

Datakommunikation

Trin 2, Teoriopgaver

T2Bopgar

CCITT

DIV. DOCUMENTATION
ORGANISIERUNG

SIGNALERING

ISO-OSI
STANDARDS

PROTOKOLLE

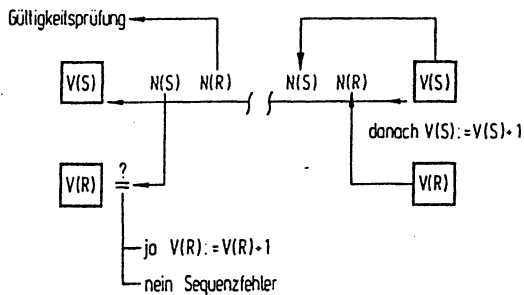
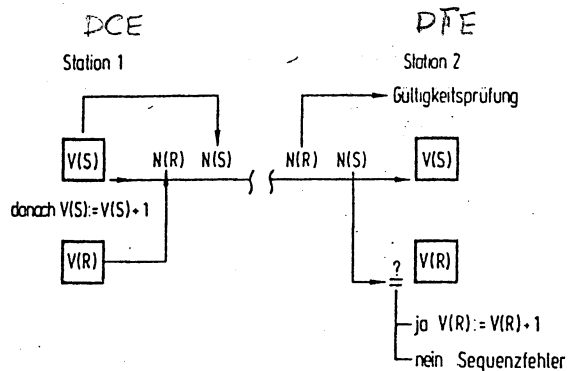
PAKKEKORREKTUR NET

X.25 EXPLAINED
X.25 BESCHREIBUNG

X.21 bis

PROTOKOLLE
- LINK
- WIRK

DISC = Disconnect
 UA = Unnumbered acknowledge
 SABM = Set asynchronous ^{balanced} mode
 RSTRT = Restart indication
 RSTC = Restart confirmation
 CALL = opkalo
 CALLA = Call acknowledge
 DATA =
 CLEAR =
 CLEARC = Clear confirmation
 RIR = Receive ready
 RNR = Receive not ready
 REJ = Reject (gen tag pre ...)
 FRMR = Frame reject
 CMOR = command reject } afoisning
 GFI = General Format Identifier
 LCN = Logic Channel Number
 PTI = Packet Type Identifier



Anmerkung: Pro Station nur 1V(S) und 1V(R)

Bild 9. Prinzip der Folgenummern

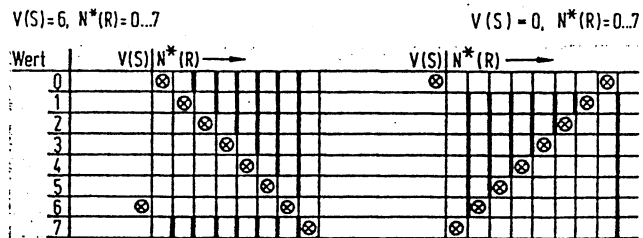


Bild 10a. Gültigkeitsbereich von N(R)

$N^*(R)$ = zuletzt empfangene Empfangsfolgennummer N(R)

| = N(R) gültig

■ = N(R) ungültig

Beispiel:

$V(S) = 6$ und $N^*(R) = 2$ bedeutet, daß die gesendeten I-Frames 2, 3, 4, 5 unquittiert sind. Wird jetzt ein N(R) im Bereich von 2...6 empfangen, so wird dadurch kein I-Frame bei $N(R) = 2$ bzw. im günstigsten Falle alle I-Frames bei $N(R) = 6$ quittiert. Ein N(R) von 0, 1 oder 7 wäre ungültig.

b

		$V(S) - N^*(R) = \text{pos. ?}$	
		ja	nein
$V(S) - N(R) = \text{pos. ?}$	ja	ja	nein
	nein	nein	ja
$N(R) - N^*(R) = \text{pos. ?}$	ja	ja	nein
	nein	nein	ja
N(R) ist gültig		N(R) ist ungültig	

Bild 10b. Algorithmus zur Feststellung der Gültigkeit von N(R)

3.6.1 Folgenummern

I-Frames, d. h. Frames, die ein Datenfeld enthalten, werden fortlaufend durch eine Sendefolgenummer (Send Sequence Number) N(S) numeriert (Tabelle 5a). Der Wertebereich für die Sendefolgenummer erstreckt sich von 0 bis MODULUS-1, wobei MODULUS bei nichterweitertem Steuerfeld den Wert 8 besitzt und somit die Sendefolgenummer zyklisch den Wert 0...7 annehmen kann. Die von einer Station gesendeten I-Frames werden von der Gegenstation durch Senden einer Empfangsfolgennummer (Receive Sequence Number) N(R) quittiert, wodurch bestätigt wird, daß das I-Frame ordnungsgemäß und fehlerfrei empfangen wurde. Der Wertebereich von N(S) und N(R) ist identisch. Die Quittierung durch N(R) kann innerhalb eines I-Frame, unabhängig vom darin noch enthaltenen N(S), als auch durch ein S-Frame erfolgen, je nachdem ob auch in der Gegenrichtung Nutzdaten zu übertragen sind oder nicht. Durch N(R) werden alle I-Frames bis $N(S) = N(R) - 1$ quittiert und gleichzeitig angegeben, welches I-Frame als nächstes erwartet wird. Es muß nicht jedes I-Frame sofort und einzeln quittiert werden, sondern die Quittierung kann auf einmal für mehrere empfangene I-Frames erfolgen. Damit eine eindeutige Zuordnung von N(S) und N(R)

gewahrt bleibt, darf eine Station nur solange fortlaufend I-Frames senden, bis bei ihr maximal MODULUS-1 unquittiert gebliebene I-Frames erreicht sind. Spätestens dann muß eine Quittierung durch die Gegenseite erfolgen, damit weitere I-Frames gesendet werden können.

Zur Realisierung der Folgenummern sind in jeder Station ein Sendefolgezähler (Send State Variable) V(S) und ein Empfangsfolgezähler (Receive State Variable) V(R) vorgesehen, die während einer Anlaufphase auf 0 rückgesetzt werden. Die Abbildungen der Zähler auf die entsprechenden Nummern in den Frames wird in Bild 9 dargestellt. Aus diesem Bild geht auch hervor, daß eine Gültigkeitsüberprüfung von N(R) gemacht wird. Die Gültig- und Ungültigkeitsbereiche werden durch die Bilder 10a und 10b erläutert.

3.6.2 P/F-Bit

Das P/F-Bit ist ein P-Bit (Poll Bit) bei Befehlen (Commands) und ein F-Bit (Final Bit) bei Meldungen (Responses). Die Leitsteuerung erzwingt durch das Setzen des P-Bits in einem Frame eine Antwort von der Folgesteuerung. Als Reaktion sendet die Folgesteuerung eine Meldung oder eine Folge von Meldungen. In der Betriebsweise ARM setzt die Folgesteuerung das F-Bit in einer ihrer nächsten Meldungen als Antwort auf das P-Bit. In NRM kennzeichnet die Folgesteuerung ihre letzte Meldung durch ein gesetztes F-Bit und gibt damit gleichzeitig die Sendeberechtigung ab (siehe auch 3.4). Das P/F-Bit wird außerdem zur Einleitung einer Wiederholroutine für I-Frames benutzt. Das Verfahren wird Kontrollpunkt-Verfahren (Check Pointing) genannt und besagt folgendes:

Ein empfangenes, quittierendes Frame (I- oder S-Frame) mit gesetztem P/F-Bit muß alle gesendeten I-Frames, bis einschließlich das zuletzt mit gesetztem P/F-Bit gesendete I-Frame quittieren. Ist das nicht der Fall, wird das I-Frame, dessen Nummer N(S) der empfangenen Nummer N(R) entspricht, und die folgenden I-Frames wiederholt

- 0111:1110:.....

Hexadecimal værdi: : 7 : E :

- 7E 0 67 katter 0

- fortsatte fags 7E 22. 11. 64

- 7E 2.2.2 sieht 104

-

- a) adresse (8 bit)

b) control (8 bit)

c) Frame Checking Sequence (1 bit)

LINKOPG.002

to flag og eterne and 32 bits

1. Hvad er minimumkriteriet for en "Valid" frame ?:

flag feltet, adress feltet, Control feltet, Frame
check 2 feltter, flag feltet

2. Hvad forstås der ved "Transparens" ?:

send efter 5 1 sendes 0
at data er gennemsigtig modtag " 5 1 fjernes 0
det vil sige at data ikke opfattes som flag

3. Hvilken betydning/formål har "Address"-feltet ?:

bestemme retning 24.2
DCE → DTE command
DTE → DCE response 03
DTE → DCE command
DCE → DTE response 01

4. Hvilken betydning/formål har "Control" - feltet ?:

Link flow control

5. Hvordan kan man se om det drejer sig om en I-frame eller S/U-frame ?:

T control felt
ved at se på midsbetændende cifre
0 I frame 1 S frame 2 U frame

6. Hvad forstås ved en I - frame ?:

Information transfer format (information)

7. Hvad forstås ved en S - frame ?:

Supervisory format (Flow Control)

8. Hvad forstås ved en U - frame ?:

Unnumbered format (Initialisering af link)

LINKOPG.003

1. Hvad kendetegner en "Idle" og "Active" channel state ?:
Idle: ^{2.2.12.2} 1 tallet i mindst 15 clock perioder
forbuddt eller envejs kommunikation
Active: sender frames eller abortiere eller
interface timer felt (også frames) ^{2.2.12.1}
.....
2. Hvad menes der med "Modulus 8" ?:
..... kan tælle til 8 tæller ev 3 bit
.....
3. Hvad angiver V(S) ? : send state Variable
.....
4. Hvad angiver V(R) ? : receive state Variable
.....
5. Hvad angiver N(S) ? : Send sequence number
.....
6. Hvad angiver N(R) ? : Receive sequence number
.....
7. Hvor stor kan N(S) være i en S-frame (modulus 8) ? :
..... eksempel kan i I frame
.....
8. Hvordan kan man hurtigt afgøre om det drejer sig om en S - eller U - frame ? :
..... se på bit 2 i control felt
..... 0 S frame 1 U frame
.....

LINKOPG.004

1. Hvordan kan bit 5 i "Control" feltet både hedde poll- og final-bit ? : (hvornår hedder, det P og hvornår F)

1 command frame er det poll bit
1 response frame er det final bit

2. Hvilket afhængighedsforhold består der mellem N(S), N(R) og P/F ? : 2,3,2,1

de er uafhængige af hinanden

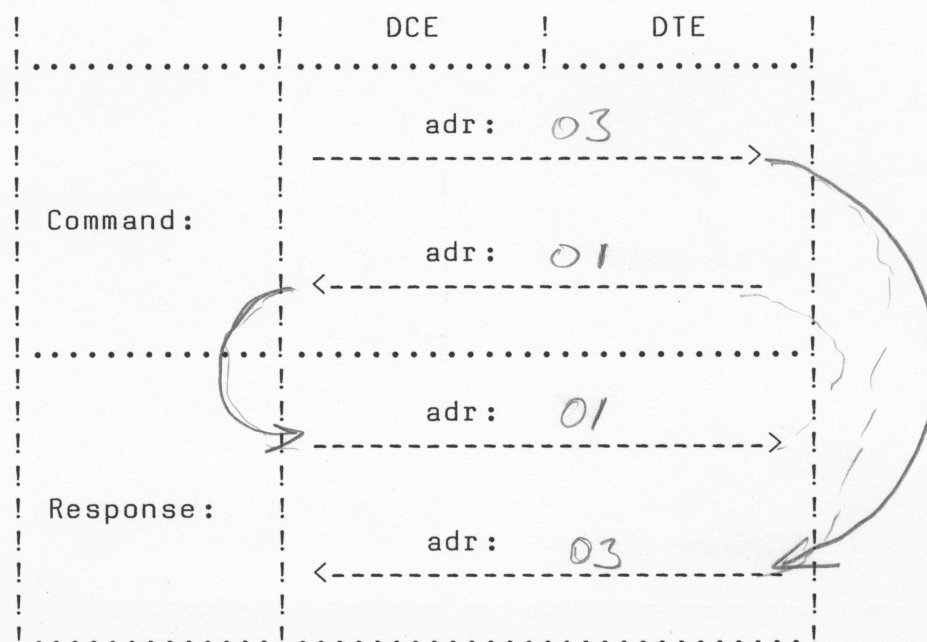
3. Hvorledes vil bitmønsteret se ud for "Address" feltet, når DTE'en sender en opfordring til DCE'en ? :
(CMD)

bitfølge: 1 -> 8

Hex:

1 0 0 0 0 0 0 0 : 0 1

4. Udfyld skemaet for frame-adressering:



103

LINKOPG.005

1. Hvis en RR - cmdframe har adr. 03 hex, hvem sender så hvad til hvem ?:

..... DCE to DTE 242 113

2. Hvis en RR -frame med adr. 01 hex, hvem sender så hvad til hvem ?:

..... DTE to DCE

4. Hvilken adr. og frametype vil en DTE afsende for at give DCE'en klarmelding ?:

adr..... 03 frametype:..... S type

5. Hvilken adr. og frametype vil en DCE afsende for at angive "busy" - condition ?:

adr..... 01 frametype:..... S type

Hvis samtidig P/F-bit = 1, hvilken betydning har det så;
- og er det et P- eller F-bit ? : 2, 3, 4, 4

.....

..... det er et pødt bit

- og hvorledes ophæver DCE'en denne tilstand uden at det går ud over receive-sequence nummereringen ?:

.....

.....

LINKOPG.006

1. Hvordan kan $V(R)$ og $V(S)$ nul-stilles ?:

.....

2. Hvad er den karakteristiske forskel på LAP og LAPB ?:

.....

.....

3. Til hvilken link- konfiguration hører følgende "commands"

	Symmetrisk	Balanceret
.....
SABM
.....
SARM
.....

4. Bitmønsteret i en frame(ramme) ser således ud:

01 97 79 64 08

Hvilke oplysninger giver den ?:

.....

.....

.....

.....

.....

Datakommunikation trin 2, teoriopgaver

LINKOPG.007

1. Hvor mange "unnumbered cmds." kan der afsendes, før der modtages response ?:

.....

2. Hvis en DTE (i LAPB) ønsker at bryde nedbryde en link, hvilken frame og adresse vil den afsende og hvad forventer den som response ?:
(skriv hex-bitmønsteret for de pågældende frames)

	frame	HEX:
.....	!.....!	!.....!
afsendt	!.....!	!.....!
.....	!.....!	!.....!
modtaget	!.....!	!.....!
.....	!.....!	!.....!

3. Hvis DTE'en derefter ønsker at sætte linken op igen, hvad vil den da afsende og forvente at modtage ?:

	frame	HEX:
.....	!.....!	!.....!
afsendt	!.....!	!.....!
.....	!.....!	!.....!
modtaget	!.....!	!.....!
.....	!.....!	!.....!

4. Hvad forstås ved en "octet" ?:

.....

5. Hvordan kan man "nemt" genkende en I - frame ?:

.....

6. Skriv bitmønsteret for indholdet (i HEX) af "Adr" og "Control" feltet for en I-frame til DCE'en, hvor DTE'ens $V(S) = 2$, $V(R) = 4$ før afsendelse af denne I-frame ?:

Address: Control:.....

LINKOPG.008

1. Skriv bitmønsteret for indholdet (i HEX) af "Adr" og "Control" feltet for en I-frame til DTE'en, hvor DCE'ens $V(S)=3$, og DTE'ens senest afsendte $N(S)=4$ som DCE'en har kvitteret for før afsendelse af denne I-frame ?:

Address:

Control:.....

2. Hvor skelner man i disse I, S eller U frames mellem level 2 og level 3 ?:

.....

3. Hvoraf kan man i en REJ - frame se hvilken frame der skal "rejectes" ?:

.....

4. Skal vi fortsætte ?:

!.....!	!.....!
! JA. !	! Nej. !
!.....!	!.....!
!.....!	!.....!
!.....!	!.....!

FACITLNK.OPG

- LINKOPG.001 1. 01111110, 7E
 2. 6 sammenhængende eettaller
 3. 7E'er.....
 4. det flag (7E) umiddelbart før adr.feltet
 5. 1 (min)
 6. a)adr.,cmds.,resp.,seq.no. = LSB først
 b)i I-feltet ej specificeret
 c)FCS = MSB først
- LINKOPG.002 1. min 32 bit mellem 2 flag
 2. at et vilkårligt bitmønster kan overføres
 3. skelne mellem comds. og resp. DTE/DCE
 4. angive frametype og tællere for N(S)/N(R)
 5. bit 1 = 0 v. I-frame/bit 1= 1 v.S/U frame
 6. "bærer" information fra level 3
 7. flowcontrol på link-level
 8. ekstra linkkontrol på laveste niveau
- LINKOPG.003 1. log 1 i 15 bits tid
 frames,abortion,7E'er
 2. cyklus 0-7
 3. den næste I-frame der skal afsendes
 4. den næste frame der forventes/accepteres
 5. sendte I-frames = V(S)
 6. kvittering for modtagelse af N(R)-1
 7. 7
 8. bit 2 i control-field.
- LINKOPG.004 1. P v. cmd, F v. resp. !
 2. ingen
 3. 00000011, 03
 4. 03,01,01,03
- LINKOPG.005 1. DCE'en klar til modtagelse af næste frame
 2. DCE'en en response eller DTE'en en command
 3.
 4. 01/03,RR afhængig af om det er en resp/cmd
 5. 01/03,RNR
 adr.=01=F=response på et poll fra DTE'en
 adr.=03=P=cmd/opfordring til DTE'en
 RR
- LINKOP.006 1. med SARM/SABM
 2. LAP :begge retninger skal initialiseres
 hver for sig
 LAPB:begge retninger sættes op på een gang.
 3. sym: SARM, bal: SABM
 4. Supervisory ramme m. F=1
 afvisning af S-frame hvis controlfield=79
 =REJ m. P=1, m. anmodning om gentagelse
 af frame no. 3 -Z =1 (invalid N(R))
 V(S)=2, V(R)=3

Datakommunikation trin 2, teoriopgaver

- LINKOPG.007
1. 1(een !)
 2. DISC/DISC*,01 43/01 53
UA/UA*,01 63/01 73
 3. SABM/SABM*,01 2F/01 3F
UA/UA*,01 63/01 73
 4. CCITT's udtryk for 8 bit (1 byte)
 5. LSB i octet 2 = 0 (octet 2 er et lige tal)
 6. 01 84 eller 01 94 (P=1)
- LINKOPG.008
1. 03 A6(03 B6 hvis P=1)
 2. Informationsfeltet hører til level 3.
 3. N(R) er det rammen der skal startes med
 - 4.

