

FAKULTET ELEKTORTEHNIKE I RAČUNARSTVA

**ZAVOD ZA ELEKTRONIČKE SUSTAVE I
OBRADU INFORMACIJU**

Seminar iz sustava za praćenje i vođenje procesa:
IEEE 802.2 LLC

PRIPREMIO: Vladimir Seršić
0036388183

802.2 LCC

Uvod

Prema OSI modelu, arhitektura lokalnih mreža se sastoji od 7 slojeva. Sloj uz koji se direktno veže pojam LLC-a je sloj podatkovnog linka. Naime, sloj podatkovnog linka (Data Link Layer - DLL) se sastoji od dva podsloja: **podslaj upravljanja pristupa mediju** (Medium Access Control – MAC) i **podslaj upravljanja logičkim linkom** (Logical Link Control – LLC). Na LLC-u definiran je koncept logičkih linkova koji višestrukim protokolima višeg sloja (mrežni sloj, Network Layer - NL) omogućuje da zajednički dijele fizički link u LAN-u.

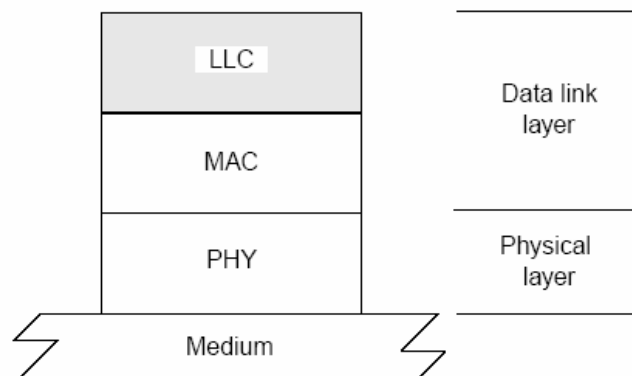
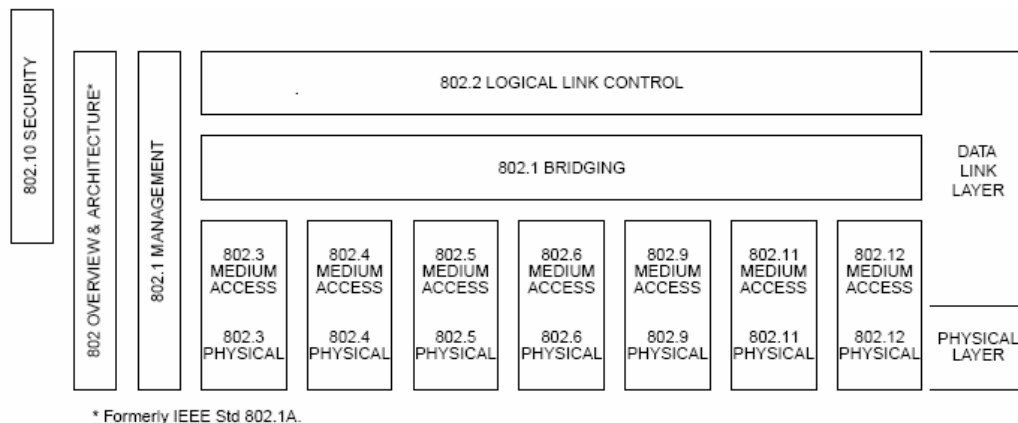


Figure 1—Relationship to LAN reference model

Ovaj standard je dio familije standarda za LAN (Local Area Network) i MAN (Metropolitan Area Network) mreže. Odnos između 802.2 i ostalih standarda iz familije prikazan je slikom.



