

Zisić Jovan
 Institut "Mihailo Pupin"
 Beograd, Volgina 15

REFERAT

EFIKASNOST PRENOSA U HDLC PROCEDURAMA

THROUGHPUT EFFICIENCY IN HDLC PROCEDURES

SADRŽAJ - U radu su tretirane dve klase duplexnih ARM-HDLC procedura. Jedna se zasniva na retransmisiji svih ramova primljenih za oštećenim (REJ odziv, klasa UAC 2,8), a druga na retransmisiji samo oštećenog rama (SREJ odziv, klasa UAC 3,8). Pokazuje se da su inherentne prednosti klase UAC 3,8 nad klasom UAC 2,8 neutralisane na kanalima podataka ostvarenim posredstvom telefonskih kanala.

ABSTRACT - In scope of this paper are two classes of FDX ARM-HDLC procedures. One, based on retransmission of all frames received after the erroneous one (REJ response, class UAC 2,8), another based on selective retransmission (SREJ response, class UAC 3,8). The inherent advantages of UAC 3,8 class over UAC 2,8 class proved to be neutralized on voice grade data links.

1. UVOD

Jedno od bitnih svojstava komuniciranja dva udaljena učesnika jeste brzina razmene informacija. Uspostavljeni kanal podataka, brzine v međjutim, ne omogućuje prenos informacionih sadržaja istom brzinom. Proceduralni elementi razmene informacija kao i greške u prenosu doprinose da efektivna brzina informacionog sadržaja bude manja od uspostavljene brzine prenosa.

Odnos ove dve brzine daje meru efikasnosti prenosa. Poznavanje karakteristika kanala podataka i procedura kontrole razmene omogućuje odabiranje parametara prenosa u cilju maksimiziranja efikasnosti prenosa.

Iskustva pokazuju da se u prenosu podataka pitanju efikasnosti prenosa ne poklanja dužna pažnja što rezultira u neadekvatnom angažovanju procesorskog vremena i uvećanoj ceni prenosa informacionog bita.

2. KLASA HDLC PROCEDURA

U modelu slojevite arhitekture komunikacionih protokola (OSI-koncept), [3] link - protokoli obuhvaćeni su nivoom 2. Standardizovani su međunarodnim standardima ISO-HDLC, CCITT-X25 LAPB, nacionalnim (ANSI-ADCCP) kao i internim standardima proizvođača opreme (IBM-SDLC, Borouhgs-BDLC, Univac-UDLC)*. Pomenuti standardi počivaju na bit orijentisanim, transparentnim komunikacijama na bazi rama definisane strukture, prenošenog preko sinhronog poludupleksnog (odn. dupleksnog) kanala podataka u point-point i multipoint konfiguracijama. Sastavni deo ovih standarda su procedure za kontrolu prenosa i procedure za otklanjanje grešaka.

ISO standard, kao sveobuhvatan, shodno konceptu primarne, sekundarne i kombinovane stanice [2], dopušta 3 načina komuniciranja: NRM - "Normal Response Mode", ARM - "Asynchronous Response Mode", ABM - "Asynchronous Balance Mode".

U NRM sekundarna stanica se odaziva na komande iz primarne stanice. Primarna stanica je odgovorna za inicijalizaciju, kontrolu prenosa, otklanjanje grešaka i raskidanje veze.

U ARM sekundarna stanica ne zahteva eksplicitnu dozvolu primarne stanice za slanjem odziva.

U ABM komunicirajuće stanice imaju ravnopravan status u inicijalizaciji. kontroli i otklanjanju grešaka u prenosu čiji su inicijator.

* Često se u terminologiji pod HDLC (High Level Data Link Control) protokolom podrazumevaju bit orijentisani protokoli na bazi rama koji predstavljaju klasu HDLC-ISO standarda.

Iz gornje podele su proistekle tri osnovne klase procedura: UNC - "Unbalanced Normal Class", UAC - "Unbalanced Asynchronous Class", BAC - "Balanced Asynchronous Class". Njihov bazični repertoar i opcione funkcije prikazani su u tabeli T.1.

Za analizu efikasnosti od značaja su opcione funkcije 2, 3, 8, 9 i 10 iz tabele T.1, odnosno njihove kombinacije.