PAKOPG.001

1. Hvordan og hvor kan man "let" se at det drejer sig om en level 3 frame (Packet level) ?:

antallet af pakker

2. Hvor mange octetter vil der minimum være i I - feltet ?:

6

3. Hvad hedder disse "minimumantal" octetter og hvad indeholder de af information ?:

1'octet: *Flag*

.....

2'den octet: *Adresse*

.....

3'die octet: *Control*

.....

4'de octet: *GF1 + LCN*

.....

5'te octet: *LCN*

.....

6'te octet: *Packet ID*

.....

.....

.....

PAKOPG.002

1. Hvilken sammenhæng er der mellem $N(S)/N(R)$ og $P(S)/P(R)$?

.....*tællere for level 2 og level 3*.....

2. På hvilket "level" befinder tællerne sig for :

N(S):*2*.....

N(R):*2*.....

P(S):*3*.....

P(R):*3*.....

3. I X.25 rec. paragraf 2.4.11.3 er angivet et antal max. bits per. I-frame. Hvad siger X25 præciseringer om dette antal ?:

Bit/frame =*128*.....

- og hvor mange brugerdataoctetter svarer det til ?:

.....

4. Hvilken sammenhæng er der mellem "number of outstanding I-frames" og "Window"-størrelse ?:

.....

.....

.....

5. Hvor lang (hvor mange octetter) er en Packet header ?:

.....

.....

.....

PAKOPG.003

1. Logical channel group number, og logical channel number består af tilsammen 12 bit: Hvor mange logiske kanal-numre bliver det til ?:

.....

2. Kan en I-frame være en response ?:

.....

3. Hvad forskel er der på en RR-frame og en RR-packet ?:

RR Frame Kryptering level 2

Packet - 4 - - 4 - 3

4. Hvilken funktion har en RSTRT-packet (Restart) ?:

.....

.....

5. Hvad er gået forud for at linien befinder sig i "state" packet level ready (r1), og hvilke signaler befinder sig på linien. X.25 Rec. side 179.?:
(puha - det er et groft spørgsmål -)

.....

.....

.....

6. Hvorfor er der ikke angivet et logisk kanalnummer i en Restart-pakke ?:

.....

PAKOPG.004

1. Hvilken sammenhæng er der mellem en "Call request packet" og en "Incoming call packet" ?:

..... de har samme bit mønster

..... Call request packet Fra DTE til DCE

..... Incoming call packet Fra DCE til DTE

2. Hvilken sammenhæng er der mellem "Call accepted packet" og "Call connected packet" ?:

.....

.....

.....

3. Hvorledes ser HEX-bitmønsteret ud for en Restart-request pakke, DTE originated uden diagnoseinformation, mod. 8 ?:
(hele framen !)

adr. ctrl. genform. p.ident. cause. diagn.

!...!...!...!...!...!...!...!...!...!...!...!...!...!

evt.bem.:.....

.....

- 3a. Hvilken state befinder interfacen sig i efter en sådan frame ?:

.....

- 3b. Hvordan ser den frame ud som DCE'en derefter burde svare med (kvittere) ?:(i HEX)

?.....

PAKOPG.005

1. Hvis en abonnent abonnerer på f.eks. 8 logiske kanaler, hvordan administreres disse så ved henholdsvis "call request" og "incoming call" ?:

Call request på laveste logiske kanal
incoming call på højeste logiske kanal
.....

2. Hvor mange pakker kan der forekomme i en frame ?:

.....

3. Skriv bitmønsteret af de første 5 oktetter af en I-frame for en "call request"(local) og "incoming call"(remote), under forudsætning af 8 ledige log.kanaler for begge DTE'er. $N(S)=N(R)=1$, modulus 8 ?:
(puha en af de grove igen !)

Call request(local):.....

Incoming call(remote):.....
(den anden ende !)

4. Hvad betyder det hvis bit 8 i 1'ste oktet i en pakke er "1" ?:

.....

- 4a. - og hvis bit 7 er "1" ?:

.....

5. Hvad forstås der ved en "semi-oktet" ?:

.....

6. I hvilke pakketyper forekommer $P(S)$ og $P(R)$?:

.....

FACITPAK.OPG

- PAKOPG.001 1. alle I - frames
 2. 3
 3. 1:general format identifier/log.chan.group
 Q bit, D bit og 16 log. kanalgrupper
 ' modulus 8 eller 128
 2:256 log kanalnumre
 3:pakketype
- PAKOPG.002 1. ingen
 2. N(R),N(S) på level 2 - P(R),P(S) på lev. 3
 3. 1080, 128
 4. ingen. Outstanding I-frames hører til lev.2
 og Window hører til pakkelevel = lev.3
 5. 3 v. mod. 8 - 5 v.mod 128
- PAKOPG.003 1. 4096
 2. nej
 3. RR frame er level 2, RR packet er level 3.
 4. til at bringe linken i r1/packet level
 ready tilstand og afbryde alle virtuelle
 forbindelser.
 5. DISC,SABM,RSTRT / udveksling af RR rammer-
 flag- eller abortion.
 6. dumt spørgsmål - netop p.g.a. RSTRT som
 "clearer" logiske kanaler !
- PAKOPG.004 1. det er hver sin ende af nettet
 2. også hver sin ende af nettet
 3. 01 xx 10 00 FB 00 00
 bem: control feltet er afhængig af omstæn-
 dighederne.
 3a. r2
 3b. 03 xx 10 00 FF
- PAKOPG.005 1. højeste kanalnummer ved Call request
 laveste ved Incoming call
 2. 1
 3. 01 22 10 08 0B
 03 22 10 00 0B
 4. = Q bit der betyder at data er til PAD'en
 og ikke DTE'en
 4a. = D bit =end to end delivery confirmation
 5. 4 bit
 6. kun datapakker.

RR.X25

```

7E015193G 7E. . . . . 7E015193G      7EShQ d3G 7E. . . . . 7EShQ d3G
   (a)                (c)
. . . . . 7E017191G 7E. . . . .      . . . . . 7EShq d1G 7E. . . . .
-----
                        (b)
    
```

a,b,c er en Recieve Ready situation, hvor de to PAD'er meddeler at de er i modtage klar stilling. (= HDLC niveau)

a: (= c)

7E 01 51 93 G 7E

T1

7E: 0 1 1 1 1 1 1 0 = FLAG (frame start)

01: 0 0 0 0 0 0 0 1 = Address

2.4.2

51: 0 1 0 1 0 0 0 1 = Control field

T2

^ S S ^ ^-- S/U frame

! ^ !---- S frame (Supervisory)

! !----- SS = 00 = RR frame

T3

^ !----- P/F = 1

!----- N(R) number recieved = 2

93 G = FCS Frame Check Sequence G = good

B = bad

7E = start på næste frame

c:

7E 01 71 91 G (som a,c bortset fra FCS og N/R)

71: 0 1 1 1 0 0 0 1

N/R = 3

D101 LEVEL III PROGRAM LISTING PAGE 01
 NAME: T1AOPG MEM=7879 DATE:01/10/85
 SEQ LABEL OPCODE OPERAND

```

001      TRCV
002      IDLE      7E
003      GOTO      MCH1
004 REP1  SKIP      1
005 MCH1  MATCH OR  REP1  MSG1
006      OUT      MSG2  1      SB EB
007      GOTO      MCH2
008 REP2  SKIP      1
009 MCH2  MATCH OR  REP2  MSG3
010      OUT      MSG4  1      SB EB
011      GOTO      MCH3
012 REP3  SKIP      1
013 MCH3  MATCH OR  REP3  MSG5
014      OUT      MSG6  1      SB EB
015      GOTO      MCH4
016 REP4  SKIP      1
017 MCH4  MATCH OR  REP4  MSG7
018 UD2   OUT      MSG8  1      SB EB
019      GOTO      MCH6
020 REP6  SKIP      1
021 MCH6  MATCH OR  REP6  MSG9
022      SITMR     UD2   IF      05.000
023 HOP1  GOTO      HOP1
024 TID1  SITMR     RETUR IF      00.015
025 HOP2  GOTO      HOP2
026 RETUR RET
    
```

DTE <-----> DCE

```

027 MSG1      00 00      <.....
028 MSG2      00 00      .....>
029 MSG3      00 00      <.....
030 MSG4      00 00      .....>
031 MSG5      00 00 00 00 00 00 00 00  <.....
032 MSG6      00 00 00 00 00           .....>
033 MSG7      00 00      <.....
034 MSG8      00 00      .....>
035 MSG9      00 00      <.....
    
```

CALL.X25

Opkald fra DTE (MX25) til DCE :

T1 | 1001 0013 | 12 | 13 | 23
7E014610040BCE23824451010002238244510100000100000099G 7E. . .

7E = 0 1 1 1 1 1 1 0 = Flag

T1

frame start

01 = 0 0 0 0 0 0 0 1 = Address

2.4.2

46 = 0 1 0 0 0 1 1 0 = Control

T2

INFO-frame, P/F = 0, N(S) = 3, N(R) = 2

10 = 0 0 0 1 0 0 0 0 Gen. format id./LCGN

T8, F1, T7

modulo 8 seq., LCGN = 0

(1.oktet)

04 = 0 0 0 0 0 1 0 0 = Logical channel no.

F1

LCN = 4

(2.oktet)

0B = 0 0 0 0 1 0 1 1 = Packet type identifier

T8, F1

Call request

(3.oktet)

CE = 1 1 0 0 1 1 1 0 = Addr. længde

F1

Calling DTE adr. længde = 12

(4.oktet)

Called DTE adr. længde = 14

23824451010002 = Called DTE

238244510100 = Calling DTE

00 = Facility lgd. F1

Call user data:

01000000

6.2.1.6

PAD facilitet for start/stop mode terminaler

F1/X.29

99G. = FCS

Opkald fra DCE til DTE:

7E038410010BCE23824451010002238244510100040100028801000000EDG 7E

7E = Flag , T1

03 = Address 2.4.2

84 = Control T2

10 = GFI/LCGN T8, F1, T7

01 = LCN F1

0B = Packet type identifier T8, F1

CE = Adresselængde F1

23824451010002 = Called DTE

238244510100 = Calling DTE

Facility længde: 0401000288 F1

04 = Facility length = 4 oktetter F1

01 = Class A facility T16

00 = Facility parameter, rev charg. not requ. 7.4.2.3

02 = Class A facility T16
7.4.2.6

88 = Facility param., throughput 2400/2400 T17

Call user data 01000000 6.2.1.6

T2BRAM.OPG: MSG01 - MSG26, opgaveformulering.
(1: = linienummer (her 1) på 'Worksheet' T2BOPG)

1: (MSG01)

= den frame DCE'en udsender (når linken/trunken er koblet ned) for at få DTE'en til at reagere og starte forfra.
Den ventes der på før MSG02 udsendes. *DISCONNECT*

2: (MSG02)

= den frame DTE'en skal svare på MSG01 med. *UA*

3: (MSG03)

= har DCE'en modtaget en korrekt MSG02 vil den udsende en frame med opfordring til DTE'en om at sætte mode. Den frame ventes der på før MSG04 udsendes. *SAMB*

4: (MSG04)

= DTE'en skal akceptere denne opfordring. *UA*

5: (MSG05)

=DCE'en sender en Restart-pakke med en 'Restart cause' = 'Network operational' og 'Diagnostic code' = link from down to up.
Ns og Nr skal her fastlægges.
Den ventes der på før MSG06 udsendes. *RST*

6: (MSG06)

= DTE'ens godkendelse af MSG05 *RST/c*

7: (MSG07)

= kvittering fra DCE'en for MSG06 med en S-frame, DCE'en er klar til modtagning. Den ventes der på før MSG08 afsendes.

8: (MSG08)

DTE'en udsender en CALL - pakke til Databoksadr. med afsenderadr. samt angiver at den er en PAD (LCN = 4)
Såfremt det hittige har fulgt sekvensen vil DCE'en sende følgende:

- | | |
|----------|---|
| 9: | 1. en S - frame som kvittering på CALL-pakken |
| 10: | 2. en CALL acknowledge - pakke |
| 11 + 12: | 3. to DATA - pakker (NB: skal analyseres for at kunne afsende MSG10.) |

13: (MSG09)

DCE'en sender en S-frame (cmd) og P=1 for CALL-pakken, for at få DTE'en til at afgive status, endvidere har DCE'en jo sendt 2 pakker (W=2). Den frame ventes der på og derefter vil DTE'en afsende MSG10

14: (MSG10)

er en DATA-pakke med oplysning til DCE'en om de PAD-parametre DTE'en (parameter indikation PAD message) anvender: (d.v.s. Q-bit sættes fordi det er PAD til PAD information) DTE'en kvitterer for modtagne rammer og pakker. PAR:1,2,3,4,5,6,7,10,12 og 13
- overvej hvilke muligheder der kan være tale om. Se X.3 side 18 , X.28 side 210 pkt 4, samt X.29 side 227.

15: (MSG11)

DCE'en sender S-ramme (response) til DTE'en m. kvittering for MSG10 (linie 14). Den ventes der på før MSG12 udsendes.

16: (MSG12)

DTE'en sender yderligere en DATA-pakke med oplysning til DCE'en om PAD-parameter no. 11 = 2400 b/s. samt kvittering for modtagne rammer og pakker.

17: (MSG13)

DTE'en svarer på DCE'ens poll i linie 13: med en S-ramme. Dette medfører at DCE'en sender følgende:

- 18: en S-ramme
- 19: en I-ramme m. DATA fra 'Databoks' om at taste ID + password
- 20: en RR-pakke (den ventes der på)

20: (MSG14)

er en RR - pakke med kvittering for pakken i linie 14 og sidst modtagne I-ramme. Denne ventes der på før MSG15 sendes.

21: (MSG15)

DTE'en skal nu sende ID - brugerkode og password, efterfulgt af CR:
ID DKB009 XXXX Cr
Er sekvensen ok vil der nu "vælde" følgende ned fra Databoksen:

- 22: 1 en RR ramme
- 23: 2 en RR pakke med kvittering for datapakke linie 16:
- 24: 3 2 Datapakker
- 25:

26: (MSG16)

en supervisory cmd frame med P=1 og kvittering for den sidste frame DCE'en modtog fra DTE'en. Denne ventes der på (MSG16) før MSG17 sendes.
27: (MSG17)

DTE'en svarer med en S - ramme på dette poll med kvittering for sidst modtagne ramme.

28: (MSG18)

DTE'en sender en RR-pakke med kvittering for sidste datapakke.
Er sekvensen OK vil DCE'en sende response på denne samt en data-
pakke med prompten fra databoks. (linie 29: og 30:)

31: (MSG19)

MSG19 er et poll fra DCE'en denne ramme ventes der på fra DCE'en før
MSG20 sendes.
Forbindelsen til Databoksen er nemlig oprettet og den venter nu
blot på hvad DTE'en vil med den !.

32: (MSG20)

DTE'en vil ingenting så den sender : OFF Cr
for at forlade boksen igen med kvittering for sidste I-frame og pakke.

33: -DCE'en sender en S-ramme

34: (MSG21)

er et poll fra DCE'en, som der ventes på før MSG22 sendes.

35: (MSG22)

DTE'en kvitterer for dette poll
har sekvensen været korrekt vil der nu fra DCE'en modtages:

36: en RR pakke

37: en DATA -pakke

38: en DATA -pakke som der ventes på før MSG24 sendes

38: (MSG23)

MSG23 en 'invitation to clear PAD message' med Q bit sat
denne I - ramme ventes der på.