Dakle, LLC podslaj obavlja slijedeće funkcije:

- Upravlja data-link komunikacijom
- Adresiranje veze (Link Addressing)
- Definira Service Access Point-ove (SAP) (više o SAPovima u narednim poglavljima)
- Sekvenciranje podataka (Sequencing)

Osnovna zadaća podsloja LLC je transfer PDU-a (Protocol Data Unit) između dva krajnja uređaja. Definirane su tri vrste (tipa) usluga koje LLC pruža višim protokolnim slojevima:

1. TIP 1 - nespojna bez potvrde primitka okvira
2. TIP 2 - nespojna sa potvrdom primitka okvira
3. TIP 3 - spojna usluga

Nespojna usluga bez potvrde primitka okvira

(Unacknowledged connectionless service) je usluga koja omogućuje jednostavno slanje i primanje LLC PDU-a. Prijemna strana ne mora poslati predajniku potvrdu o primitku PDU-a. Kod ove vrste usluga nije implementirano niti upravljanje prometnim tokovima (flow control) niti upravljanje linkom s ciljem otklanjanja grešaka (error control). Dobra strana je jednostavnost protokola, a kontrola prijenosa može biti rješena i na višim slojevima. Podržano je slanje okvira na jedno odredište (unicast), slanje okvira na više odredišta (multicast) i razašiljanje okvira.



Send & Pray

Nespojna usluga sa potvrdom primitka okvira

(Acknowledged connectionless service) ima dodatni mehanizam koji omogućuje da krajnji korisnici podsloja LLC mogu slati pakete s korisničkim informacijama i primiti poruke o ispravnosti prijema svakog poslanog paketa. Važno je napomenuti da pritom nije uspostavljena veza između krajnjih uređaja.

Spojna usluga

(Connection-mode service) omogućuje da se prije početka prijenosa informacija ostvari logička veza između dva korisnika podsloja LLC. U spojnoj usluzi implementirani su: upravljanje prometnim tokovima, oporavak linka od grešaka (error recovery) i mehanizam praćenja ispravnosti redoslijeda primljenih okvira. Ovom je uslugom podržano isključivo slanje okvira na jedno odredište.



Spojna usluga je dosta slična telefonskom razgovoru. Veza se uspostavlja nakon biranja broja, čekanja na odgovor i na kraju javljanja pozvane strane (npr. Halo!). Potvrda da je osoba koju smo nazvali još uvijek prisutna i da nas sluša je povremeno 'da', 'aha', 'mhm' koje mi primamo od nje dok joj pričamo. Ako nismo razumjeli što je osoba na drugoj strani rekla, zamolimo ju da nam ponovi (automatsko potraživanje ponovnog slanja – Automatic Repeat Request ARQ).

Spojno orijentirana usluga, dakle, obavlja slijedeće usluge:

1. Uspostavljanje veze (Connection establishment)
2. Potvrda i provjera primljenih podataka (Confirmation and acknowledgement)
3. Ispravljanje grešaka zahtjevom za ponovnim slanjem pogrešno primljenih podataka (Error recovery by requesting repeat).
4. Klizni prozori (Sliding Windows)

Klizni prozori su metoda povećanja protoka podataka. Princip je da se ne šalje po jedan LLC PDU na koji se čeka odgovor pa tek onda šalje slijedeći, nego se šalje cijeli prozor. Svaki PDU je sekvencijski numeriran (0 – 127). Ne čeka se potvrda primitka trenutno poslanog PDU-a već se numerira slijedeći i on se šalje. Dakle, LLC omogućuje do 128 PDU-ova da se pošalje i ne odgovori na njih prije nego označi da je došlo do greške u prijenosu. Ako se pošalje prozor od n PDU-ova i dođe do pogreške na nekom m -tom PDU-u ($m < n$), prijamni LLC će zatražiti ponovno slanje svih PDU-ova od m -tog na dalje. Svi PDU-ovi poslije m -tog su odbačeni. Broj dozvoljenih neodgovorenih (nepotvrđenih) PDU-ova je određen vremenom propagacije paketa do odredišta i propagacije potvrde do pošiljatelja. Ta su vremena određena brzinom slanja paketa kao i fizičkom udaljenošću. Širina prozora se namješta automatski.