3. UAC 2,8 - UAC 3,8 PROCEDURE

Prenos informacionog sadržaja se odvija putem informacionih ramova (I ramovi). Prenos komandi i odziva vrši se kontrolnim ramovima (S ramovi). I ram sadrži u kontrolnom polju sekvenčni broj N(S) koji označava poziciju rama u emitovanoj sekvenci od M ramova. Da bi se pozicija rama na prijemu jednoznačno odredila, predajnik (primarna stanica) u svakom trenutku može imati najviše M-1 emitovanih nepotvrđenih ramova (prozor). Pri dostizanju ovog broja, ukoliko nije primio odziv, predajnik prestaje sa emitovanjem što izaziva intersekvencno kašnjenje na predaji.

Po prijemu odziva (prijemne) sekundarne stanice (RR, REJ, SREJ, ...) predajnik nastavlja emitovanje (narednih ili ponavljanjem prethodnih) ramova.

Izostanak odziva detektuje vremenski mehanizam, koji uslovljava retransmisiju ramova, odnosno, dalje akcije za izlazak iz neregularnog stanja (P/F kontrolu, reinicijalizaciju, reset itd.). Sekvenčni brojevi su po modulu M gde je M=8. U opcionalnoj funkciji 10 (tabela T.1.) M=128, a u radu bez prozora M=2.

Prijemni sekvenčni broj N(R) sekundarne stanice veći je za 1 od N(S) sadržanog u zadnjem prihvaćenom ramu. Sekundarna stanica prihvata sledeći ram ukoliko pri njegovoj obradi nije ustanovljena nesaglasnost u kontroli parnosti, a N(S) sadržan u ramu bude jednak tekućoj vrednosti N(R). Ukoliko se ustanovi greška pri kontroli parnosti, ram se odbacuje, a prijemni sekvenčni broj N(R) ne inkrementira.

Nesaglasnost sekvenčnih brojeva aktivira REJ ili SREJ odziv. Njihova saglasnost može, ali ne mora izazvati aktiviranje RR

odziva, što zavisi od primenjene strategije kontrole. Inherentna prednost ARM nad NRM sadržana je upravo u mogućnosti primene neuslovljenog odziva sekundarne stanice u tzv. asinhronom radu.

Da bi se izbeglo intersekvencno kašnjenje potrebno je da se sekundarna stanica blagovremeno odziva u jednakim intervalima, emitujući S ramove sa tekućom vrednošću $N(R)$, čime potvrđuje i prihvatanje ramova zaključno sa $N(S)=N(R)-1$. Pojava greške u prenosu izaziva poremećaj u intervalima odziva odnosno dopunsko kašnjenje REJ-SREJ odziva τ_{dk} što može uzrokovati prekid emitovanja predajne sekvence. REJ odziv inicira retransmisiju svih odbačenih ramova a SREJ odziv retransmisiju samo jednog - označenog rama.

U slučajevima dinamičke neuravnoteženosti između brzine dostizanja prozora na predaji i prijema odziva, javlja se intersekvencno kašnjenje τ_{ISK} iako nema pojave grešaka u prenosu.

4. MODEL EFIKASNOSTI

Pri generisanju modela usvojene su sledeće pretpostavke:

- a) Sinhroni unidirekcionni prenos srednjim brzinama preko dupleksnih kanala podataka
- b) Stacionarni režim prenosa (isključene faze inicijalizacije i raskidanja, akcije restartovanja, vremenskog mehanizma, P/F kontrole i sl.)
- c) UAC 2,8; UAC 3,8 procedure otklanjanja grešaka na bazi REJ odnosno SREJ odziva
- d) Zanemareni uticaji procesa višeg nivoa, podrazumevajući da je
 1. predajnik opskrbljen dovoljnom količinom materijala za emitovanje
 2. vreme obrade u predajniku i prijemniku zanemarljivo
 3. pražnjenje prijemnih bafera trenutno
- e) Prenos neoštećenih S i I retransmitovanih ramova
- f) Oštećenom I ramu prethodi i sleduje ram bez greške
- g) Retransmisija I rama započinje tek po završetku emitovanja rama u toku (bez prisilnog prekida)
- h) Vreme kašnjenja petlje τ_{pf} konstantno
- i) Ravnomerna raspodela slučajnih nekorelisanih bit-grešaka učestanosti p.

Verovatnoća prijema oštećenog I rama (dužine I_P+6) data je relacijom

$$P_R = 1 - (1-p)^8(I_P+6) \quad (1)$$

gde je I_P dužina informacionog polja u bajtovima.

Na osnovu (1), uz pretpostavku i), prosečno rastojanje (u ramovima) između dva oštećena rama \overline{FBE} (uključujući jedan od njih), tzv. ciklus greške, može se izraziti kao

$$\overline{FBE} = \frac{1}{P_R} \quad (2)$$

Vreme kašnjenja τ_{KP} obuhvata vremenski interval od trenutka emitovanja zadnjeg bita određenog I rama do trenutka prijema prvog bita odziva na taj ram.

