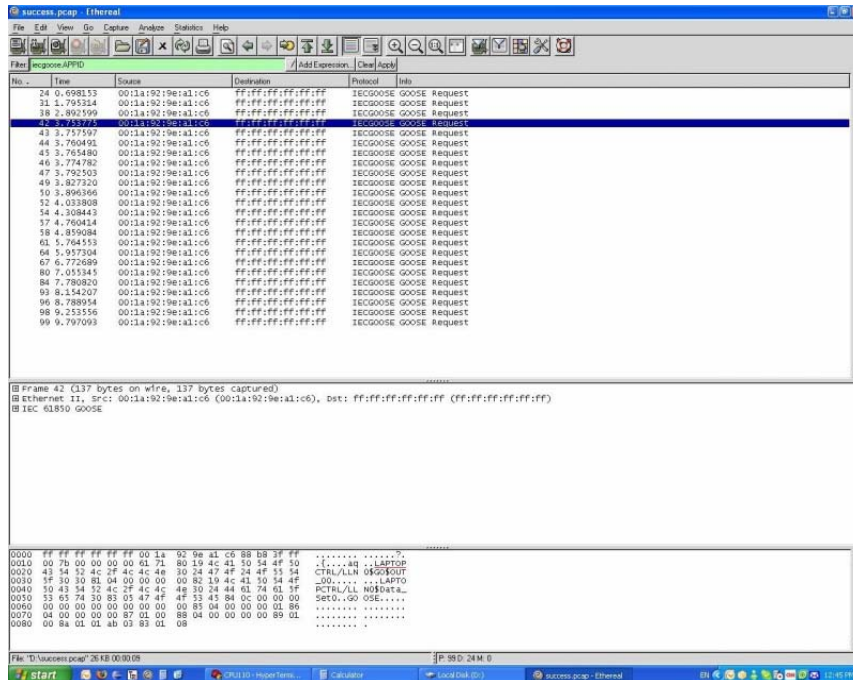
Mada je real time GOOSE nešto teži za implementaciju, nudi neke značajne prednosti kako ćemo videti. Test okruženje za real time je značajno drugačije. Za testiranje je korišćen mrežni analizator. Program se može besplatno skinuti sa Interneta (1).

Suština testa je sledeća: zaštitni relej je podešen da osluškuje poruke koje emituje laptop računar i da momentalno odgovori sa istom vrednošću dataseta koja je u dolaznoj poruci. Kada analiziramo niz poruka u mrežnom analizatoru doći ćemo do momenta kada relej i laptop emituju identičnu vrednost. Vreme između momenta kada laptop počinje sa emitovanjem i momenta kada relej počne da emituje istu vrednost kao i laptop je traženo vreme.



Slika 7. Test konfiguracija za real time test

Na sledećoj slici možemo videti rezultate prikazane u mrežnom analizatoru.



Slika 8. Ethereal mrežni analizator

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
24	0.698153	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
31	1.795314	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
38	2.892599	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
42	3.753775	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
43	3.757597	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
44	3.760491	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
45	3.765480	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
46	3.774782	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
47	3.792503	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
49	3.827320	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
50	3.896366	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
52	4.033808	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
54	4.308443	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
57	4.760414	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
58	4.859084	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
61	5.764553	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request
64	5.957304	00:1a:92:9e:a1:c6	ff:ff:ff:ff:ff:ff	IECGOOSE	GOOSE Request

Slika 9. Niz GOOSE poruka sa vremenima prijema, mrežnim adresama i oznakom protokola

Poruku broj 42 emituje laptop, a poruku 43 relejna zaštita. Ako oduzmemo vremena prijema:  $3,757-3,753=4\text{msec}$ . Pri ponovljenim merenjima rezultat osciluje oko 4ms. Razlog za to je što su taskovi za slanje i prijem podešeni da se bude na svake 2 milisekunde.

## ZAKLJUČAK

Na prvi pogled real time i user space implementacije operišu u sličnim vremenskim okvirima. Ali, postoji ozbiljna razlika. Kod RT implementacije GOOSE task može da deli procesor sa proizvoljnim brojem ostalih taskova kao što je disturbance recorder i sl. Takva arhitektura umnogome smanjuje krajnju cenu uređaja i daje korisniku više funkcionalnosti. U suprotnom bi GOOSE softver morao da obitava na zasebnom hardveru.

## LITERATURA

1. [www.sisconet.com](http://www.sisconet.com)
2. IEC 61850 - communication networks and systems in substations