Informacije koje se prenose odredisnoj strani moraju sadržavati neke određene upravljačke parametre:

- "source_address" i "destination_address" (izvorišna i odredišna adresa) sadrže informaciju o MAC (Source Adress – SA i Destination Adress – DA) i LCC adresi (SSAP i/ili DSAP)
- "priority" parametar određuje prioritet slanja podataka. Ovaj parametar je direktno prosljeđen podsloju ispod (MAC) preko odgovarajućih LLC/MAC primitiva.
- "reason" parametar daje objašnjenje prekida veze (ako je došlo do prekida)
- "amount" parametar određuje količinu podataka koju određeni LLC entitet smije prenjeti
- "service_class" određuje da li će se koristiti opcija potvrde prijenosa na razini MAC podsloja

LLC PDU

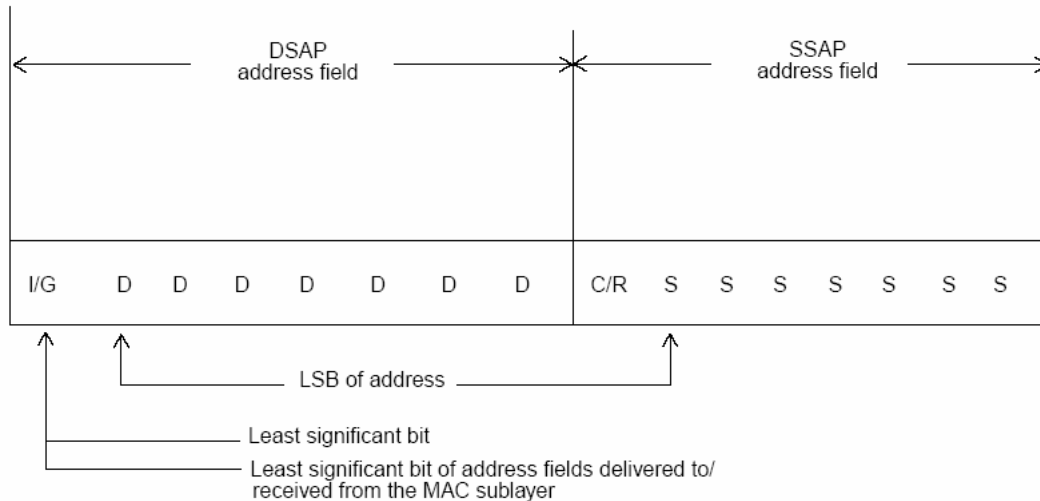
Prilikom slanja okvira LLC PDU se formira na temelju protokolne upravljačke informacije podsloja LLC i informacije koju LLC prima sa mrežnog sloja. Informacija primljena s višeg mrežnog sloja (npr. IP datagram) u podsloju LLC tvori servisnu podatkovnu jedinicu (Service Data Unit – SDU) podsloja LLC. U sva tri načina rada protokola podsloja LLC koristi se isti format LLC PDU-a. Duljina LLC SDU-a ovisi o implementaciji podsloja LLC. Neispravan LLC PDU se smatra onaj koji nema cjelobrojni broj okteta i onaj koji nema barem 3 okteta (za PDU koji ima kontrolno polje duljine 1 okteta) odnosno 4 okteta (za kontrolno polje od 2 okteta). Takav LLC PDU će biti odbačen.

DSAP address	SSAP address	Control	Information
8 bits	8 bits	8 or 16 bits	M*8 bits

- DSAP – Polje odredišnog SAP-a
- SSAP – Polje polaznog SAP-a
- Control – kontrolno polje (16 bita za formate koji uključuju sekvencijalno numeriranje, 8 bita za formate koji ne uključuju)
- Information - Polje za informaciju
- M - cjelobrojni broj, veći ili jednak 0

SAP

Service Access Point – SAP je koncept točke pristupa usluzi protokolarnog sloja koji omogućuje da nad jednim podslojem LLC djeluje više različitih protokola mrežnog sloja. Na podsloju LLC se prilikom slanja okvira u lokalnu mrežu odvija multipleksiranje paketa primljenih s mrežnog sloja, na zajednički fizički medij. Vrijedi i obratno; prilikom primitka paketa iz lokalne mreže LLC podsloj ih demultipleksira i predaje mrežnom sloju. Svakom protokolu mrežnog sloja pridružen je specifičan SAP. Na taj se način paketi jednog mrežnog protokola prenose zasebnim logičkim linkom. Logički link je određen odredišnim SAP-om (Destination SAP –DSAP) i izvorišnim SAP-om (Source SAP- SSAP).