39: (MSG24)

er en DTE originated clear request, diagnostic code = 0

40: S - ramme

41: I - ramme

42: (MSG25)

DCE'en sender poll som der ventes på, hvorefter MSG26 sendes

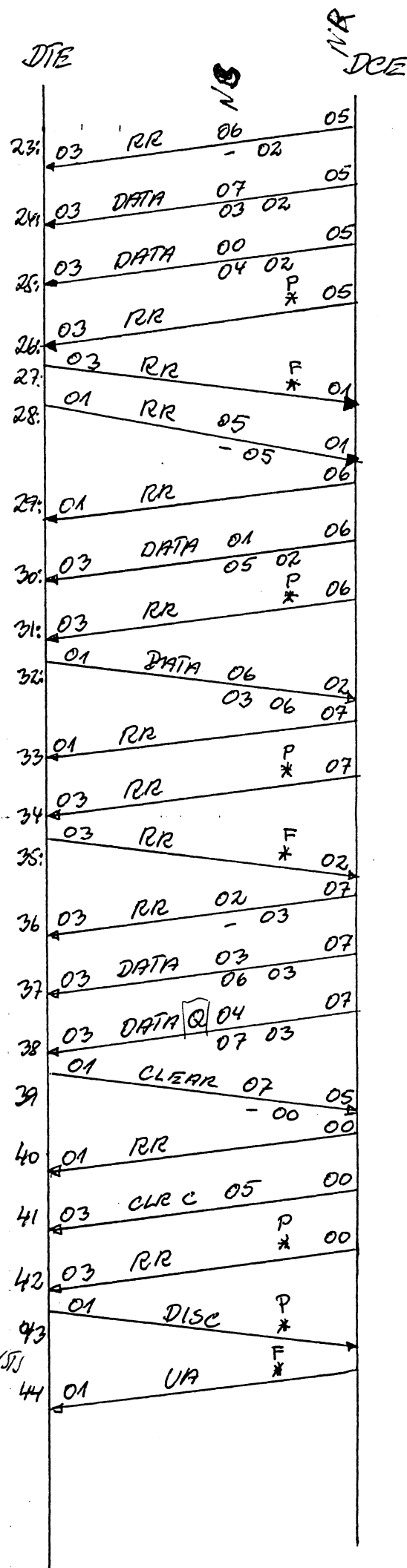
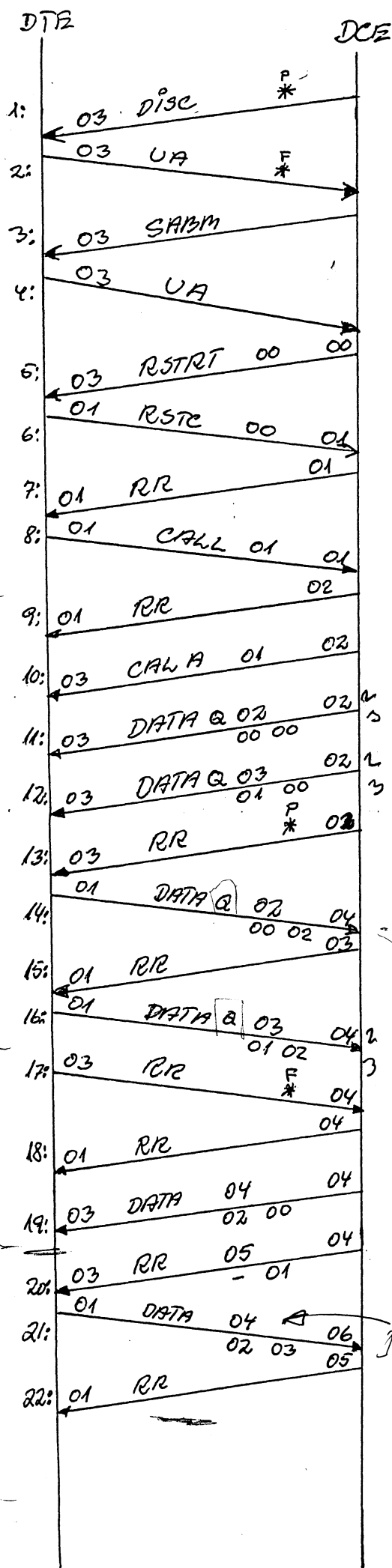
43: (MSG26)

DTE'en opfordrer til nedbrydning af linken med P=1

44: response fra DCE'en

Lin. no	MSG	level 2	level 3	Packet ID
1:	MSG01	03 53		
2:	MSG02	03 73		
3:	MSG03	03 2F		
4:	MSG04	03 63		
5:	MSG05	03 00	10 00 FB	07 FA
6:	MSG06	01 20	10 00 FF	
7:	MSG07	01 21		
8:	MSG08	01 22	10 04 0B CC	23 82 46 10 12 34 23 82 44 51 01 00 00 01 02 00 00
9:	--	01 41		
10:	--	03 42	10 04 0F CC	23 82 46 10 12 34 23 82 44 51 01 00 02 02 88
11:	--	03 44	90 04 00 06	01 01 02 01 03 02 04 14 05 01 06 01 07 15 0A 00 0C 01 0D 04
12:	--	03 46	90 04 02 04	0B 00
13:	MSG09	03 51		
14:	MSG10	01 81	90 04 0B 00	01 01 02 01 03 02 04 14 05 01 06 01 07 15 0A 00 0C 01 0D 04
15:	MSG11	01 81		
16:	MSG12	01 86	90 04 02 00	0B 0C
17:	MSG13	03 91		
18:	--	01 81		
19:	--	03 88	10 04 04 tekst ... P&T Databoks.....
20:	MSG14	03 8F	10 04 0A	IDLDKBOO9LHSTS CR LF
21:	MSG15	01 08	10 04 0B	49 84 20 44 45 42 30 30 39 20 48 53 54 53 0D 0A
22:	--	01 A1		
23:	--	03 AC	10 04 41	
24:	--	03 AE	10 04 46tekst.. P&T databoks....
25:	--	03 A0	10 04 48tekst... Velkommen.....
26:	MSG16	03 B1		
27:	MSG17	03 B1		
28:	MSG18	01 2A	10 04 A1	
29:	--	01 C1		
30:	--	03 C2	10 04 4A	0D 0A 3E
31:	MSG19	03 D1		
32:	MSG20	01 4C	10 04 0B	4F 4E 4E 0D
33:	--	01 E1		
34:	MSG21	03 F1		
35:	MSG22	03 51		
36:	--	03 E4	10 04 61	
37:	--	03 E6	10 04 6C	...tekst..Off at
38:	MSG23	03 E8	90 04 6E	01
39:	MSG24	01 E9	10 04 B3	00 00
40:	--	01 01		
41:	--	03 0A	10 04 17	
42:	MSG25	03 11		
43:	MSG26	01 53		
44:	--	01 73		

Pocket 11b
 LCN
 LCGW
 GFI
 control
 address



BK 20/11-86

Linie	MSGGS	ISU	Lev	TYPE	C/R	ADR	P/F	MDQ	<M==S>	N(S) N(R)	N(S) N(R)	P(S) P(R)	P(S) P(R)
										.DTE.	.DCE.	.DTE.	.DCE.
1:	TRP	1	U	DISC	C	03	P	-	<===M				
2:	MSG	1	U	UA	R	03	F	-	S===				
3:	TRP	3	U	SABM	C	03	-	-	<===M				
4:	MSG	2	U	UA	R	03	-	-	S===				
5:	TRP	5	I	RSTRT	C	03	-	-	<===M		00	00	
6:	MSG	3	I	RST C	C	01	-	-	S===	00	01		
7:	TRP	7	S	RR	R	01	-	-	<===M			01	
8:	MSG	4	I	CALL	C	01	-	-	S===	01	01		
9:	--	S		RR	R	01	-	-	<===M			02	
10:	--	I		CAL A	C	03	-	-	<===M		01	02	
11:	--	I		DATA	C	03	-	Q	<===M		02	02	00 00
12:	--	I		DATA	C	03	-	Q	<===M		03	02	01 00
13:	TRP	9	S	RR	C	03	P	-	<===M			02	
14:	MSG	5	I	DATA	C	01	-	Q	S===	02	04	00 02	
15:	TRP	11	S	RR	R	01	-	-	<===M			03	
16:	MSG	6	I	DATA	C	01	-	Q	S===	03	04	01 02	
17:	MSG	7	S	RR	R	03	F	-	S===		04		
18:	--	S		RR	R	01	-	-	<===M			04	
19:	--	I		DATA	C	03	-	-	<===M		04	04	02 00
20:	TRP	15	I	RR	C	03	-	-	<===M		05	04	01
21:	MSG	8	I	DATA	C	01	-	-	S===	04	06	02 03	
22:	--	S		RR	R	01	-	-	<===M			05	
23:	--	I		RR	C	03	-	-	<===M		06	05	02
24:	--	I		DATA	C	03	-	-	<===M		07	05	03 02
25:	--	I		DATA	C	03	-	-	<===M		00	05	04 02
26:	TRP	17	S	RR	C	03	P	-	<===M			05	
27:	MSG	9	S	RR	R	03	F	-	S===		01		
28:	MSG	10	I	RR	C	01	-	-	S===	05	01	05	
29:	--	S		RR	R	01	-	-	<===M			06	
30:	--	I		DATA	C	03	-	-	<===M		01	06	05 02
31:	TRP	21	S	RR	C	03	P	-	<===M			06	
32:	MSG	11	I	DATA	C	01	-	-	S===	06	02	03 06	
33:	--	S		RR	R	01	-	-	<===M			07	
34:	TRP	23	S	RR	C	03	P	-	<===M			07	
35:	MSG	12	S	RR	R	03	F	-	S===		02		
36:	--	I		RR	C	03	-	-	<===M		02	07	03
37:	--	I		DATA	C	03	-	-	<===M		03	07	06 03
38:	TRP	25	I	DATA	C	03	-	Q	<===M		04	07	07 03
39:	MSG	13	I	CLEAR	C	01	-	-	S===	07	05	00	
40:	--	S		RR	R	01	-	-	<===M			00	
41:	--	I		CLR C	C	03	-	-	<===M		05	00	
42:	TRP	27	S	RR	C	03	P	-	<===M			00	
43:	MSG	14	U	DISC	C	01	P	-	S===				
44:	--	U		UA	R	01	F	-	<===M				

↔ kvittering

Initiering
af - LCN

Linie	MSGno	ISU	Lev	TYPE	C/R	ADR	P/F	MDQ	(M==S)	N(S) DTE.	N(R)	N(S) DCE.	N(R)	P(S) DTE.	P(R)	P(S) DCE.	P(R)
1:	MSG01	U		DISC	C	03	P	-	(==M								
2:	MSG02	U		UA	R	03	F	-	S==)								
3:	MSG03	U		SABM	C	03	-	-	(==M								
4:	MSG04	U		UA	R	03	-	-	S==)								
5:	MSG05	I		RSTRT	C	03	-	-	(==M			00	00				
6:	MSG06	I		RST C	C	01	-	-	S==)	00	01						
7:	MSG07	S		RR	R	01	-	-	(==M				01				
8:	MSG08	I		CALL	C	01	-	-	S==)	01	01						
9:	--	S		RR	R	01	-	-	(==M				02				
10:	--	I		CAL A	C	03	-	-	(==M			01	02				
11:	--	I		DATA	C	03	-	Q	(==M			02	02			00	00
12:	--	I		DATA	C	03	-	Q	(==M			03	02			01	00
13:	MSG09	S		RR	C	03	P	-	(==M				02				
14:	MSG10	I		DATA	C	01	-	Q	S==)	02	04			00	02		
15:	MSG11	S		RR	R	01	-	-	(==M				03				
16:	MSG12	I		DATA	C	01	-	Q	S==)	03	04			01	02		
17:	MSG13	S		RR	R	03	F	-	S==)				04				
18:	--	S		RR	R	01	-	-	(==M				04				
19:	--	I		DATA	C	03	-	-	(==M				04			02	00
20:	MSG14	I		RR	C	03	-	-	(==M				05				01
21:	MSG15	I		DATA	C	01	-	-	S==)	04	06			02	03		
22:	--	S		RR	R	01	-	-	(==M				05				
23:	--	I		RR	C	03	-	-	(==M				06			02	
24:	--	I		DATA	C	03	-	-	(==M				07			03	02
25:	--	I		DATA	C	03	-	-	(==M				05			02	
26:	MSG16	S		RR	C	03	P	-	(==M				05				
27:	MSG17	S		RR	R	03	F	-	S==)		01						
28:	MSG18	I		RR	C	01	-	-	S==)	05	01			05			
29:	--	S		RR	R	01	-	-	(==M				06				
30:	--	I		DATA	C	03	-	-	(==M				06			05	02
31:	MSG19	S		RR	C	03	P	-	(==M				06				
32:	MSG20	I		DATA	C	01	-	-	S==)	06	02			03	06		
33:	--	S		RR	R	01	-	-	(==M				07				
34:	MSG21	S		RR	C	03	P	-	(==M				07				
35:	MSG22	S		RR	R	03	F	-	S==)		02						
36:	--	I		RR	C	03	-	-	(==M				02				03
37:	--	I		DATA	C	03	-	-	(==M				03			06	03
38:	MSG23	I		DATA	C	03	-	Q	(==M				04			07	03
39:	MSG24	I		CLEAR	C	01	-	-	S==)	07	05				00		
40:	--	S		RR	R	01	-	-	(==M				00				
41:	--	I		CLR C	C	03	-	-	(==M				05				
42:	MSG25	S		RR	C	03	P	-	(==M				00				
43:	MSG26	U		DISC	C	01	P	-	S==)								
44:	--	U		UA	R	01	F	-	(==M								

Udsøllinger af
af fælles af LCN

Lin.no	MSGno	
1:	MSG01	03 53
2:	MSG02	03 73
3:	MSG03	03 2F
4:	MSG04	03 63
5:	MSG05	03 00 10 00 FB 07 FA
6:	MSG06	01 20 10 00 FF
7:	MSG07	01 21
8:	MSG08	01 22 10 04 0B CC 23 82 46 10 12 34 23 82 44 51 01 00 00 01 00 00 00
9:	--	01 41
10:	--	03 42 10 04 0F CC 23 82 46 10 12 34 23 82 44 51 01 00 02 02 88
11:	--	03 44 90 04 00 06 01 01 02 01 03 02 04 14 05 01 06 01 07 15 0A 00 0C 01 0D 04
12:	--	03 46 90 04 02 04 0B 00
13:	MSG09	03 51
14:	MSG10	01 84 90 04 40 00 01 01 02 01 03 02 04 14 05 01 06 01 07 15 0A 00 0C 01 0D 04
15:	MSG11	01 61
16:	MSG12	01 86 90 04 42 00 0B 0C
17:	MSG13	03 91
18:	--	01 81
19:	--	03 88 10 04 04 tekst ... P&T Databoks.....
20:	MSG14	03 8A 10 04 21
21:	MSG15	01 CB 10 04 64 49 44 20 44 4B 42 30 30 39 20 P S W D 0D 0A
22:	--	01 A1
23:	--	03 AC 10 04 41
24:	--	03 AE 10 04 46tekst.. P&T databoks....
25:	--	03 A0 10 04 48tekst... Velkommen.....
26:	MSG16	03 B1
27:	MSG17	03 31
28:	MSG18	01 2A 10 04 A1
29:	--	01 C1
30:	--	03 C2 10 04 4A 0D 0A 3E
31:	MSG19	03 D1
32:	MSG20	01 4C 10 04 C6 4F 46 46 0D
33:	--	01 E1
34:	MSG21	03 F1
35:	MSG22	03 51
36:	--	03 E4 10 04 61
37:	--	03 E6 10 04 6Ctekst.. Off at
38:	MSG23	03 EB 90 04 6E 01
39:	MSG24	01 AE 10 04 13 00 00
40:	--	01 01
41:	--	03 0A 10 04 17
42:	MSG25	03 11
43:	MSG26	01 53
44:	--	01 73

Linie	MSGno	ISU	Lev	TYPE	C/R	ADR	P/F	MDQ	(M==S)	N(S) DTE.	N(R) DCE.	N(S) DCE.	N(R) DTE.	P(S) DTE.	P(R) DCE.	P(S) DTE.	P(R) DCE.
1:	MSG01	V	2	DISC	C	03	P		(==M)								
2:	MSG02	V	2	VA	R	03	E		S==)								
3:	MSG03	V	2	SABM	C	03	-		(==M)								
4:	MSG04	V	2	UA	R	03	-		S==)								
5:	MSG05	1	3	RST	C	03			(==M)			00	00				
6:	MSG06	1	3	RST	C	01			S==)	00	01						
7:	MSG07	S	2	RR	R	01			(==M)			01					
8:	MSG08	1	3	Call	C	01			S==)	01	01						
9:	--	S	2	RR	R	01			(==M)			02					
10:	--	1	3	Call	C	03			(==M)			01	02				
11:	--	1	3	Data	C	03		Q	(==M)			02	02			00	00
12:	--	1	3	Data	C	03		Q	(==M)			03	02			01	00
13:	MSG09	S	2	RR	C	03	P		(==M)			02					
14:	MSG10	1	3	DATA	C	01		Q	S==)	02	04			00	02		
15:	MSG11	S	2	RR	R	01			(==M)			03					
16:	MSG12	1	3	DATA	C	01		Q	S==)	03	04			01	02		
17:	MSG13	S	2	RR	R	03	F		S==)		04						
18:	--	S	2	RR	R	01			(==M)			04					
19:	--	1	3	DATA	C	03			(==M)	04	04	04	04			02	00
20:	MSG14	S	2	RR	C	03			(==M)			05	04			01	
21:	MSG15	1	3	DATA	C	01			S==)	04	06			02	03		
22:	--	S	2	RR	R	01			(==M)			05					
23:	--	S	2	RR	C	03			(==M)			06	05			03	02
24:	--	1	3	DATA	C	03			(==M)			07	05			03	02
25:	--	1	3	DATA	C	03			(==M)			00	05			04	02
26:	MSG16	S	2	RR	C	03	P		(==M)			05					
27:	MSG17	S	2	RR	R	03	F		S==)	01							
28:	MSG18	S	2	RR	R	01			S==)	05	01						
29:	--	S	2	RR	R	01			(==M)			06					
30:	--	1	3	DATA	C	03			(==M)			01	06			05	02
31:	MSG19	S	2	RR	C	03	P		(==M)			06					
32:	MSG20	1	3	DATA	C	01			S==)	06	02			03	06		
33:	--	S	2	RR	R	01			(==M)			07					
34:	MSG21	S	2	RR	C	03	P		(==M)			07					
35:	MSG22	S	2	RR	R	03	F		S==)		02						
36:	--	S	2	RR	C	03			(==M)			02	07				03
37:	--	1	3	DATA	C	03			(==M)			03	07			06	03
38:	MSG23	1	3	DATA	C	03		Q	(==M)			04	07			07	03
39:	MSG24	1	3	CLEAR	C	01			S==)	07	05						
40:	--	S	2	RR	R	01			(==M)			00					
41:	--	1	3	CLRC	C	03			(==M)			05	00				
42:	MSG25	S	2	RR	C	03	P		(==M)			00					
43:	MSG26	V	2	DISC	C	01	P		S==)								
44:	--	V	2	UA	R	01	F		(==M)								

Frame tæller
level 2

Pakke tæller
level 2

TABLE 1/X.3

Possible values and combination of values of PAD parameters (see Note 1)

Parameter reference number	Parameter description	Selectable possible values		PAD parameter meaning	Remarks
		Mandatory	Optional (see Note 2)		
1	PAD recall using a character	0 1	32-126	Not possible Character DLE Possible; using one graphic character defined by user	
2	Echo	0 1		No echo Echo	
3	Selection of data forwarding signals	0 2 126	6 18	No data forwarding signal Character CR All characters in column 0 and 1 and character DEL Characters CR, ESC, BEL, ENQ, ACK Characters CR, EOT, ETX	Value formed by combination (2+4+8+16+32+64) Value formed by combination (2+4) Value formed by combination (2+16)
4	Selection of idle timer delay	0 20 255	1-254 (see Note 3)	Value of idle timer delay in twentieths of a second	
5	Ancillary device control	0 1		No use of X-ON (DC1) and X-OFF (DC3) Use of X-ON and X-OFF	
6	Control of PAD service signals	0 1	5	No PAD service signals are transmitted to the start-stop mode DTE PAD service signals are transmitted PAD service signals and the prompt PAD service signal are transmitted	Value formed by combination (1+4)
7	Selection of operation of PAD on receipt of break signal from the start-stop DTE	0 2 8 21	1	Nothing Interrupt Reset Escape from data transfer state Discard output, interrupt and indication of break	Value formed by combination (1+4+16)
8	Discard output	1 0		Discard output Normal data delivery	