Vreme kašnjenja odziva τ_{KR} izraženo ekvivalentnim brojem I ramova dato je relacijom

$$\tau_{KR} = \frac{\tau_{KP} \cdot \frac{N}{8} + 6}{I_P + 6} \quad (3)$$

gde je v brzina prenosa u bit/sec.

Iz relacije (3) može se odrediti prosečan broj neproduktivnih ramova \overline{NPF} tj. ramova koje prijemnik odbacuje od trenutka izdavanja odziva REJ do trenutka prijema prvog retransmitovanog rama. Ekvivalentan broj ramova u jednom ciklusu greške, pored prenešenih $\overline{FBE} + \overline{NPF}$ ramova uključuje i vremenske intervale τ_{KD} i τ_{ISK} u kojima se ne vrši predaja.

Na osnovu gornjeg razmatranja, efikasnost prenosa izražena odnosom broja informacionih bajtova prema ukupnom broju bajtova u ciklusu greške, data je relacijom

$$E = \frac{I_P}{I_P + 6} \frac{(FBE - 1)}{\tau_{DK} + (FBE + NPF)(1 + \frac{\tau_{ISK}}{M - 1})} \quad (4)$$

5. REZULTATI ANALIZE

Usvojene su sledeće vrednosti parametara: τ_{KP} : 50ms, 100ms i 200ms; v : 2400bit/s, 4800 bit/s; p : 10^{-4} , 10^{-5} i 10^{-6} ; I_P : 10, 20, 50, 100, 200, 500 i 1000 bajta; M : 2, 8.

Tretiran je slučaj zanemarljivog vremena kašnjenja odziva u odnosu na dužinu rama kao i slučaj kada je ovo vreme veće od dužine rama, a u uslovima dopuštenog ($M=1$) i nedopuštenog prozora ($M=2$). Dopusšteno je da prijemnik šalje potvrdu prijema po svakom primljenom ramu. iliposle k primljenih ramova.

Pregled analiziranih slučajeva i izraza τ_{DK} , τ_{ISK} , \overline{NPF} korišćenih u relaciji (4) dat je u tabeli T.2.

Sa sl. 1 i 2 mogu se uočiti vremenske relacije između emitovanih I ramova i primanih S ramova posmatrane sa strane primarne stanice. Na sl. 1 (slučaj 1, tabela T.2), odziv RR_1 se šalje po prijemu rama I_1 . Na sl. 2a, odziv se šalje po prijemu k I ramova (slučaj 6, tabela T.2). Redosled događaja u slučaju REJ i SREJ odziva pri oštećenju jednog rama u prenosu prikazan je na sl. 2b i 2c, respektivno.

Na sl. 3 prikazani su, za različit kvalitet kanala, dijagrami efikasnosti prenosa za slučaj (1, 2 i 3 T.2) dopuštenog i nedopuštenog prozora. Na sl.4 dijagrami 1 i 2 odnose se na slučaj 8, a dijagrami 3 i 4 na slučaj 9 tabele T.2. Primetimo da je na dijagramu 3 i 4 sl. 4, parametar kašnjenja petlje dat relativno u odnosu na dužinu rama na apscisi.

Karakteristična su dva domena funkcije efikasnosti: jedan, pod pretežnim uticajem kašnjenja petlje i redundanse rama, a drugi (desno od maksimuma) pod uticajem grešaka u prenosu. Jasno je, da povećanje brzine prenosa u dijapazonu kraćih informacionih ramova ima smisla samo ako je τ_{KP} zanemarljivo. Međutim, pri dozvoljenom prozoru, uticaj τ_{KP} je neutralisan (dijagram 5 prema dijagramu 2, sl.3).

Maksimum efikasnosti prenosa se smanjuje i pomera ka kraćim ramovima što je kvaliteta kanala slabiji. U uslovima varijacije kvaliteta kanala suboptimalni izbor I_p pruža preimущества.

Iz tabele T.2 se može uočiti da u klasi UAC 2,8 odazivanje prijemnika posle k primljenih I ramova (slučaj 6) ne doprinosi većoj efikasnosti od slučaja 1 (sl.1) obzirom na pretpostavku e).