LSB of address = G/L bit (X0DDDDDD - DSAP adresa
X0SSSSSS - SSAP adresa
X1DDDDDD - rezervirano za ISO definiranje
X1SSSSSS - rezervirano za ISO definiranje)

Dva bita SAP-a su rezervirana za posebne namjene:

- bit G/L (Global/Local) označava da li je SAP dodjeljen od strane IEEE-a (G/L=1) ili od strane vlasnika mreže (G/L=0)
- bit G/I (Group/Individual – samo kod DSAP-a) označava da li je okvir namjenjen jednom protokolu, tj. okvir ima samo jednu adresu (G/I=0) ili skupini protokola, tj. radi se o skupnoj adresi (G/L=1) mrežnog sloja
- bit C/R (Command/Response – samo kod SSAP-a) označava da li je okvir naredba (C/R = 0) ili odgovor (C/R =1)

Ako koristimo protokol kojem je dodjeljen globalni SAP, DSAP i SSAP imaju isti sadržaj (ne računajući bit G/I). Ako je SAP = 1111111b, onda on predstavlja sve SAP-ove (to je adresa razašiljnja na podsloju LLC).

SNAP

(SubNetwork Acces Protocol) Sa preostalih 6 bita koji nam preostaju od SAP-a, nije moguće jednoznačno odrediti sve protokole koji koriste uslugu podsloja LLC. IEEE je dodjeljivao SAP-ove samo onim protokolima koje su dizajnirala i standardizirala tijela odobrena od strane IEEE-a. Zato je izmišljen SNAP protokol koji omogućuje prijenos podatkovnih jedinica koje nisu standardizirane. Za potrebe SNAP definiran je globalni SAP=10101010b. SNAP ID (SNAP Identifier) određuje privatni protokol mrežnog sloja (npr IP ili IPX). OUI (Organization Unique Identifier) polje, duljine 3 byta, označava organizaciju koja je definirala privatni protokol mrežnog sloja, dok polje TYPE, duljine 2 byta, označava na jednoznačan način konkretni privatni protokol. Osnovni nedostatak ovakve SNAP enkapsulacije je smanjenje efektivnog prostora namjenjenog za prijenos podataka (točnije, smanji se za 5 okteta). Upravljačko polje, duljine 8 ili 16 bita, sadrži upravljačku informaciju koju LCC koristi za upravljanje logičkim linkom. S obzirom na informaciju zapisanu u upravljačkom polju možemo naznačiti da prenosimo: Korisničke informacije, upravljamo prometnim tokovima i upravljamo linkom s ciljem otkljanjanja grešaka ili možemo prenositi neoznačene LLC PDU-ove što znači da upravljamo logičkim linkom.

LLC			SNAP				
AA	AA	03	00	00	00	08	00
			3 octet OUI			2 octet TYPE-field	

- AA - polja DSAP i SSAP
- 03 - kontrolno polje
- OUI - (Organizational Unique Identifier) označava standardizacijsku organizaciju
- TYPE - definira tip protokola

LLC klase

Definirane su 4 klase LCC-a.

1. **KLASA 1** – podržava samo usluge tipa 1. Moguća su individualna, grupna, globalna i null DSAP adresiranja. Upotrebljava se kod aplikacija koje ne traže potvrde na razini podatkovnog linka. U tablici je dan set komandnih (command PDUs) i odgovornih (response PDUs) PDU-ova koji su podržani uporabom klase 1.