TABLE 1/X.3 (continued)

Parameter reference number	Parameter description	Selectable possible values		PAD parameter meaning	Remarks
		Mandatory	Optional (see Note 2)		
9	Padding after carriage return (CR)	0		No padding after CR (see Note 4)	
		1-7		Number of padding characters inserted after CR	
10	Line folding	0		No line folding	
		1-255		Number of graphic characters	
11 (read only)	Binary speed of start-stop mode DTE	0		110 bit/s	The values implemented in individual PADs depend on the range of DTE data transmission rates which are supported. The allocation of decimal values to all known rates is to avoid revision of the Recommendation in the future
			1	134,5 bit/s	
		2		300 bit/s	
			3	1 200 bit/s	
			4	600 bit/s	
			5	75 bit/s	
			6	150 bit/s	
			7	1 800 bit/s	
		8		200 bit/s	
			9	100 bit/s	
			10	50 bit/s	
			11	75/1 200 bit/s	
			12	2 400 bit/s	
			13	4 800 bit/s	
			14	9 600 bit/s	
			15	19 200 bit/s	
			16	48 000 bit/s	
			17	56 000 bit/s	
			18	64 000 bit/s	
12	Flow control of the PAD	0		No use of X-ON (DC1) and X-OFF (DC3)	
		1		Use of X-ON (DC1) and X-OFF (DC3)	
13 (see Notes 2 and 5)	Linefeed insertion after carriage return	0		No linefeed	
		1		Insert linefeed after transmission of CR	
		4		Insert linefeed after echo of CR to start-stop mode DTE	
		5		Insert linefeed after transmission to the start-stop mode DTE and after echo of CR	Combination (1 + 4)
		6		Insert linefeed in data stream after CR from start-stop mode DTE and after echo of a CR to the start-stop mode DTE	Combination (2 + 4)
		7		Insert linefeed in the data stream to and from the start-stop mode DTE and after echo of a CR to the start-stop mode DTE	Combination (1 + 2 + 4)
					Note - Applies only to data transfer state
14 (see Notes 2 and 5)	Padding after linefeed	0		No padding after linefeed	
		1-7		Number of padding characters inserted after linefeed	Note - Applies only to data transfer state

TABLE 1/X.3 (continued)

Parameter reference number	Parameter description	Selectable possible values		PAD parameter meaning	Remarks
		Mandatory	Optional (see Note 2)		
15 (see Notes 2 and 6)	Editing	0		No use of editing in the <i>data transfer</i> state	
		1		Use of editing in the <i>data transfer</i> state	
16 (see Notes 2 and 6)	Character delete	(see Note 7)	0-127	One character from IA5	
17 (see Notes 2 and 6)	Line delete	24	0-23 25-127	One character from range of IA5 Character 1/8 (CAN)	
18 (see Notes 2 and 6)	Line display	(see Note 7)	0-127	One character from IA5	

Note 1 — Other values and possible combination of values are for further study.

Note 2 — These parameter values provide additional user facilities which are not necessarily provide in all PADs.

Note 3 — Some PAD implementation may not offer all possible values of idle timer delay within the selectable range. In such cases where the value selected is not available, the PAD will assume the next higher value available.

Note 4 — There is no padding after CR except that *PAD service* signals will contain a number of padding characters according to the data signalling rate of the start-stop mode DTE.

Note 5 — When implemented, both parameters 13 and 14 and all of the "mandatory values" are provided.

Note 6 — When parameter 15 is implemented the values of parameters 16, 17 and 18 are either default values or are selectable from the optional range shown. The editing function is provided during the *PAD command* state whether parameter 15 is implemented or not. If parameters 16, 17 and 18 are implemented the editing characters during the *PAD command* state are defined by the appropriate values of these parameters.

Note 7 — The default values for parameters 16 and 18 are for further study.

References

- [1] CCITT Recommendation *Call progress signals in public data networks*, Vol. VIII, Fascicle VIII.3, Rec. X.96.
- [2] CCITT Recommendation *Procedures for the exchange of control information and user data between a packet assembly/disassembly facility (PAD) and a packet mode DTE or another PAD*, Vol. VIII, Fascicle VIII.2, Rec. X.29.
- [3] CCITT Recommendation *DTE/DCE interface for a start-stop mode data terminal equipment accessing the packet assembly/disassembly facility (PAD) in a public data network situated in the same country*, Vol. VIII, Fascicle VIII.2, Rec. X.28.
- [4] CCITT Recommendation *Hypothetical reference connections for public synchronous data networks*, Vol. VIII, Fascicle VIII.3, Rec. X.92.
- [5] CCITT Recommendation *Interface between data terminal equipment (DTE) and data circuit terminating equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode on public data networks*, Vol. VIII, Fascicle VIII.2, Rec. X.25.
- [6] CCITT Recommendation *DTE/DCE interface for a start-stop mode data terminal equipment accessing the packet assembly/disassembly facility (PAD) in a public data network situated in the same country*, Vol. VIII, Fascicle VIII.2, Rec. X.28, Table 2/X.28.
- [7] CCITT Recommendation *International Alphabet No. 5*, Vol. VIII, Fascicle VIII.1, Rec. V.3.
- [8] CCITT Recommendation *DTE/DCE interface for a start-stop mode data terminal equipment accessing the packet assembly/disassembly facility (PAD) in a public data network situated in the same country*, Vol. VIII, Fascicle VIII.2, Rec. X.28, § 4.4.a.

Lin.no	MESGS	level 2	level 3	
1:	TRP 1	03 53		
2:	MSG 1	03 63 73		
3:	TRP 3	03 3F 2F		
4:	MSG 2	03 63		
5:	TRP 5	03	01 00 FB07	14/x.25
6:	MSG 3	01	1	13/x.25
7:	TRP 7	01	1	
8:	MSG 4			00 00
9:	--	01 41		
10:	--	03 42	10 04 0F CC 23 82 46 10 12 34 23 82 44 51 01 00	02 02 88
11:	--	03 44	90 04 00 06 01 01 02 01 03 02 04 14 05 01 06 01 07 15 0A 00 0C 01 0D 04	
12:	--	03 46	90 04 02 04 0B 00	
13:	TRP 9			
14:	MSG 5			
15:	TRP 11			
16:	MSG 6			
17:	MSG 7			
18:	--	01 81		
19:	--	03 88	10 04 04 tekst ... P&T Databoks.....
20:	TRP 15			
21:	MSG 8			
22:	--	01 A1		
23:	--	03 AC	10 04 41	
24:	--	03 AE	10 04 46tekst.. P&T databoks....
25:	--	03 A0	10 04 48tekst... Velkommen.....
26:	TRP 17			
27:	MSG 9			
28:	MSG 10			
29:	--	01 C1		
30:	--	03 C2	10 04 4A	0D 0A 3E
31:	TRP 21			
32:	MSG 11			
33:	--	01 E1		
34:	TRP 23			
35:	MSG 12			
36:	--	03 E4	10 04 61	
37:	--	03 E6	10 04 6C	...tekst..Off at
38:	TRP 25			
39:	MSG 13			
40:	--	01 01		
41:	--	03 0A	10 04 17	
42:	TRP 27			
43:	MSG 14			
44:	--	01 73		

Linie	MSGGS	ISU	Lev	TYPE	C/R	ADR	P/F	MDQ	(M==S)	N(S) .DTE.	N(R)	N(S) .DCE.	N(R)	P(S) .DTE.	P(R)	P(S) .DCE.	P(R)
1:	TRP	1	5	2	DISC	C	03	P	(==M								
2:	MSG	1	5	2	UA	R	03	F	S==)								
3:	TRP	3	5	2	SABM	C	03	-	(==M								
4:	MSG	2	5	2	UA	R	03	-	S==)								
5:	TRP	5	1	3	RST	C	03	-	(==M				00				
6:	MSG	3	1	3	RSTkan	C	01		S==)	00	01						
7:	TRP	7	5	2	RR	R	01		(==M				01				
8:	MSG	4	1		Call	C	01		S==)								
9:	--		5		RR				(==M								
10:	--		1		CPL A				(==M								
11:	--		1		Data				(==M								
12:	--		1		Data				(==M								
13:	TRP	9							(==M								
14:	MSG	5							S==)								
15:	TRP	11							(==M								
16:	MSG	6							S==)								
17:	MSG	7							S==)								
18:	--								(==M								
19:	--								(==M								
20:	TRP	15							(==M								
21:	MSG	8							S==)								
22:	--								(==M								
23:	--								(==M								
24:	--								(==M								
25:	--								(==M								
26:	TRP	17							(==M								
27:	MSG	9							S==)								
28:	MSG	10							S==)								
29:	--								(==M								
30:	--								(==M								
31:	TRP	21							(==M								
32:	MSG	11							S==)								
33:	--								(==M								
34:	TRP	23							(==M								
35:	MSG	12							S==)								
36:	--								(==M								
37:	--								(==M								
38:	TRP	25							(==M								
39:	MSG	13							S==)								
40:	--								(==M								
41:	--								(==M								
42:	TRP	27							(==M								
43:	MSG	14							S==)								
44:	--								(==M								

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0000000 NUL ^@ 0	0000001 SOH ^A 1	0000010 STX ^B 2	0000011 ETX ^C 3	0000100 EOT ^D 4	0000101 ENQ ^E 5	0000110 ACK ^F 6	0000111 BEL ^G 7	0001000 BS ^H 8	0001001 HT ^I 9	0001010 LF ^J 10	0001011 VT ^K 11	0001100 FP ^L 12	0001101 CR ^M 13	0001110 SO ^N 14	0001111 SI ^O 15
1	0010000 DLE ^P 16	0010001 DC1 ^Q 17	0010010 DC2 ^R 18	0010011 DC3 ^S 19	0010100 DC4 ^T 20	0010101 NAK ^U 21	0010110 SYN ^V 22	0010111 ETB ^W 23	0011000 CAN ^X 24	0011001 EM ^Y 25	0011010 SUB ^Z 26	0011011 ESC 27	0011100 FS 28	0011101 GS 29	0011110 RS 30	0011111 US 31
2	0100000 SPACE 32	0100001 ! 33	0100010 " 34	0100011 # 35	0100100 \$ 36	0100101 % 37	0100110 & 38	0100111 ((apos.) 39	0101000 (40	0101001) 41	0101010 * 42	0101011 + 43	0101100 , (comma) 44	0101101 - 45	0101110 . 46	0101111 / 47
3	0110000 0 48	0110001 1 49	0110010 2 50	0110011 3 51	0110100 4 52	0110101 5 53	0110110 6 54	0110111 7 55	0111000 8 56	0111001 9 57	0111010 : 58	0111011 ; 59	0111100 < 60	0111101 = 61	0111110 > 62	0111111 ? 63
4	1000000 @ 64	1000001 A 65	1000010 B 66	1000011 C 67	1000100 D 68	1000101 E 69	1000110 F 70	1000111 G 71	1001000 H 72	1001001 I 73	1001010 J 74	1001011 K 75	1001100 L 76	1001101 M 77	1001110 N 78	1001111 O 79
5	1010000 P 80	1010001 Q 81	1010010 R 82	1010011 S 83	1010100 T 84	1010101 U 85	1010110 V 86	1010111 W 87	1011000 X 88	1011001 Y 89	1011010 Z 90	1011011 [91	1011100 \ 92	1011101] 93	1011110 ^ 94	1011111 _ 95
6	1100000 ' 96	1100001 a 97	1100010 b 98	1100011 c 99	1100100 d 100	1100101 e 101	1100110 f 102	1100111 g 103	1101000 h 104	1101001 i 105	1101010 j 106	1101011 k 107	1101100 l 108	1101101 m 109	1101110 n 110	1101111 o 111
7	1110000 p 112	1110001 q 113	1110010 r 114	1110011 s 115	1110100 t 116	1110101 u 117	1110110 v 118	1110111 w 119	1111000 x 120	1111001 y 121	1111010 z 122	1111011 { 123	1111100 ! 124	1111101 } 125	1111110 ~ 126	1111111 DEL 127



INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION

CCITT

THE INTERNATIONAL
TELEGRAPH AND TELEPHONE
CONSULTATIVE COMMITTEE

YELLOW BOOK

VOLUME VIII - FASCICLE VIII.2

DATA COMMUNICATION NETWORKS SERVICES AND FACILITIES, TERMINAL EQUIPMENT AND INTERFACES

RECOMMENDATIONS X.1-X.29



VIITH PLENARY ASSEMBLY
GENEVA, 10-21 NOVEMBER 1980

Geneva 1981

TABLE 1/X.25

Frame formats

Bit order of
transmission

1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	16 to 1	1 2 3 4 5 6 7 8
Flag	Address	Control	FCS	Flag
F	A	C	FCS	F
0 1 1 1 1 1 1 0	8-bits	8-bits	16-bits	0 1 1 1 1 1 1 0

FCS Frame Checking Sequence

Bit order of
transmission

1 2 3 4 5 6 7 8		1 2 3 4 5 6 7 8		1 2 3 4 5 6 7 8		16 to 1		1 2 3 4 5 6 7 8			
Flag		Address		Control		Information		FCS		Flag	
F		A		C		I		FCS		F	
0 1 1 1 1 1 1 0		8-bits		8-bits		N-bits		16-bits		0 1 1 1 1 1 1 0	

FCS Frame Checking Sequence

TABLE 2/X.25

Control field formats

Control field bits	1	2	3	4	5	6	7	8
I frame	0	N(S)			P/F	N(R)		
S frame	1	0	S	S	P/F	N(R)		
U frame	1	1	M	M	P/F	M	M	M

N(S) Transmitter send sequence number (bit 2 = low order bit)

N(R) Transmitter receive sequence number (bit 6 = low order bit)

S Supervisory function bit

M Modifier function bit

P/F Poll bit when issued as a command, final bit when issued as a response (1 = Poll/Final)

TABLE 3/X.25

Commands and responses

Format	Commands	Responses	Encoding					
Information transfer	I (information)		0	N(S)		P	N(R)	
Supervisory	RR (receive ready)	RR (receive ready)	1	0	0	0	P/F	N(R)
	RNR (receive not ready)	RNR (receive not ready)	1	0	1	0	P/F	N(R)
	REJ (reject)	REJ (reject)	1	0	0	1	P/F	N(R)
Unnumbered	SARM (set asynchronous response mode)	DM (disconnected mode)	1	1	1	1	P/F	0 0 0
	SABM (set asynchronous balanced mode)		1	1	1	1	P	1 0 0
	DISC (disconnect)		1	1	0	0	P	0 1 0
		UA (unnumbered acknowledgement)	1	1	0	0	F	1 1 0
		CMDR (command reject) FRMR (frame reject)	1	1	1	0	F	0 0 1

Note 1 - The need for, and use of, additional commands and responses are for further study.

Note 2 - DTEs do not have to implement both SARM and SABM; furthermore DM and SABM need not be used if SARM only is used.

Note 3 - RR, RNR and REJ supervisory command frames are not used by the DCE when SARM is used (LAP).

TABLE 4/X.25
CMDR (FRMR) information field format

Information field bits																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rejected frame control field								0	V(S)			(see Note)	V(R)			W	X	Y	Z	0	0	0	0

- Rejected frame control field is the control field of the received frame which caused the command (frame) reject.
- V(S) is the current send state variable value at the DTE or DCE reporting the rejection condition (bit 10 = low order bit).
- V(R) is the current receive state variable value at the DTE or DCE reporting the rejection condition (bit 14 = low order bit).
- W set to 1 indicates that the control field received and returned in bits 1 through 8 was invalid or not implemented.
- X set to 1 indicates that the control field received and returned in bits 1 through 8 was considered invalid because the frame contained an information field which is not permitted or is an S or U frame with incorrect length. Bit W must be set to 1 in conjunction with this bit.
- Y set to 1 indicates that the information field received exceeded the maximum established capacity of the DTE or DCE reporting the rejection condition.
- Z set to 1 indicates that the control field received and returned in bits 1 through 8 contained an invalid N(R).

Note - Bits 9, 13 and 21 to 24 shall be set to 0 for CMDR. For FRMR, bits 9 and 21 to 24 shall be set to 0. Bit 13 shall be set to 1 if the frame rejected was a response, and set to 0 if the frame rejected was a command.

menit
command not
information
fortegang der
sendes en frame
ingen pol bit
neste gang
neste pol bit

shall give response
med final bit set

TABLE 5/X.25
Packet types and their use in various services

Packet type		Service		
From DCE to DTE	From DTE to DCE	VC	PVC	DG ^{a)}
<i>Call set-up and clearing (see Note 1)</i>				
Incoming call	Call request	X		
Call connected	Call accepted	X		
Clear indication	Clear request	X		
DCE clear confirmation	DTE clear confirmation	X		
<i>Data and interrupt (see Note 2)</i>				
DCE data	DTE data	X	X	
DCE interrupt	DTE interrupt	X	X	
DCE interrupt confirmation	DTE interrupt confirmation	X	X	
<i>Datagram (see Note 3)</i>				
DCE datagram	DTE datagram			X
Datagram service signal				X
<i>Flow control and reset (see Note 4)</i>				
DCE RR	DTE RR	X	X	X
DCE RNR	DTE RNR	X	X	X
	DTE REJ ^{a)}	X	X	X
Reset indication	Reset request	X	X	X
DCE reset confirmation	DTE reset confirmation	X	X	X
<i>Restart (see Note 5)</i>				
Restart indication	Restart request	X	X	X
DCE restart confirmation	DTE restart confirmation	X	X	X
<i>Diagnostic (see Note 6)</i>				
Diagnostic ^{a)}		X	X	X

^{a)} Not necessarily available on all networks.