U klasi UAC 3,8 korišćenjem selektivne retransmisije pri datom prozoru (sl.2c) postiže se veća efikasnost prenosa od svih

razmatranih slučajeva (slučaj 8, T.2), jer je $\overline{NPF}=0$, $\tau_{DK}=0$ i $\tau_{ISK}=0$. Za kvalitetne kanale ($p=10^{-5}$ i manje), međutim, ova prednost je obzirom na veliko \overline{FBE} ($\overline{FBE} \gg M-1$) neutralisana. Pri većem kašnjenju petlje (slučaj 9, T.2) anulirani uticaj neproduktivnih ramova biva kompenzovan uticajem dopunskog kašnjenja izazvanog dostizanjem prozora.

6. ZAKLJUČAK

Prednost klase UAC 3,8 ($\overline{NPF}=0$) na kanalima sa zanemarljivim kašnjenjem petlje ($\tau_{KP} \ll M-1$) na kojima je učestanost grešaka 10^{-5} i manja biva neutralisana u poredjenju sa klasom UAC 2,8 zbog $\overline{FBE} \gg \overline{NPF}$. Izbor parametara u datoj klasi, međutim, od znatnog je uticaja na efikasnost prenosa.

Prednosti klase UAC 2,8 nad UNC 2,8 [4] i UAC 2,3 nad UAC 2,8 [5] evidentne su na primeru zemaljskih digitalnih i satelitskih kanala.

Klasa BAC sa inherentno dupleksnim prenosom tipičnim za medjuračunarsko komuniciranje izmedju ravnopravnih učesnika (koncept kombinovane stanice) zahteva preispitivanje modela unidirekcionog prenosa. Predmet je daljih analiza, posebno klasa BAC 2,3 (CCITT X.25 level 2).

LITERATURA

- [1] J.Zisić: "Efikasnost prenosa u procedurama za kontrolu sinhronog linka podataka", Zbornik radova YUTEL 80, Ljubljana, oktobar 1980
- [2] D.W.Davies, D.L.A.Barber, Computer Networks and their Protocols New York, John Wiley and Sons, 1979, pp. 208-232
- [3] IEEE Transactions on Communications, Special Issue on Computer Network Architectures and Protocols, Vol. COM-28, No. 4, April 1980
- [4] K.C.Traynham, R.F.Steen, "Data Link Control and Contemporary Data Links" IBM Technical Report TR 29, 0163, June 1977
- [5] M.C. Easton, "Batch Throughput Efficiency of ADCCP/HDLC/SDLC Selective Reject Protocols", IEEE Transactions on Communications, Vol.COM-28, No.2 Feb. 1980.

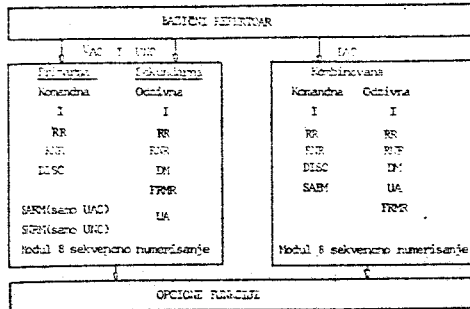
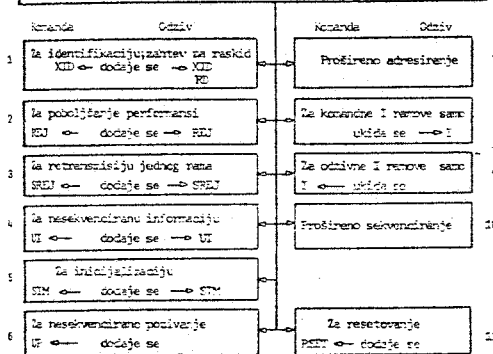


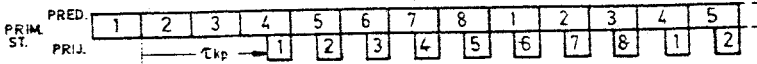
Tabela T.1



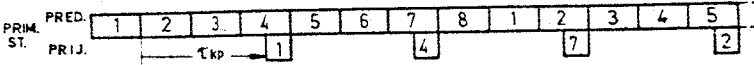
I - Informacioni ramovi sa sekvencno numerisanim
 R - (S ram) spomenut na prijenos i potvrda trehodenih ramova
 FR - (S ram) privremena razmjenjiva stanica i potvrda trehodenih prihvatnih ramova
 DM - (S ram) bezikil odgovor na odgovor izvan stanice
 FRR - (S ram) obavljanje rama na besikilj komandi

Tabela T.2.