UI - Unnumbered Information
XID - eXchange IDentification
TEST - Test

	Commands	Responses
Type 1:	UI	
	XID	XID
	TEST	TEST

2. **KLASA 2** – podržava operacije tipa 1 i 2. U ovoj klasi usluge tipa 1 i usluge tipa 2 su potpuno neovisne. Tablica naredbi i odgovora:

UI - Unnumbered Information
XID - eXchange IDentification
TEST - Test
I - Information
RR - Receive Ready
RNR - Receive Not Ready
REJ - Reject
SABME - Set Asynchronous
Balanced Mode Extended
DISC - DISConnect
UA - Unnumbered Acknowledgment
DM - Disconnected Mode
FRMR - FRaMe Reject

	Commands	Responses
Type 1:	UI	
	XID	XID
	TEST	TEST
Type 2:	I	I
	RR	RR
	RNR	RNR
	REJ	REJ
	SABME	UA
	DISC	DM
		FRMR

3. KLASA 3 – podržava usluge tipa 1 i 3. Ponovno, te su usluge potpuno neovisne.

UI - Unnumbered Information
 XID - eXchange IDentification
 TEST - Test
 ACn - Acknowledged connectionless information

	Commands	Responses
Type 1:	UI	
	XID	XID
	TEST	TEST
Type 3:	AC0	AC0
	AC1	AC1

4. KLASA 4 – podržava usluge tipa 1,2 i 3. Uporaba svake pojedinačne usluge je neovisna.

UI - Unnumbered Information
 XID - eXchange IDentification
 TEST - Test
 I - Information
 RR - Receive Ready
 RNR - Receive Not Ready
 REJ - Reject
 SABME - Set Asynchronous Balanced Mode Extended
 DISC - DISConnect
 UA - Unnumbered Acknowledgment
 DM - Disconnected Mode
 FRMR - FRaMe Reject
 ACn - Acknowledged connectionless information

	Commands	Responses
Type 1:	UI	
	XID	XID
	TEST	TEST
Type 2:	I	I
	RR	RR
	RNR	RNR
	REJ	REJ
	SABME	UA
	DISC	DM
		FRMR
Type 3:	AC0	AC0
	AC1	AC1

Pojašnjenja kratica:

UI - Evo podataka – nadam se da će stići bez problema
 DISC - Završili smo, prekini vezu
 SABME - Započni prijenos
 XID - Ovo je moj ID, tko si ti?
 TEST - Ovo je test veze, pošalji mi test nazad
 UA - Da, još sam tu
 DM - Prekidam vezu
 FRMR - Paket sa greškom – odbaci ga
 RR - Spreman sam za prijem podataka
 RNR - Imam problema, pričekaj malo sa slanjem
 REJ - Primio sam PDU sa greškom, pošalji ponovno PDU sa ovim brojem

Formati kontrolnog polja

Upravljačko polje LLC PDU-a sadrži upravljačku informaciju koju podsloj LLC koristi za upravljanje logičkim linkom. Sadržaj upravljačkog polja određen je upravljačkom funkcijom kojoj dotični LLC PDU pripada. Definirana su 3 formata kontrolnog polja LLC PDU-a:

1. KORISNIČKI (information) – koristi se za transfer korisničkih informacija
2. NADZORNI (supervisory) - koristi se za upravljanje prometnim tokovima i upravljanje linkom s ciljem otklanjanja pogrešaka
3. NEOZNAČENI (unnumbered) – ovaj format koriste LLC PDU-ovi namijenjeni upravljanju logičkim linkom

		LLC PDU control field bits									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-16
I – format PDU	0	N(S)								P/F	N(R)
S – format PDUs	1 0	S	S	X	X	X	X	P/F	N(R)		
U – format PDUs	1 1	M	M	P/F	M	M	M				

- N(S) = sekvencijski broj pošiljatelja (bit 2 = LSB)
 N(R) = sekvencijski broj primatelja (bit 10 = LSB)
 S = nadzorni funkcijski bit
 M = modifikacijski funkcijski bit, označeni s obzirom da li se šalje naredba, odgovor ili podatak
 X = rezervirani bitovi postavljeni u 0
 P/F = poll bit – komandni LLC PDUs
 final bit – response LLC PDUs
 (1=poll/final)

I – format prijenosa informacija

Koristi se kod numeriranog prijenosa informacija u operacijama TIP-a 2. Funkcije određenih dijelova kontrolnog polja (N(S), N(R) i P/F) će biti neovisne; svaki I-format PDU će imati N(S) sekvencijalni kontrolni broj, N(R) sekvencijalni kontrolni broj koji može ali ne mora potvrditi određeni I-format PDU na prijemnoj strani LLC i P/F bit postavljen kao 0 ili 1.