VC Virtual call
PVC Permanent virtual circuit
DG Datagram

Note 1 - See §§ 4.1 and 7.2.4 for procedures and §§ 6.2 and 6.8.2 for formats.

Note 2 - See § 4.3 for procedures and § 6.3 for formats.

Note 3 - See § 5.1 for procedures and § 6.4 for formats.

Note 4 - See §§ 4.4, 5.2 and 7.1.4 for procedures and §§ 6.5 and 6.8.1 for formats.

Note 5 - See § 3.3 for procedures and § 6.6 for formats.

Note 6 - See § 3.4 for procedures and § 6.7 for formats.

TABLE 6/X.25

Definition of two categories of data packets and network treatment of the M and D bits

Data packet sent by source DTE				Combining with subsequent packet(s) is performed by the network when possible	Data packet ^{a)} received by destination DTE	
Category	M	D	Full		M	D
B	0 or 1	0	No	No	0	0
B	0	1	No	No	0	1
B	1	1	No	No	1	1
B	0	0	Yes	No	0	0
B	0	1	Yes	No	0	1
A	1	0	Yes	Yes (see Note)	1	0
B	1	1	Yes	No	1	1

^{a)} Refers to the delivered *data* packet whose last bit of user data corresponds to the last bit of user data, if any, that was present in the *data* packet sent by the source DTE.

Note – If the *data* packet sent by the source DTE is combined with other packets, up to and including a category B packet, the M- and D-bit settings in the *data* packet received by the destination DTE will be according to that given in the two right-hand columns for the last *data* packet sent by the source DTE that was part of the combination.

TABLE 7/X.25

General format identifier

General format identifier		Octet 1 Bits			
		8	7	6	5
Call set-up packets	Sequence numbering scheme modulo 8	0	X	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	0	X	1	0
Clearing, datagram, flow control, interrupt, reset, restart and diagnostic packets	Sequence numbering scheme modulo 8	0	0	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	0	0	1	0
Data packets	Sequence numbering scheme modulo 8	X	X	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	X	X	1	0
Datagram service signal packets	Sequence numbering scheme modulo 8	1	0	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	1	0	1	0
General format identifier extension		*	*	1	1

* Undefined.

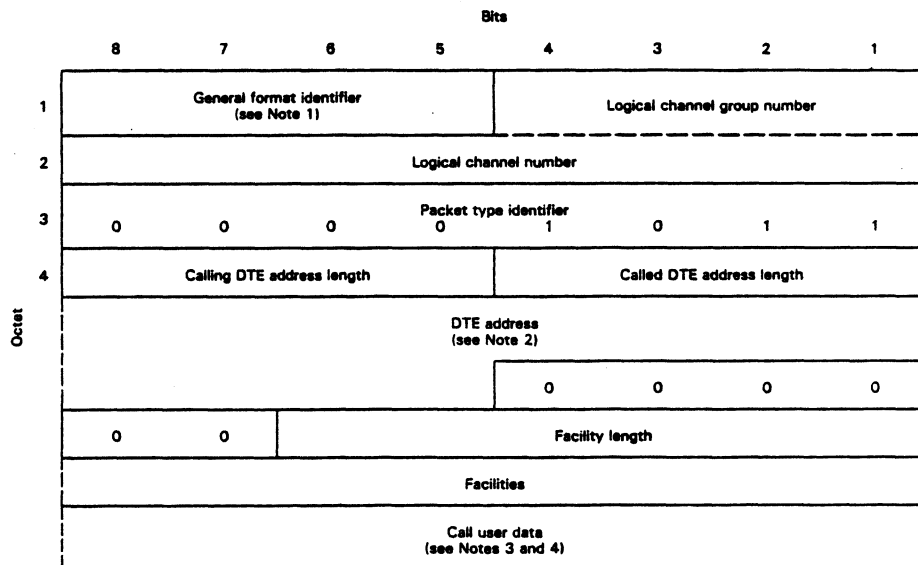
Note – A bit which is indicated as "X" may be set to either 0 or 1 as indicated in the text.

Packet type identifier

Packet type		Octet 3 Bits							
From DCE to DTE	From DTE to DCE	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>Call set-up and clearing</i>									
Incoming call	Call request	0	0	0	0	1	0	1	1
Call connected	Call accepted	0	0	0	0	1	1	1	1
Clear indication	Clear request	0	0	0	1	0	0	1	1
DCE clear confirmation	DTE clear confirmation	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Data and interrupt</i>									
DCE data	DTE data	X	X	X	X	X	X	X	0
DCE interrupt	DTE interrupt	0	0	1	0	0	0	1	1
DCE interrupt confirmation	DTE interrupt confirmation	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Datagram ^{a)}</i>									
DCE datagram	DTE datagram	X	X	X	X	X	X	X	0
Datagram service signal		X	X	X	X	X	X	X	0
<i>Flow control and reset</i>									
DCE RR (modulo 8)	DTE RR (modulo 8)	X	X	X	0	0	0	0	1
DCE RR (modulo 128) ^{a)}	DTE RR (modulo 128) ^{a)}	0	0	0	0	0	0	0	1
DCE RNR (modulo 8)	DTE RNR (modulo 8)	X	X	X	0	0	1	0	1
DCE RNR (modulo 128) ^{a)}	DTE RNR (modulo 128) ^{a)}	0	0	0	0	0	1	0	1
	DTE REJ (modulo 8) ^{a)}	X	X	X	0	1	0	0	1
	DTE REJ (modulo 128) ^{a)}	0	0	0	0	1	0	0	1
Reset indication	Reset request	0	0	0	1	1	0	1	1
DCE reset confirmation	DTE reset confirmation	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Restart</i>									
Restart indication	Restart request	1	1	1	1	1	0	1	1
DCE restart confirmation	DTE restart confirmation	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diagnostic</i>									
Diagnostic ^{a)}		1	1	1	1	0	0	0	1

^{a)} Not necessarily available on every network.

Note – A bit which is indicated as “X” may be set to either 0 or 1 as indicated in the text.



Note 1 – Coded 0X01 (modulo 8) or 0X10 (modulo 128).

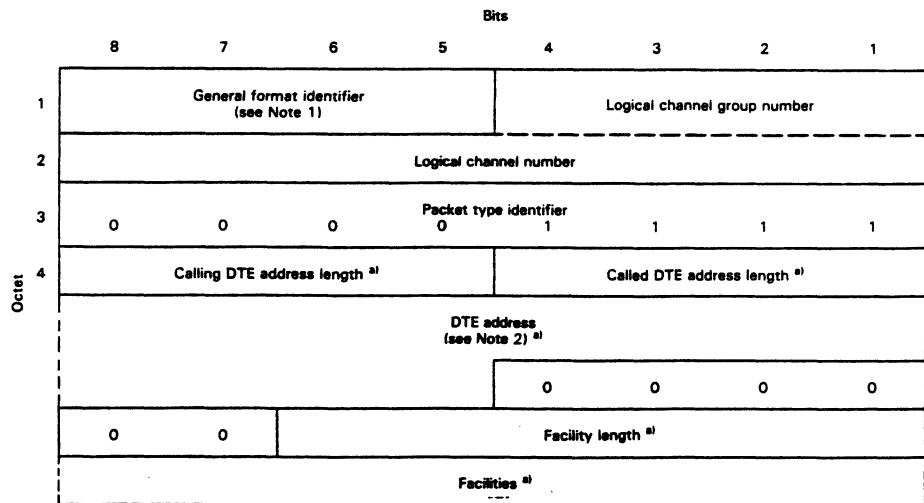
Note 2 – The figure is drawn assuming a single address is present consisting of an odd number of digits.

Note 3 — Bits 8 and 7 of the first octet of the *call user data* field may have particular significance (see § 6.2.1).

Note 4 – Maximum length of the *call user data* field is 16 octets.

FIGURE 1/X.25

Call request and incoming call packet format



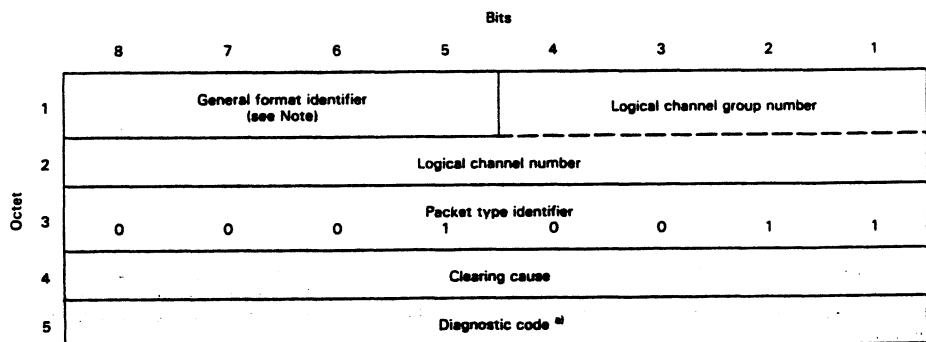
^{a1} These fields are not mandatory in *call accepted* packets (see § 6.2.2).

Note 1 – Coded 0X01 (modulo 8) or 0X10 (modulo 128).

Note 2 – The figure is drawn assuming a single address is present consisting of an odd number of digits.

FIGURE 2/X.25

Call accepted and call connected packet format



^{a1} This field is not mandatory in *clear request* packets.

Note – Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

FIGURE 3/X.25

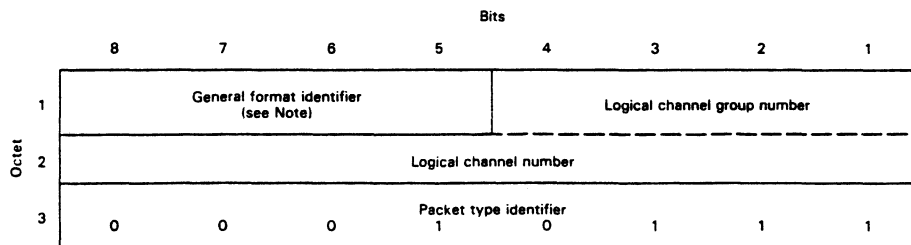
Clear request and clear indication packet format

TABLE 9/X.25

Coding of clearing cause field in clear indication packet

	Bits							
	8	7	6	5	4	3	2	1
DTE originated	0	0	0	0	0	0	0	0
Number busy	0	0	0	0	0	0	0	1
Out of order	0	0	0	0	1	0	0	1
Remote procedure error	0	0	0	1	0	0	0	1
Reverse charging acceptance not subscribed ^{a1}	0	0	0	1	1	0	0	1
Incompatible destination	0	0	1	0	0	0	0	1
Fast select acceptance not subscribed ^{a1}	0	0	1	0	1	0	0	1
Invalid facility request	0	0	0	0	0	0	1	1
Access barred	0	0	0	0	1	0	1	1
Local procedure error	0	0	0	1	0	0	1	1
Network congestion	0	0	0	0	0	1	0	1
Not obtainable	0	0	0	0	1	1	0	1
RPOA out of order ^{a1}	0	0	0	1	0	1	0	1

^{a1} May be received only if the corresponding optional user facility is used.



Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

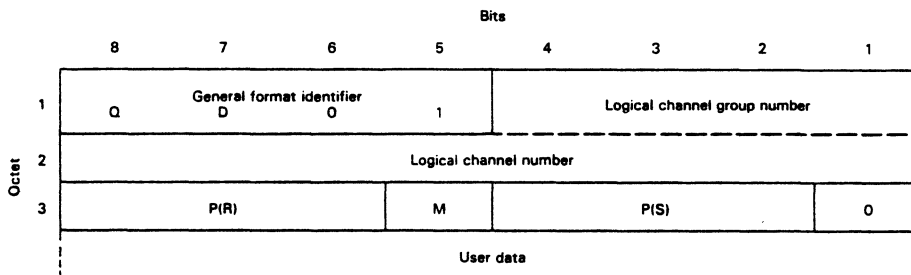
FIGURE 4/X.25

DTE and DCE clear confirmation packet format

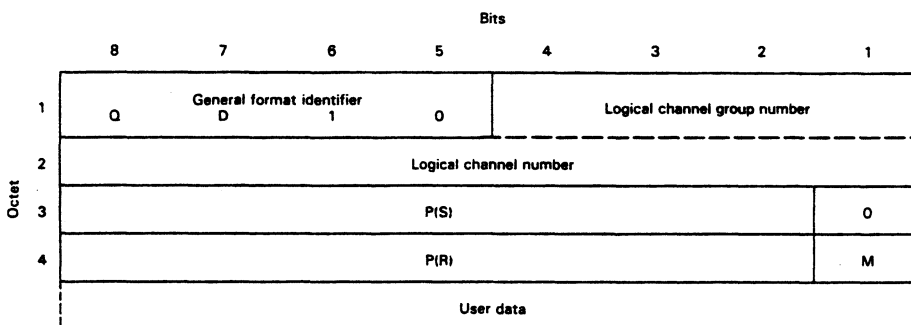
6.3 Data and interrupt packets

6.3.1 DTE and DCE data packets

Figure 5/X.25 illustrates the format of the DTE and DCE data packets.



(Modulo 8)

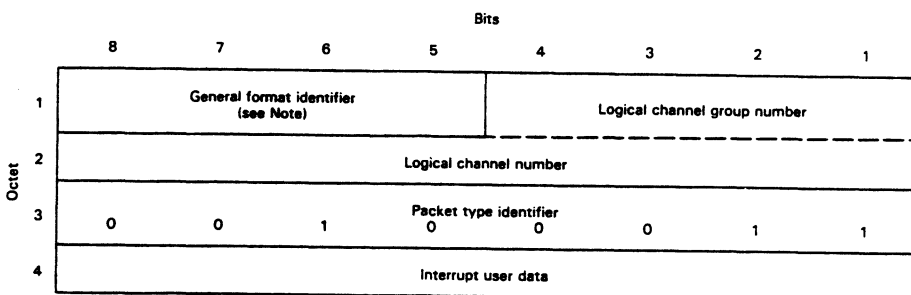


(When extended to modulo 128)

D Delivery confirmation bit
M More data bit
Q Qualifier bit

FIGURE 5/X.25

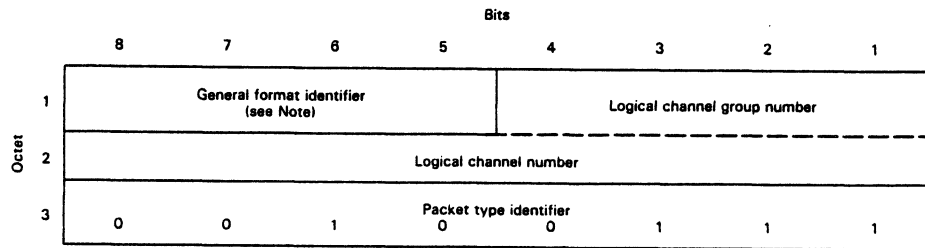
DTE and DCE data packet format



Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

FIGURE 6/X.25

DTE and DCE interrupt packet format



Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

FIGURE 7/X.25

DTE and DCE interrupt confirmation packet format

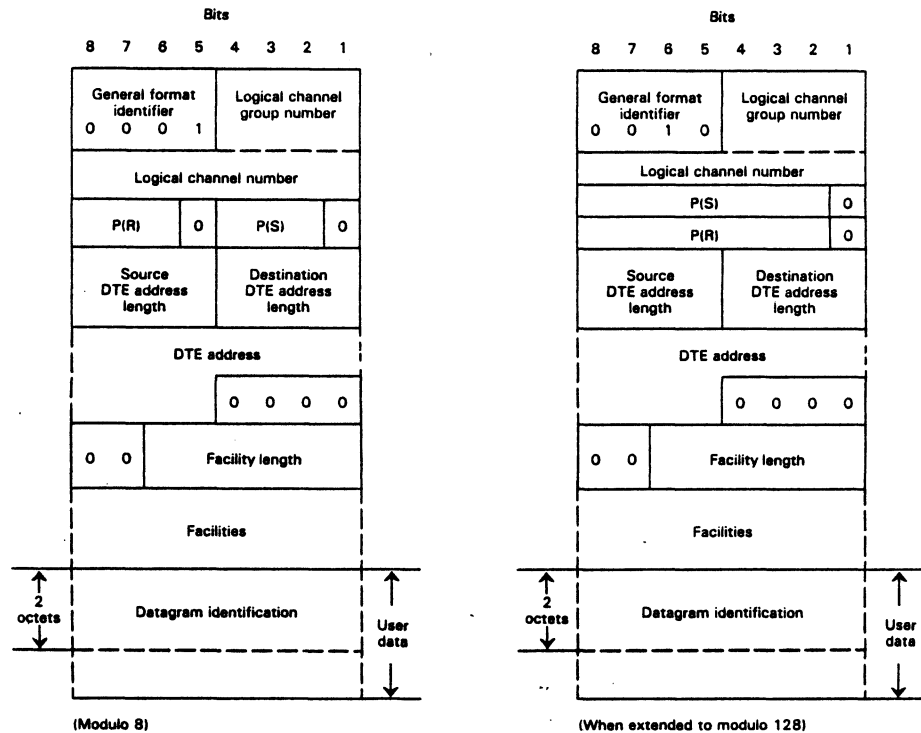


FIGURE 8/X.25

DTE and DCE datagram packet format

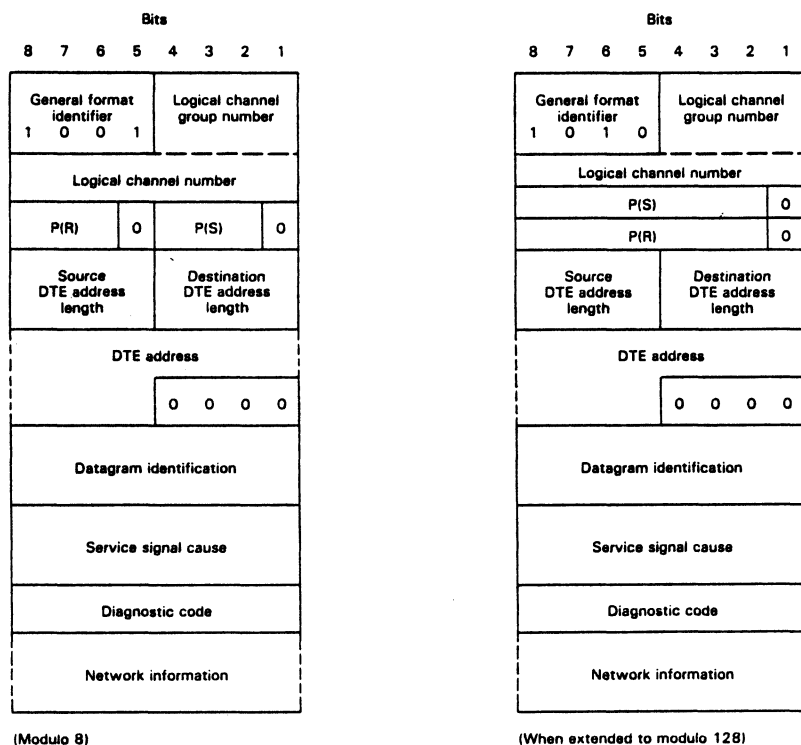


FIGURE 9/X.25

Datagram service signal packet format

TABLE 10/X.25

Coding of cause field in datagram service signal packet

		Bits							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Datagram service signal – specific									
Datagram rejected									
Local procedure error		0	0	0	1	0	0	1	1
Invalid facility request		0	0	0	0	0	0	1	1
Access barred		0	0	0	0	1	0	1	1
Not obtainable		0	0	0	0	1	1	0	1
Incompatible destination		0	0	1	0	0	0	0	1
Reverse charging acceptance not subscribed		0	0	0	1	1	0	0	1
Datagram non delivery indication (see Note 1)									
Network congestion		0	0	0	0	0	1	0	1
Out of order		0	0	0	0	1	0	0	1
Number busy (destination queue full)		0	0	0	0	0	0	0	1
Remote procedure error		0	0	0	1	0	0	0	1
Datagram delivery confirmation (see Note 2)									
Delivery confirmation		0	0	1	1	0	0	0	1
Datagram service signal – general									
Local DCE queue overflow (see Note 3)		0	1	1	1	1	1	1	1
Network congestion		0	1	0	0	0	1	1	1
Network operational		0	1	0	0	1	1	1	1

Note 1 – Issued only when the *non delivery indication* facility (see § 7.3.4) has been requested.