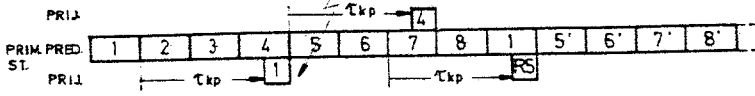
Upr	Klase	KR	Uslovi odstiva	M	RF	ISK	TP
1	UAC 2,8	$\sqrt{KR} \cdot M - 2$	KR, posle prijema I ₁	8,2	$[1 + \sqrt{KR}]$	0	0
2	"	$M - 2 + \sqrt{KR} \cdot M - 2$	"	"	"	0	1
3	"	$\sqrt{KR} \cdot M - 2$	"	"	"	$\sqrt{KR} \cdot (M - 2)$	1
4	"	$\sqrt{KR} \cdot M - 1$	"	2	1	\sqrt{KR}	1
5	"	$\sqrt{KR} \cdot M - 1$	"	8	1	0	0
6	"	$\sqrt{KR} \cdot \frac{M}{2}$	KR, posle prijema k ramova zajedno sa I ₁	8	$[1 + \sqrt{KR}]$	0	0
7	"	$M - 2 + \sqrt{KR} \cdot \frac{M}{2}$	"	8	$(M - \sqrt{KR}) \cdot \sqrt{KR} + 1 - M - 2$ $\sqrt{KR} \cdot \frac{M}{2} - 1$	$2 \cdot \sqrt{KR} \cdot M - 1$	$\frac{\sqrt{KR} \cdot M^2}{2} - \frac{M}{2}$ $\frac{M}{\sqrt{KR}}$
8	UAC 3,8	$\sqrt{KR} \cdot \frac{M+1}{2}$	SREJ, odmah po prijemu I ₁₊₁	8	0	0	0
9	"	$\frac{M}{2} + \sqrt{KR} \cdot \frac{M+1}{2}$	"	8	0	0	$\frac{\sqrt{KR} \cdot M^2 + 1}{2}$



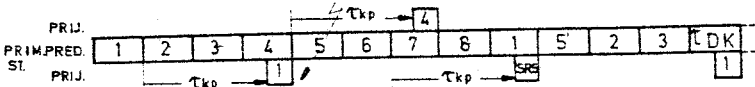
SI.1 UAC 2B - RRI POSLE SVAKOG PRIMLJENOG I-RAMA



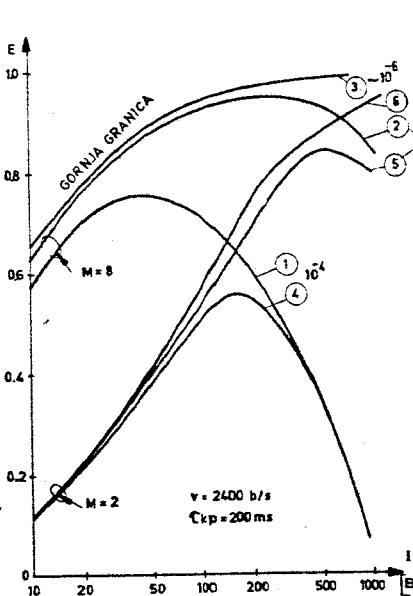
SI.2a UAC 2B RRI POSLE PRIJMA K I-RAMOVA (K=3)



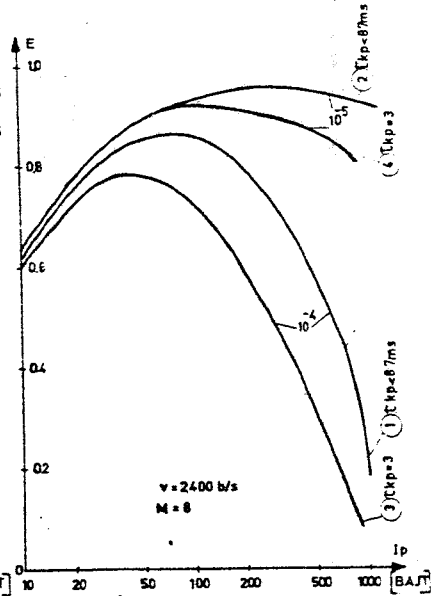
SI.2b UAC 2B PRENOS SA RETRANSMISIJOM



SI.2c UAC 3B PRENOS SA SELEKTIVNOM RETRANSMISIJOM



SI.3 UAC 2B EFEKAT GREŠAKA I PROZORA



SI.4 UAC 3B EFEKAT GREŠAKA I KASNJENJA PETLJE