S – format (kontrolni format – supervisory format)

S-format PDU se koristi za funkcije upravljanja slojem podatkovnog linka u operacijama usluga tipa 2, kao što su potvrda I-format PDU-ova, zahtijevanje retransmisije (ponovno slanje) I-format PDU-ova i zahtijevanje privremenih zabrana slanja I-format PDU-ova. Uloge N(R) i P/F dijelova će biti nezavisne; svaki S-format PDU će imati N(R) sekvencijski broj koji može ali ne mora potvrditi odgovarajući I-format PDU na prijemnom LLC-u. Bit P/F je postavljen u 0 ili 1.

U – format (unnumbered – format)

Koristi se kod operacija tipa 1,2 i 3 za postizanje dodatnih kontrolnih funkcija i za prijenos nesekvenciranih informacija. Dakle, U-format PDU-ovi neće sadržavati sekvencijalne brojeve, ali će sadržavati P/F bit postavljen u 0/1.

TIP 1 - Kontrolni parametri

Jedini parametar koji postoji u operacijama tipa 2 je Poll/Final (P/F) bit. Bit će biti postavljen samo kada radimo sa command/response PDU funkcijama XID i TEST. Poll(P) bit postavljen u 1 se koristi za povezivanje odgovarajućeg odgovorenog PDU-a sa Final(F) bitom postavljenim u 1 adresiranog LLC-a. Final(F) bit je postavljen u 1 samo kada se želi naznačiti da odgovoreni PDU je poslan od strane LLC-a kao rezultat odgovarajuće poll komande.

TIP 2 – Kontrolni parametri

Svaki I-PDU će biti sekvencijski numeriran brojevima od 0 do MODULUS-1. MODULUS za tip 2 LLC kontrolno polje iznosi 128. Maksimalni broj sekvencijski numeriranih I-PDU-ova koji mogu biti nepotvrđeni (unacknowledged) u nekom danom smjeru na sloju podatkovnog linka u nekom datom trenutku, ne smije prekoračiti MODULUS – 1. Postoje komande koje traže sljedeći slobodni sekvencijski broj za I-PDU koji treba biti poslan na odgovarajući logički link - V(S) ili ako tražimo sekvencijski broj sljedećeg I-PDU-a kojeg trebamo primiti na odgovarajućem logičkom linku - V(R). Svi PDU-ovi I i S formata sadržavaju N(R) polje koje sadrži očekivani sljedeći sekvencijski broj primljenog I-PDU-a na odgovarajućem logičkom linku – N(R). Poll(P) bit se koristi za potvrdu odgovora sa adresiranog LLC-a. Final(F) bit se koristi za indiciranje odgovorenog PDU-a poslanog kao odgovor na poll-komandu

TIP 3 – Kontrolni parametri

LLC će poslati varijablu stanja – V(SI) za svaku pojedinačnu: DA odredišnu adresu, SSAP lokalnu adresu i MAC prioritet prilikom slanja TIP 3 komandnih PDU-ova. Ova varijabla može sadržavati vrijednost nula ili jedan u ovisnosti o osmom bitu zadnjeg TIP 3 odgovorenog PDU-a primljenog sa odgovarajućim parom adresa/prioritet. Slična stvar vrijedi i kod primanja TIP 3 kontrolnih PDU-ova. Komandni PDU sa Poll(P) bitom postavljenim u 0 se koristi za prijenos LSDU-a (Link Service Data Unit) od LLC-a koji šalje do LLC-a koji prima te podatke. Komandni PDU sa P bitom postavljenim u 0 također zahtjeva od prijemnog LLC-a da vrati response PDU koji sadrži jedino status podpolje u svom informacijskom polju. Bit postavljen u 1 zahtjeva odgovor (PDU) sa postavljenim status podpoljem i LSDU podpoljem informacijskog polja. Final(F) bit je kod slanja uvijek postavljen kao i P bit komandnog PDU-a za koji se odgovor šalje.