Note 2 – Issued only when the *delivery confirmation* facility (see § 7.3.5) has been requested.

Note 3 – For further study.

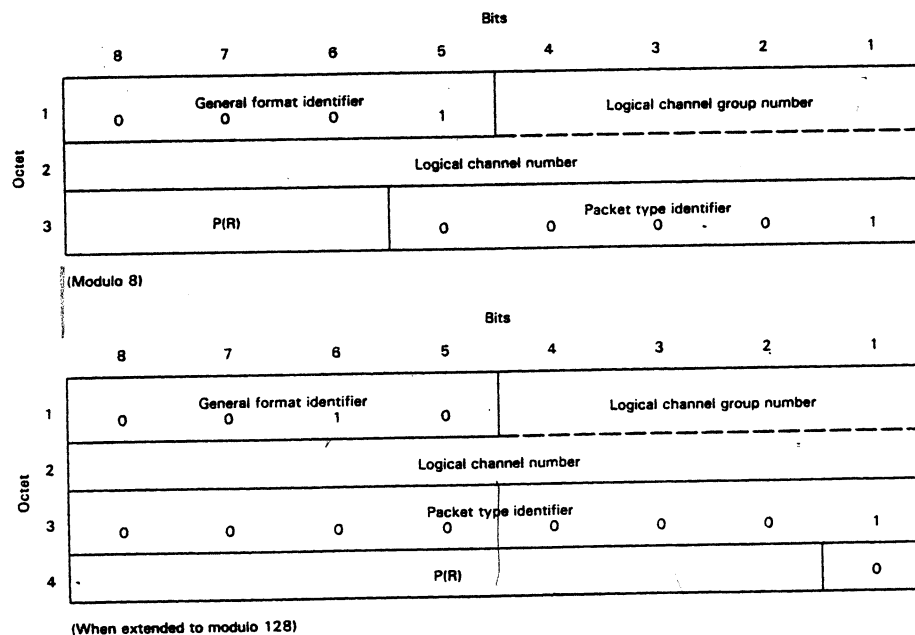


FIGURE 10/X.25
DTE and DCE RR packet format

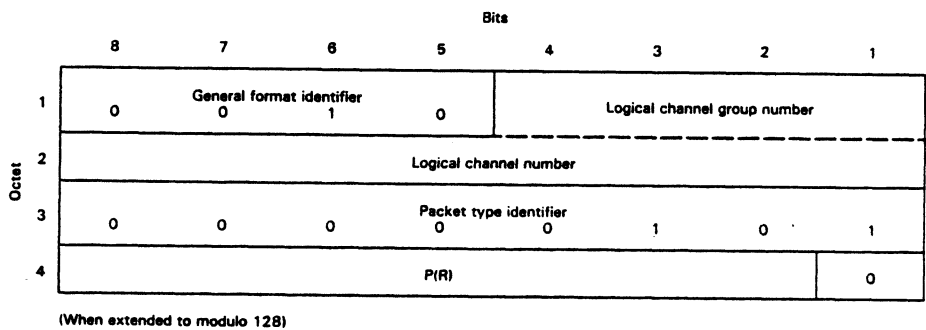
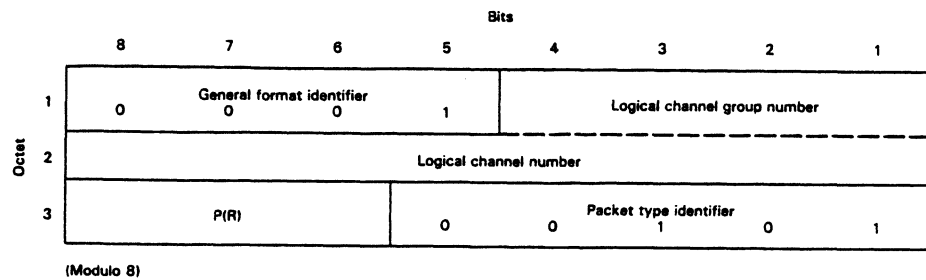
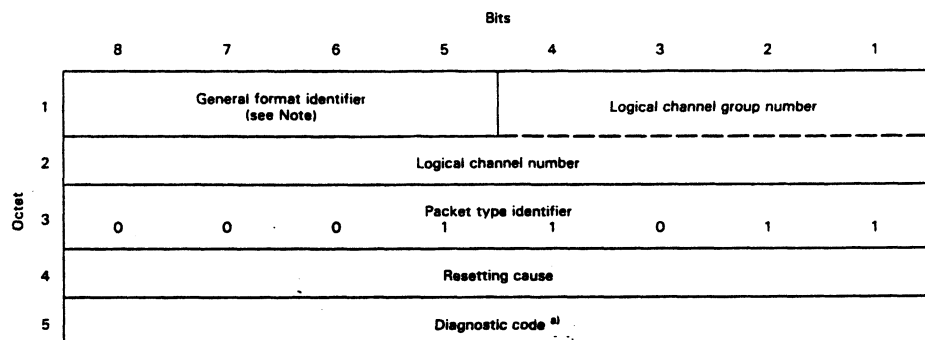


FIGURE 11/X.25
DTE and DCE RNR packet format



^{a)} This field is not mandatory in *reset request* packets.

Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

FIGURE 12/X.25
Reset request and reset indication packet format

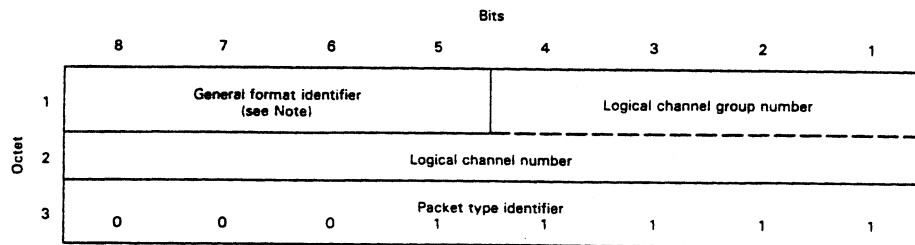
TABLE 11/X.25
Coding of resetting cause field in reset indication packet

	Bits							
	8	7	6	5	4	3	2	1
DTE originated ^{a)}	0	0	0	0	0	0	0	0
Out of order ^{b)}	0	0	0	0	0	0	0	1
Remote procedure error ^{a)}	0	0	0	0	0	0	1	1
Local procedure error	0	0	0	0	0	1	0	1
Network congestion	0	0	0	0	0	1	1	1
Remote DTE operational ^{b)}	0	0	0	0	1	0	0	1
Network operational ^{c)}	0	0	0	0	1	1	1	1
Incompatible destination ^{a)}	0	0	0	1	0	0	0	1

^{a)} Applicable to virtual calls and permanent virtual circuits only.

^{b)} Applicable to permanent virtual circuits only.

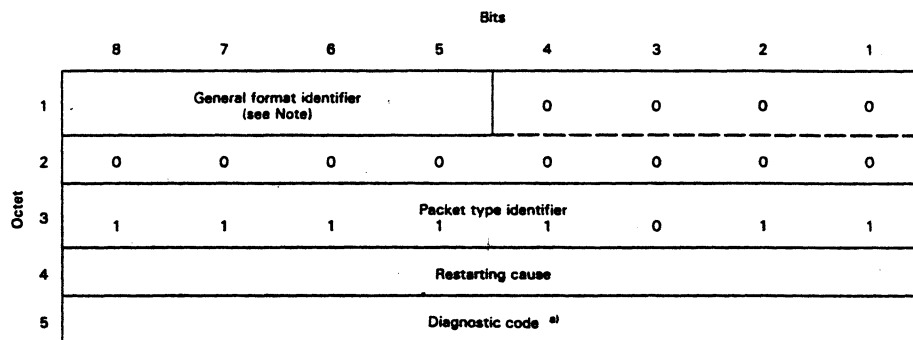
^{c)} Applicable to permanent virtual circuits and datagram logical channels only.



Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

FIGURE 13/X.25

DTE and DCE reset confirmation packet format



^{a)} This field is not mandatory in *restart request* packets.

Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

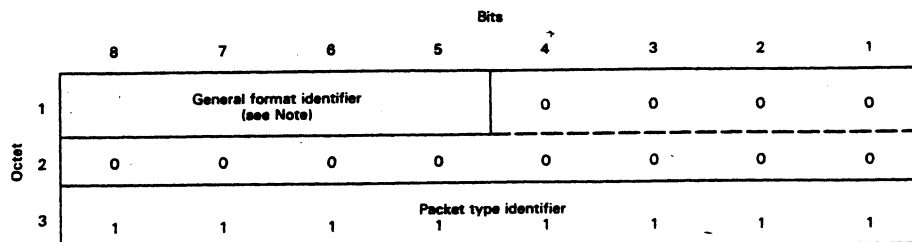
FIGURE 14/X.25

Restart request and restart indication packet format

TABLE 12/X.25

Coding of the restarting cause field in restart indication packets

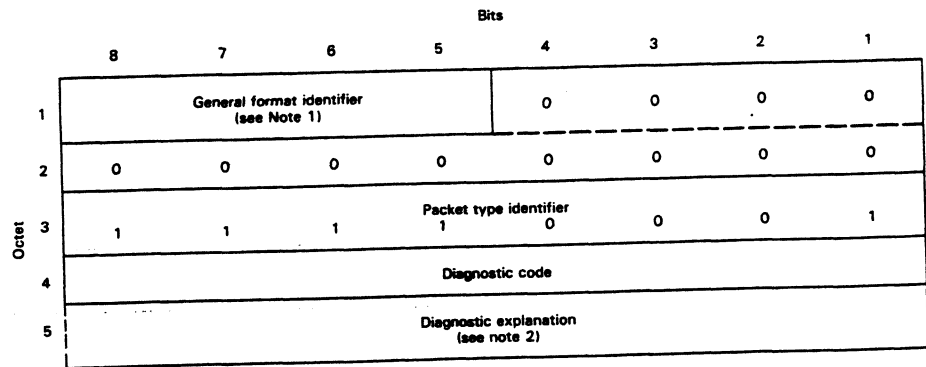
	Bits							
	8	7	6	5	4	3	2	1
Local procedure error	0	0	0	0	0	0	0	1
Network congestion	0	0	0	0	0	0	1	1
Network operational	0	0	0	0	0	1	1	1



Note - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

FIGURE 15/X.25

DTE and DCE restart confirmation packet format



Note 1 - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

Note 2 - The figure is drawn assuming the diagnostic explanation field is an integral number of octets in length.

FIGURE 16/X.25
Diagnostic packet format

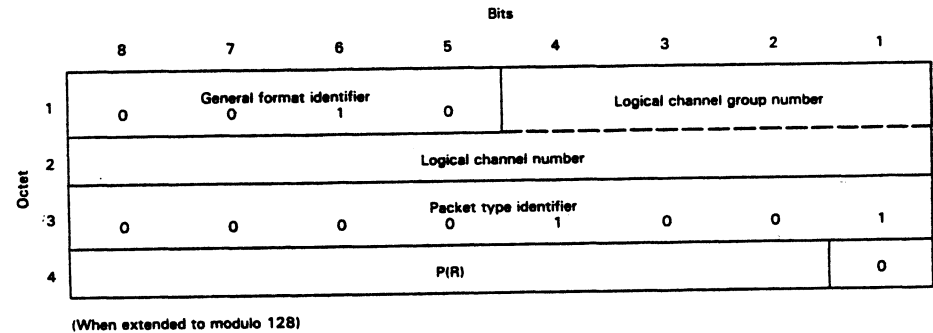
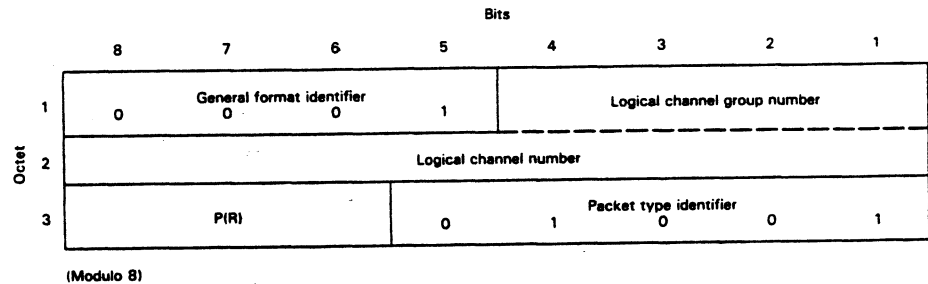
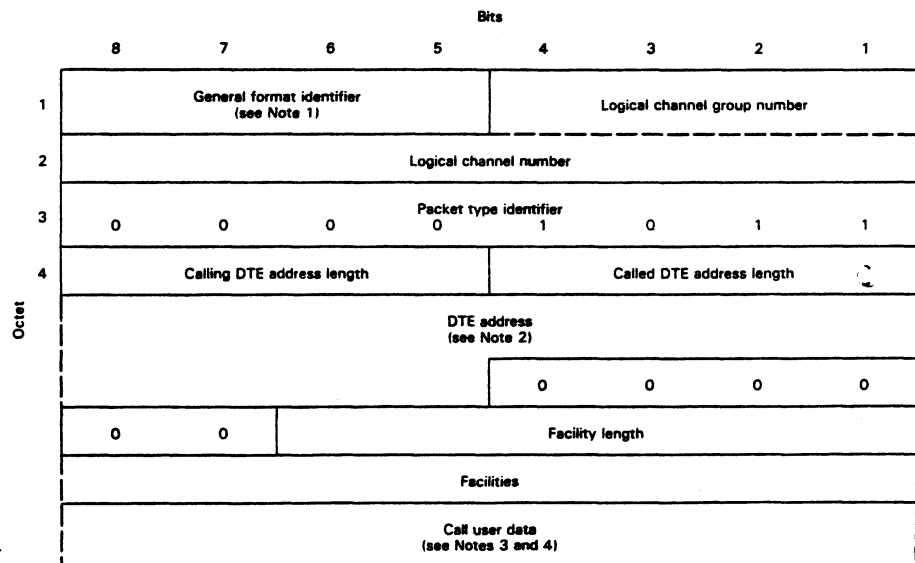


FIGURE 17/X.25
DTE RJE packet format



Note 1 - Coded 0X01 (modulo 8) or 0X10 (modulo 128).

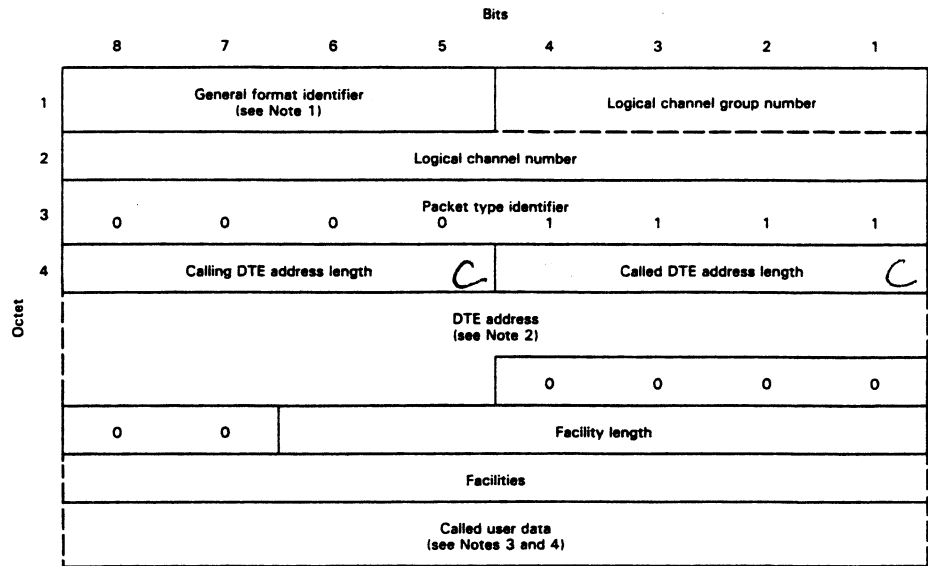
Note 2 - The figure is drawn assuming a single address is present consisting of an odd number of digits.

Note 3 - Bits 8 and 7 of the first octet of the call user data field may have particular significance (see § 6.2.1).

Note 4 - Maximum length of the call user data field is 128 octets.

FIGURE 18/X.25
Call request and incoming call packet format for the fast select facility

11



Note 1 - Coded 0X01 (modulo 8) or 0X10 (modulo 128).

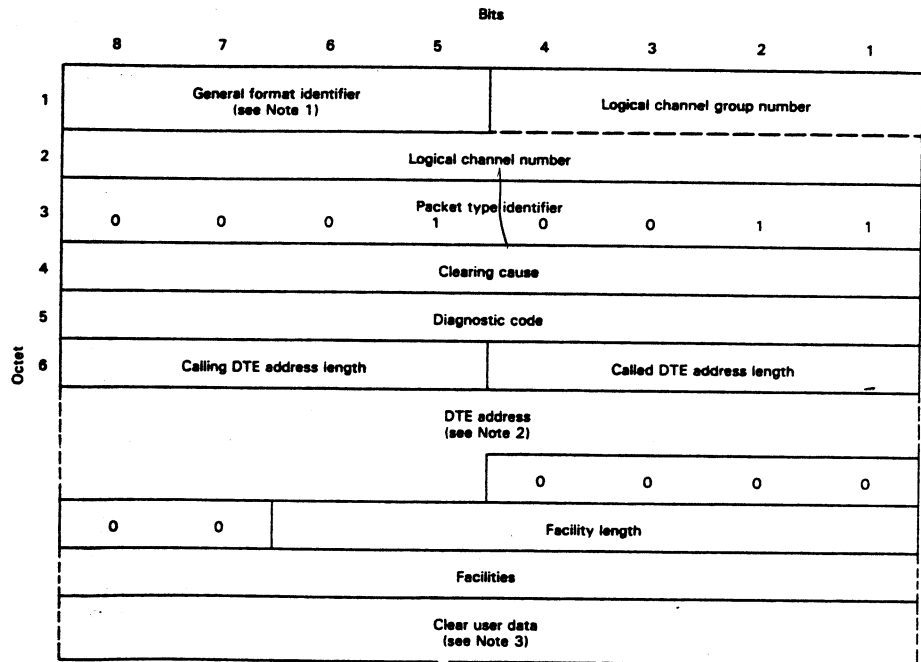
Note 2 - The figure is drawn assuming a single address is present consisting of an odd number of digits.

Note 3 - Bits 8 and 7 of the first octet of the called user data field may have particular significance (see § 6.8.2.2).

Note 4 - Maximum length of the call user data field is 128 octets.

FIGURE 19/X.25

Call accepted and call connected packet format for the fast select facility



Note 1 - Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128).

Note 2 - The figure is drawn assuming a single address is present consisting of an odd number of digits.

Note 3 - Maximum length of the clear user data field is 128 octets.

FIGURE 20/X.25

Clear request and clear indication packet format for the fast select facility

TABLE 13/X.25

Valid facility requests in call accepted packets in response to facility indications in incoming call packets

Facility indication	Valid facility request
$W(\text{indicated}) \geq 2$ $W(\text{indicated}) = 1$	$W(\text{indicated}) \geq W(\text{requested}) \geq 2$ $W(\text{requested}) = 1 \text{ or } 2$
$P(\text{indicated}) \geq 128$ $P(\text{indicated}) < 128$	$P(\text{indicated}) \geq P(\text{requested}) \geq 128$ $128 \geq P(\text{requested}) \geq P(\text{indicated})$

When the calling DTE has subscribed to the *flow control parameter negotiation* facility, every *call connected* packet will indicate the packet and window sizes to be used at the DTE/DCE interface for the call. The only valid facility indications in the *call connected* packet, as a function of the facility requests in the *call request* packet, are given in Table 14/X.25.

TABLE 14/X.25

Valid facility indications in call connected packets in response to facility requests in call request packets

Facility request	Valid facility indication
$W(\text{requested}) \geq 2$ $W(\text{requested}) = 1$	$W(\text{requested}) \geq W(\text{indicated}) \geq 2$ $W(\text{indicated}) = 1 \text{ or } 2$
$P(\text{requested}) \geq 128$ $P(\text{requested}) < 128$	$P(\text{requested}) \geq P(\text{indicated}) \geq 128$ $128 \geq P(\text{indicated}) \geq P(\text{requested})$

TABLE 15/X.25

Bits	8	7	6	5	4	3	2	1	
Class A	0	0	X	X	X	X	X	X	for single octet parameter field
Class B	0	1	X	X	X	X	X	X	for double octet parameter field
Class C	1	0	X	X	X	X	X	X	for triple octet parameter field
Class D	1	1	X	X	X	X	X	X	for variable length parameter field

TABLE 16/X.25

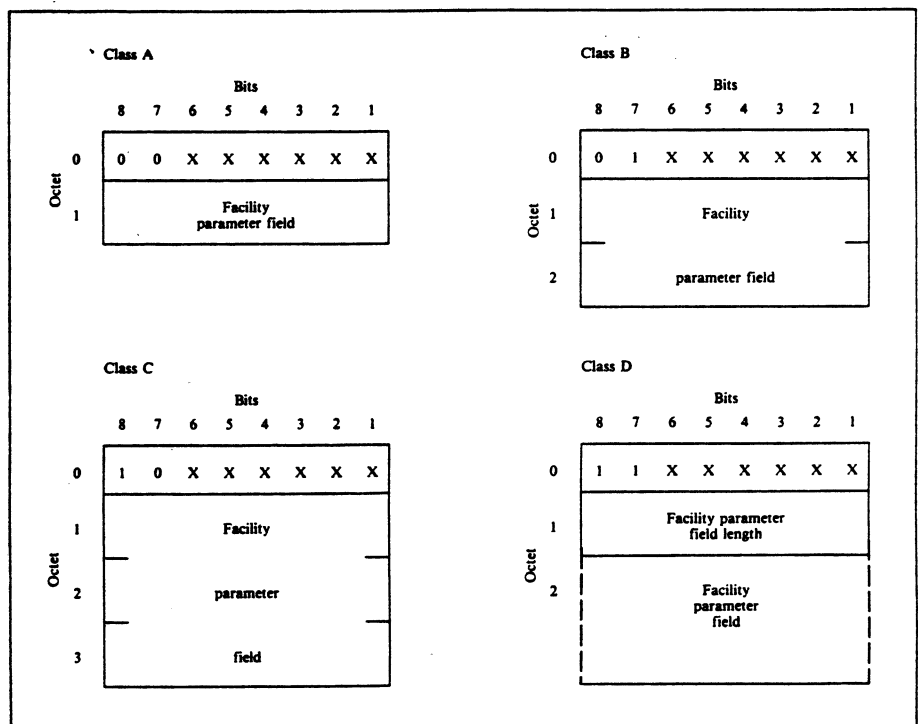


TABLE 17/X.25

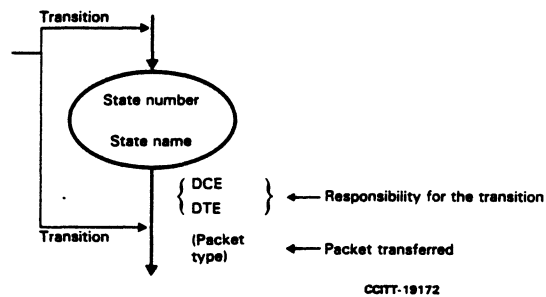
Bits: or Bits:	4	3	2	1	Throughput class (bit/s)
	8	7	6	5	
0	0	0	0	0	Reserved
0	0	0	0	1	Reserved
0	0	0	1	0	Reserved
0	0	0	1	1	75
0	0	1	0	0	150
0	0	1	0	1	300
0	0	1	1	0	600
0	0	1	1	1	1 200
1	0	0	0	0	2 400
1	0	0	0	1	4 800
1	0	0	1	0	9 600
1	0	0	1	1	19 200
1	0	1	0	0	48 000
1	0	1	0	1	Reserved
1	0	1	1	0	Reserved
1	0	1	1	1	Reserved

ANNEX B

(to Recommendation X.25)

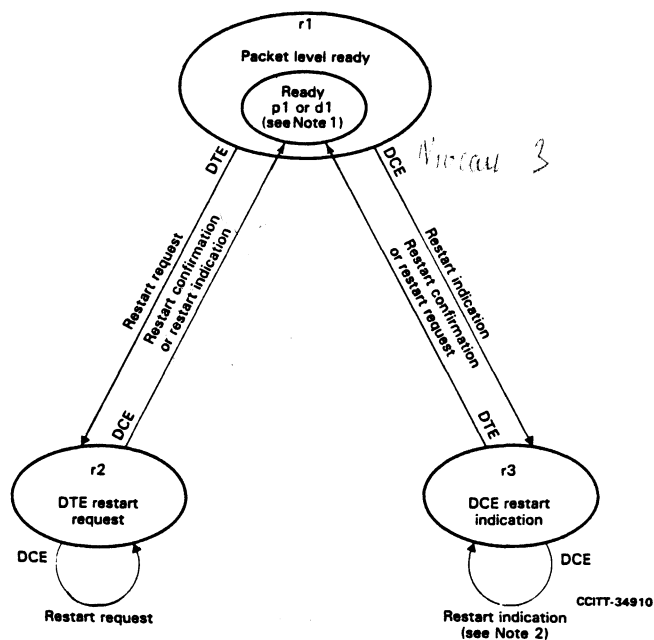
Packet level DTE/DCE interface state diagrams

B.1 Symbol definition of the state diagrams



Note 1 - Each state is represented by an ellipse wherein the state name and number are indicated.

Note 2 - Each state transition is represented by an arrow. The responsibility for the transition (DTE or DCE) and the packet that has been transferred is indicated beside that arrow.

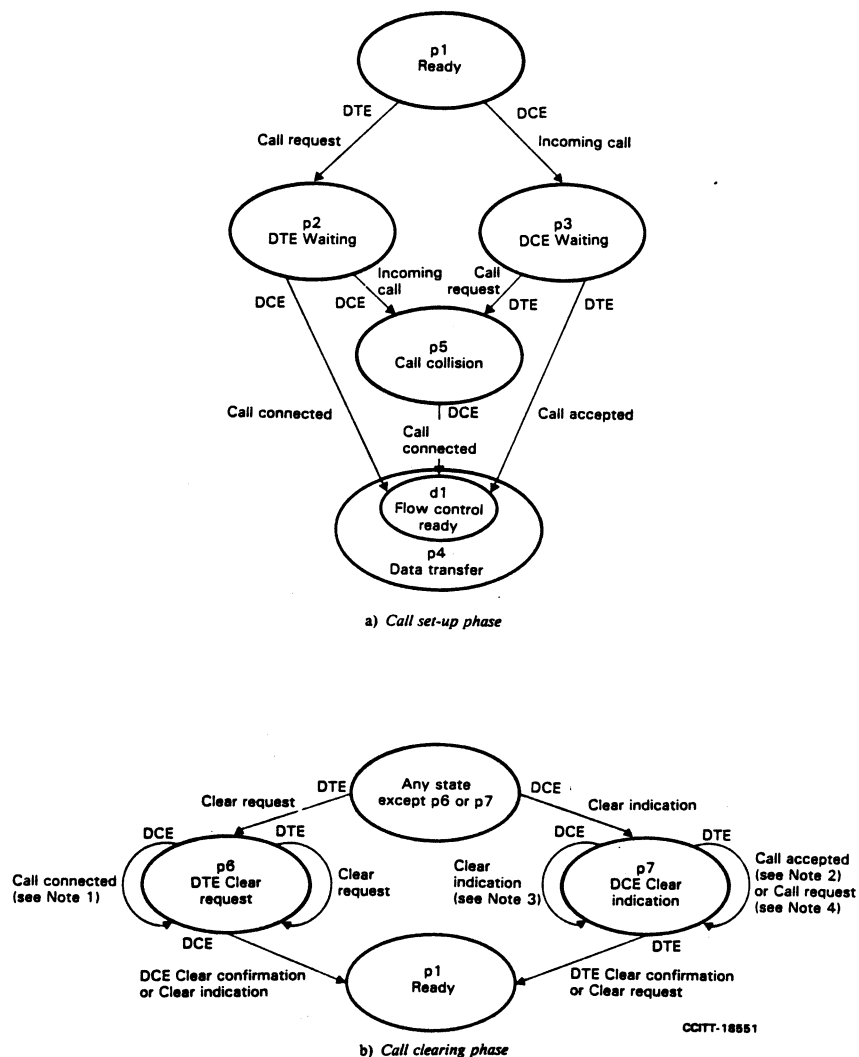


Note 1 - State p1 for virtual calls or state d1 for permanent virtual circuits and datagrams.

Note 2 - This transition may take place after time-out T10.

FIGURE B-1/X.25

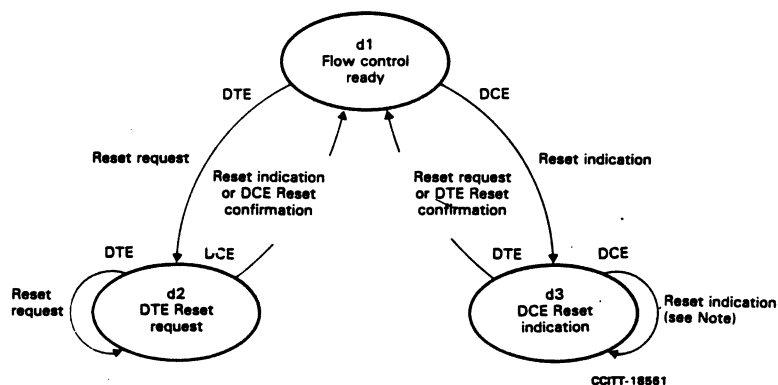
Diagram of states for the transfer of restart packets



- Note 1 - This transition is possible only if the previous state was DTE Waiting (p2).
 Note 2 - This transition is possible only if the previous state was DCE Waiting (p3).
 Note 3 - This transition may take place after time-out T13.
 Note 4 - This transition is possible only if the previous state was Ready (p1) or DCE Waiting (p3).

FIGURE B-2/X.25

Diagram of states for the transfer of call set-up and call clearing packets within the packet level ready (r1) state



- Note - This transition may take place after time-out T12.

FIGURE B-3/X.25

Diagram of states for the transfer of reset packets within the data transfer (p4) state

TABLE C-2/X.25

Action taken by the DCE on receipt of packets in a given state of the packet level DTE/DCE interface as perceived by the DCE: restart procedure for assigned logical channels

Packet from the DTE with assigned logical channel	State of the interface as perceived by the DCE	Packet level ready	DTE restart request	DCE restart indication
		r1	r2	r3
Restart request		NORMAL (r2)	DISCARD (r2)	NORMAL (p1 or d1) (see Note 2)
DTE restart confirmation		ERROR (r3) # 17	ERROR (r3) # 18	NORMAL (p1 or d1) (see Note 2)
Data, datagram, interrupt, call set-up and clearing, flow control or reset		(see Table C-3/X.25)	ERROR (r3) # 18	DISCARD (r3)
Restart request or DTE restart confirmation with bits 1 to 4 of octet 1 or bits 1 to 8 of octet 2 unequal to zero		(see Table C-3/X.25)	ERROR (r3) # 41	DISCARD (r3)
Packets having a packet type identifier which is shorter than 1 octet or is not supported by the DCE		(see Table C-3/X.25)	ERROR (r3) # 38 # 33	DISCARD (r3)

The figures in brackets are the new states to be entered.
The number following the symbol # is the diagnostic code (see Note 1).

NORMAL: The action taken by the DCE follows the procedures as defined in § 3. If a *restart request* packet or DTE *restart confirmation* packet received in state r3 exceeds the maximum permitted length, the DCE will invoke the *error* procedure with diagnostic # 39 and enter state r3. If a *restart request* packet received in state r1 exceeds the maximum permitted length, the action taken by the DCE is for further study.

DISCARD: The DCE discards the received packet and takes no subsequent action as a direct result of receiving that packet.

ERROR: The DCE discards the received packet and indicates a restarting by transmitting to the DTE a *restart indication* packet, with the cause "Local procedure error" (diagnostic per Table C-2/X.25). If connected through the virtual call, the distant DTE is also informed of the restarting by a *clear indication* packet, with the cause "Remote procedure error" (same diagnostic). In the case of a permanent virtual circuit, the distant DTE will be informed by a *reset indication* packet, with the cause "Remote procedure error" (same diagnostic).

If a *restart indication* is issued as a result of an error condition in state r2, the DCE should eventually consider the DTE/DCE interface to be in the *packet level ready* state (r1).

Note 1 - There may be more than one error associated with a packet. The network will stop normal processing of a packet when an error is encountered. Thus only one diagnostic code is associated with an ERROR indication by the DCE. The order of packet decoding and checking on networks is not standardized.

Note 2 - p1 for logical channels assigned to virtual calls; d1 for logical channels assigned to permanent virtual circuits and datagrams.