Komande i odgovori

TIP 1 (naredbe)

UI – (Unnumbered Information) komandni PDU se koristi za slanje informacije za jedan ili više LLC-ova. Upotreba UI naredbe nije ovisna o postojanju veze između odredišnog i odašiljačkog LLC-a. Ne postoji LLC odgovorni PDU na UI naredbu. Primitak UI naredbe se ne provjerava po sekvencijskom broju niti ima potvrde primitka. Zato, podatci sadržani u UI PDU-u mogu se izgubiti. UI DSAP adresa može biti individualna, grupna, globalna ili null adresa.

XID (eXchange IDentification) se koristi za prijenos tipova LLC servisa koji su podržani. Također, odredišni LLC će po primitku XID naredbe poslati odgovor u obliku XID PDU-a. Informacijsko polje se sastoji od 8 bitova identifikatora formata i 16 bitova parametarskog polja.

TEST – (Test) naredba se koristi kada se želi natjerati odredišni LLC da odgovori sa TEST okvirom u obliku PDU-a a samim time se testira LLC – LLC prijenosni put. Primitljeno informacijsko polje se ako je moguće kopira u odgovorni PDU i šalje pošiljatelju

TIP 1 (odgovori)

XID se koristi za odgovor na XID naredbu čim se ukaže prilika za odgovor.

TEST se koristi za odgovor na TEST naredbu. U odgovornom PDU-u, F bit mora biti namješten kao i P bit u TEST naredbi koju je poslao pošiljatelj. Ako LLC ne može primiti informacijsko polje (npr. zbog ograničenja buffera), TEST-odgovor PDU će biti vraćen bez informacijskog polja.

TIP 2

RR (Receive ready - naredba i odgovor) RR PDU LLC koristi kada želi indicirati da je spreman primiti I PDU-(ove). I PDU-ovi numerirani da N(R)-1 se smatraju potvrde prijensa.

REJ (Reject – naredba i odgovor) REJ PDU LLC koristi kada traži ponovno slanje I PDU-a do N(R)-og. I PDU-ovi numerirani iznad N(R)-1 se smatraju kao potvrde prijensa.

RNR (Receive Not Ready – naredba i odgovor) RNR PDU LLC koristi za indiciranje zauzetog stanja (privremena nemogućnost primanja I PDU-ova)

SABME (Set Asynchronous Balanced Mode Extended – naredba) Koristi se kod nenumeriranog prijensa za uspostavljanje asinhronog balansiranog moda prijensa do odredišnog LLC-a. Odredišni LLC odgovara na SABME naredbu slanjem UA odgovornog PDU-a ili DM odgovornog PDU-a.

DISC (Disconnect – naredba) se koristi za prekid asinhrono balansirane veze prije uspostavljene pomoću SABME naredbe. Ona služi da informira odredišni LLC da odašiljački LLC prekida vezu a odredišni LLC mora shvatiti da je došlo do prekida logičke veze.

UA (Unnumbered Acknowledgment – odgovor) UA PDU LLC koristi kada želi prijaviti da je primio SABME i DISC naredbene PDU-ove. Ove naredbe neće biti izvršene dok god UA odgovorni PDU nije poslan.

DM (Disconnect Mode – odgovor) označava da je LLC prekinuo logičku vezu i da je, prema definiciji, prešao u ADM (Asynchronous Disconnected Mode).

FRMR (Frame Reject – odgovor) ovaj PDU LLC koristi u asinhronom balansiranom modu za prijavu pregleda stanja, koje nije ispravljeno ponovnim slanjem identičnog PDU-a.

TIP 3

ACn (Acknowledged Connectionless information – naredba) se koristi kada se želi poslati ili primiti informacija bez prijašnje uspostave veze. Dakle, uporaba ACn naredbe ne ovisi o postojanju veze između odašiljačkog i prijemnog LLC-a

Literatura

"Osnovne arhitekture mreža", skupina autora, Element, 1. izdanje, Zagreb 2003

http://www.linuxports.com/howto/intro_to_networking/book1.htm

IEEE 802.2 standard (www.ieee.com) (Adopted by the ISO/IEC and redesignated as ISO/IEC 8802-2:1998)