TABLE C-3/X.25

Action taken by the DCE on receipt of packets in a given state of the packet level DTE/DCE interface as perceived by the DCE: call set-up and clearing on assigned logical channel

Packet from the DTE with assigned logical channel	State of the interface as perceived by the DCE	Packet level ready r1					
		Ready p1	DTE Waiting p2 (see Note 3)	DCE Waiting p3 (see Note 2)	Data transfer p4	Call collision p5 (see Notes 2, 3)	DTE Clear request p6
Call request		NORMAL (p2) (see Note 4)	ERROR (p7) # 21	NORMAL (p4) (see Note 4)	ERROR (p7) (see Note 5) # 23	ERROR (p7) # 24	DISCARD (p7) # 25
Call accepted		ERROR (p7) # 20	ERROR (p7) # 21	NORMAL (p4) (see Note 6) ERROR (p7) (see Note 7) # 42	ERROR (p7) (see Note 5) # 23	ERROR (p7) # 24	DISCARD (p7) # 25
Clear request		NORMAL (p6)	NORMAL (p6)	NORMAL (p6)	NORMAL (p6) (see Note 5)	DISCARD (p6)	NORMAL (p1)
DTE Clear confirmation		ERROR (p7) # 20	ERROR (p7) # 21	ERROR (p7) # 22	ERROR (p7) (see Note 5) # 23	ERROR (p7) # 24	NORMAL (p1) # 25
Data, datagram, interrupt, reset or flow control		ERROR (p7) # 20	ERROR (p7) # 21	ERROR (p7) # 22	See Table C-4/X.25	ERROR (p7) # 24	DISCARD (p7) # 25
Restart request or DTE Restart confirmation with bits 1 to 4 of octet 1 or bits 1 to 8 of octet 2 unequal to zero		ERROR (p7) # 41	ERROR (p7) # 41	ERROR (p7) # 41	See Table C-4/X.25	ERROR (p7) # 41	DISCARD (p7) # 41
Packets having a packet type identifier which is shorter than one octet or is not supported by the DCE		ERROR (p7) # 38 # 33	ERROR (p7) # 38 # 33	ERROR (p7) # 38 # 33	See Table C-4/X.25	ERROR (p7) # 38 # 33	DISCARD (p7) # 38 # 33

The figures in brackets are the new states to be entered.
The number following the symbol # is the diagnostic code (see Note 1).

Nedenfor er vist et skema for Restart tilstande.

	STATE OF THE INTERFACE AS PERCEIVED BY THE DTE	
	DTE Restart Request R2	DCE Restart Indication R3
Packet from the DCE with Assigned Logical Channel		
INCOMING CALL/CALL CONNECTED	DISCARD (R2)	ERROR (R2)
DCE CLEAR INDICATION/CONFIRMATION	DISCARD (R2)	ERROR (R2)
DATA, INTERRUPT, INTERRUPT CONFIRMA- TION, FLOW CONTROL (RR, RNR, RESET REQUEST/CONF)	DISCARD (R2)	ERROR (R2)
RESTART INDICATION/CONFIRMATION WITH LCN NOT EQUAL TO ZERO	DISCARD (R2)	ERROR (R2)
PACKET EXCEEDING MAX LENGTH	DISCARD (R2)	ERROR (R2)
UNIDENTIFIABLE PACKET TYPE OR TOO SHORT PACKET	DISCARD (R2)	ERROR (R2)
BAD GFI	DISCARD (R2)	DISCARD (R3)
DCE RESTART INDICATION	NORMAL (P1)	DISCARD (R3)
DCE RESTART CONFIRMATION	NORMAL (P1)	ERROR (R2)

STATE OF THE INTERFACE AS PERCEIVED BY THE DTE							
Packet from DCE with assigned Logical Channel	Ready P1	DTE Waiting P2	DCE Waiting P3	Data Transfer P4	Call Collision P5	DTE Clear Re P6	DCE Clear Ind P7
INCOMING CALL	NORMAL (P3)	NORMAL (P5)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	DISCARD (P6)	DISCARD (P6)
CALL CONNECTED	ERROR (P6)	NORMAL (P4)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	DISCARD (P6)	ERROR (P6)
DCE CLEAR INDICATION	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)	NORMAL (P1)	DISCARD (P7)
DCE CLEAR CONFIRMATION	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	NORMAL (P1)	ERROR (P6)
DATA, INTERRUPT, RESET, OR FLOW CONTROL	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	NORMAL (P4)	RTTQT (P6)	DISCARD (P6)	ERROR (P6)
RESTART REQUEST OR RESTART CONFIRMA- TION WITH LCN NOT EQUAL TO ZERO	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P2)	ERROR (P6)	DISCARD (P6)	ERROR (P6)
PACKET EXCEEDING MAX LENGTH, TOO SHORT PACKET, OR UNIDENTIFIABLE PACKET TYPE	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P2)	ERROR (P6)	DISCARD (P6)	ERROR (P6)
BAD GFI	DISCARD (P1)	DISCARD (P2)	DISCARD (P3)	DISCARD (P4)	DISCARD (P5)	DISCARD (P6)	DISCARD (P7)
RESTART INDICATION	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)
RESTART CONFIRMA- TION	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)

State Diagrams for Call Establishment

TABLE C-4/X.25

Action taken by the DCE on receipt of packets in a given state of the packet level DTE/DCE interface as perceived by the DCE:
data transfer (flow control and reset) on assigned logical channels

Packet from the DTE with assigned logical channel	State of the interface as perceived by the DCE	Data transfer p4		
		Flow control ready d1	DTE Reset request d2	DCE Reset indication d3
Reset request		NORMAL (d2)	DISCARD (d2)	NORMAL (d1)
DTE Reset confirmation		ERROR (d3) # 27	ERROR (d3) # 28	NORMAL (d1)
Data, datagram, interrupt or flow control		NORMAL (d1) (see Note 2)	ERROR (d3) # 28	DISCARD (d3)
Restart request or DTE Restart confirmation with bits 1 to 4 of octet 1 or bits 1 to 8 of octet 2 unequal to zero		ERROR (d3) # 41	ERROR (d3) # 41	DISCARD (d3)
Packets having a packet type identifier which is shorter than one octet or is not supported by the DCE		ERROR (d3) # 27	ERROR (d3) # 28	DISCARD (d3)
Invalid packet type on a permanent virtual circuit		ERROR (d3) # 35	ERROR (d3) # 35	DISCARD (d3)
Reject packet not subscribed		ERROR (d3) # 37	ERROR (d3) # 37	DISCARD (d3)

The figures in brackets are the new states to be entered.
The number following the symbol # is the diagnostic code (see Note 1).

NORMAL: The action taken by the DCE follows the procedures as defined in §§ 4 and 5. If the packet exceeds the maximum permitted length, the DCE will invoke the ERROR procedure using diagnostic code # 39 and enter state d3.

DISCARD: The DCE discards the received packet and takes no subsequent action as a direct result of receiving that packet.

ERROR: The DCE discards the received packet and indicates a reset by transmitting to the DTE a *reset indication* packet, with the cause "Local procedure error" (diagnostic per Table C-4/X.25). For virtual calls and permanent virtual circuits, the distant DTE is also informed of the reset by a *reset indication* packet, with the cause "Remote procedure error" (same diagnostic).

If a *reset indication* is issued as a result of an error condition in state d2 for permanent virtual circuits and datagram logical channels, the DCE should eventually consider the DTE/DCE interface to be in the *flow control ready* state (d1). In this case, the action to be taken on a virtual call is for further study.

Note 1 – There may be more than one error associated with a packet (e.g., invalid P(S) and invalid P(R)). The network will stop processing of the packet when an error is encountered. Thus only one diagnostic code is associated with an ERROR indication by the DCE. The order of packet decoding and checking on networks is not standardized.

Note 2 – If the P(S) or P(R) received is not valid, the DCE will invoke the ERROR procedure with diagnostics # 1 and # 2 respectively, and enter state d3.

The DCE will consider the receipt of a *DTE interrupt confirmation* packet which does not correspond to a yet unconfirmed *DCE interrupt* packet as an error and will reset the virtual call or permanent circuit (diagnostic # 43). The DCE will either discard or consider as an error a *DTE interrupt* packet received before a previous *DTE interrupt* packet has been confirmed (diagnostic # 44).

STATE OF THE INTERFACE AS PERCEIVED BY THE DTE			
Packet from the DCE with Assigned Logical Channel	Flow Control Ready	DTE Reset Request	DCE Reset Indication
Number	(D1)	(D2)	(D3)
INCOMING CALL/CALL CONNECTED	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)
CLEAR INDICATION	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)
CLEAR CONFIRMATION	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)
DATA, RR, RNR, OR INTERRUPT	NORMAL (D1)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
INTERRUPT CONFIRMATION	ERROR (D2)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
RESET INDICATION	NORMAL (D3)	NORMAL (D1)	DISCARD (D3)
RESET CONFIRMATION	ERROR (D2)	NORMAL (D1)	ERROR (D2)
RESTART INDICATION OR CONFIRMATION WITH LCN NOT EQUAL TO ZERO	ERROR (D2)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
PACKET EXC MAX LENGTH, TOO SHORT	ERROR (D2)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
PACKET OR UNIDENTIFIABLE PACKET	DISCARD (D1)	DISCARD (D2)	DISCARD (D3)
BAD GFI	DISCARD (D1)	DISCARD (D2)	DISCARD (D3)
RESTART INDICATION	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)
RESTART CONFIRMATION	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)

Med hensyn til "Data Transfer State Diagrams" se nedenstående tabel under tilstand D1.

STATE OF THE INTERFACE AS PERCEIVED BY THE DTE			
Packet from the DCE with Assigned Logical Channel Number	Flow Control Ready (D1)	DTE Reset Request (D2)	DCE Reset Indication (D3)
INCOMING CALL/CALL CONNECTED	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)
CLEAR INDICATION	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)	NORMAL (P7)
CLEAR CONFIRMATION	ERROR (P6)	ERROR (P6)	ERROR (P6)
DATA, RR, RNR, OR INTERRUPT	NORMAL (D1)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
INTERRUPT CONFIRMATION	ERROR (D2)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
RESET INDICATION	NORMAL (D3)	NORMAL (D1)	DISCARD (D3)
RESET CONFIRMATION	ERROR (D2)	NORMAL (D1)	ERROR (D2)
RESTART INDICATION OR CONFIRMA- TION WITH LCN NOT EQUAL TO ZERO	ERROR (D2)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
PACKET EXC MAX LENGTH, TOO SHORT PACKET OR UNIDENTIFIABLE PACKET	ERROR (D2)	DISCARD (D2)	ERROR (D2)
BAD GFI	DISCARD (D1)	DISCARD (D2)	DISCARD (D3)
RESTART INDICATION	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)	NORMAL (R3)
RESTART CONFIRMATION	ERROR (R2)	ERROR (R2)	ERROR (R2)

TABLE D-1/X.25

DCE Time-outs

Time-out number	Time-out value	State of the logical channel	Started when	Normally terminated when	Actions to be taken when the time-out expires (see Note 1)	
					Local side	Remote side
T10	60 s	r3	DCE issues a <i>restart indication</i>	DCE leaves the r3 state (i.e., the <i>restart confirmation</i> or <i>restart request</i> is received)	DCE remains in r3 and may issue a <i>diagnostic packet</i> (see Note 2)	For permanent virtual circuits, DCE enters the d3 state signalling a <i>reset indication</i> (remote procedure error)
T11	180 s	p3	DCE issues an <i>incoming call</i>	DCE leaves the p3 state (e.g., the <i>call accepted</i> , <i>clear request</i> or <i>call request</i> is received)	DCE enters the p7 state signalling a <i>clear indication</i> (local procedure error)	DCE enters the p7 state signalling a <i>clear indication</i> (remote procedure error)
T12	60 s	d3	DCE issues a <i>reset indication</i>	DCE leaves the d3 state (e.g., the <i>reset confirmation</i> or <i>reset request</i> is received)	For virtual calls, DCE enters the p7 state signalling a <i>clear indication</i> (local procedure error). For permanent virtual circuits and datagram logical channels, DCE remains in d3 and may issue a <i>diagnostic packet</i> (see Note 3)	For virtual calls, DCE enters the p7 state signalling a <i>clear indication</i> (remote procedure error). For permanent virtual circuits, DCE enters the d3 state signalling a <i>reset indication</i> (remote procedure error)
T13	60 s	p7	DCE issues a <i>clear indication</i>	DCE leaves the p7 state (e.g., the <i>clear confirmation</i> or <i>clear request</i> is received)	DCE remains in p7 and may issue a <i>diagnostic packet</i> (see Note 4)	

Note 1 – The following Notes 2, 3 and 4 describe alternative DCE actions on timer expiration. It is envisaged that all networks will eventually conform to Table D-1/X.25; however for an interim period the following procedures may be used.

No values have yet been assigned to the time-out t and the maximum number of retries n applying to the following notes; however it should be noted that some Administrations may use the combination t —infinite, n —zero (i.e., no retries and no recovery action) or t —finite, n —zero (i.e., no retries with recovery action on timer expiration). The values of n and t will not necessarily be the same for the clear, reset and restart procedures.

Note 2 – Alternatively, the DCE will retransmit the *restart indication* at regular intervals of t until a *DTE restart confirmation* is received or a restart collision occurs or a period $(n + 1) t$ elapses since the first transmission of the *restart indication*. If the restart procedure is not completed within the time-out period, appropriate recovery action will be taken.

Note 3 – Alternatively, the DCE will transmit the *reset indication* at regular intervals of t until a *DTE reset confirmation* is received or a reset collision occurs or a period $(n + 1) t$ elapses since the first transmission of the *reset indication*. If the reset procedure is not completed within the time-out period the DCE will either:

- i) clear the virtual call with an indication of procedure error, or
- ii) in the case of permanent virtual circuit forward a *reset indication* (remote procedure error) to the local DTE at regular intervals t until a *DTE reset confirmation* is received or a reset collision occurs.

Note 4 – Alternatively, the DCE will retransmit a *clear indication* at regular intervals of t until a *DTE clear confirmation* is received or a clear collision occurs or a period $(n + 1) t$ elapses since the first retransmission of the *clear indication*. If the clear procedure is not completed within the time-out period, appropriate recovery action will be initiated. The nature of the recovery action is for further study.

TABLE D-2/X.25

DTE Time-limits

Time-out number	Time-limit value	State of the logical channel	Started when	Normally terminated when	Preferred action to be taken when time-limit expires
T20	180 s	r2	DTE issues a <i>restart request</i>	DTE leaves the r2 state (i.e., the <i>restart confirmation</i> or <i>restart indication</i> is received)	To retransmit the <i>restart request</i> (see Note 1)
T21	200 s	p2	DTE issues a <i>call request</i>	DTE leaves the p2 state (e.g., the <i>call connected</i> , <i>clear indication</i> or <i>incoming call</i> is received)	To transmit a <i>clear request</i>
T22	180 s	d2	DTE issues a <i>reset request</i>	DTE leaves the d2 state (e.g., the <i>reset confirmation</i> or <i>reset indication</i> is received)	For virtual calls, to retransmit the <i>reset request</i> or to transmit a <i>clear request</i> For permanent virtual circuits and datagram logical channels, to retransmit the <i>reset request</i> (see Note 2)
T23	180 s	p6	DTE issues a <i>clear request</i>	DTE leaves the p6 state (e.g., the <i>clear confirmation</i> or <i>clear indication</i> is received)	To retransmit the <i>clear request</i> (see Note 2)

Note 1 – After unsuccessful retries, recovery decisions should be taken at higher levels.

Note 2 – After unsuccessful retries, the logical channel should be considered out-of-order. The restart procedure should only be invoked for recovery if reinitialization of all logical channels is acceptable.

ANNEX E
(to Recommendation X.25)

Coding of X.25 network generated diagnostic fields in clear, reset and restart indication and diagnostic packets
(see Notes 1, 2 and 3)

Diagnostics	Bits								Decimal
	8	7	6	5	4	3	2	1	
<i>No additional information</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Invalid P(S)	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Invalid P(R)	0	0	0	0	0	0	1	0	2
.....	0	0	0	0	1	1	1	1	15
<i>Packet type invalid</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	16
For state r1	0	0	0	1	0	0	0	1	17
For state r2	0	0	0	1	0	0	1	0	18
For state r3	0	0	0	1	0	0	1	1	19
For state p1	0	0	0	1	0	1	0	0	20
For state p2	0	0	0	1	0	1	0	1	21
For state p3	0	0	0	1	0	1	1	0	22
For state p4	0	0	0	1	0	1	1	1	23
For state p5	0	0	0	1	1	0	0	0	24
For state p6	0	0	0	1	1	0	0	1	25
For state p7	0	0	0	1	1	0	1	0	26
For state d1	0	0	0	1	1	0	1	1	27
For state d2	0	0	0	1	1	1	0	0	28
For state d3	0	0	0	1	1	1	0	1	29
.....	0	0	0	1	1	1	1	1	31
<i>Packet not allowed</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	32
Unidentifiable packet	0	0	1	0	0	0	0	1	33
Call on one way logical channel	0	0	1	0	0	0	1	0	34
Invalid packet type on a permanent virtual circuit	0	0	1	0	0	0	1	1	35
Packet on unassigned logical channel	0	0	1	0	0	1	0	0	36
Reject not subscribed to	0	0	1	0	0	1	0	1	37
Packet too short	0	0	1	0	0	1	1	0	38
Packet too long	0	0	1	0	0	1	1	1	39
Invalid general format identifier	0	0	1	0	1	0	0	0	40
Restart with nonzero in bits 1-4, 9-16	0	0	1	0	1	0	0	1	41
Packet type not compatible with facility	0	0	1	0	1	0	1	0	42
Unauthorized interrupt confirmation	0	0	1	0	1	0	1	1	43
Unauthorized interrupt	0	0	1	0	1	1	0	0	44
.....	0	0	1	0	1	1	1	1	47
<i>Timer expired</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	48
For incoming call	0	0	1	1	0	0	0	1	49
For clear indication	0	0	1	1	0	0	1	0	50
For reset indication	0	0	1	1	0	0	1	1	51
For restart indication	0	0	1	1	0	1	0	0	52
.....	0	0	1	1	1	1	1	1	63
<i>Call set-up problem</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	64
Facility code not allowed	0	1	0	0	0	0	0	1	65
Facility parameter not allowed	0	1	0	0	0	0	1	0	66
Invalid called address	0	1	0	0	0	0	1	1	67
Invalid calling address	0	1	0	0	0	1	0	0	68
.....	0	1	0	0	1	1	1	1	79
<i>Not assigned</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	80
.....	0	1	0	1	1	1	1	1	95
<i>Not assigned</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	96
.....	0	1	1	0	1	1	1	1	111

ANNEX E (to Recommendation X.25) (continued)

Diagnostics	Bits								Decimal
	8	7	6	5	4	3	2	1	
<i>Not assigned</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	112
.....	0	1	1	1	1	1	1	1	127
<i>Reserved for network specific diagnostic information</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	128
.....	1	1	1	1	1	1	1	1	255

Note 1 - Not all diagnostic codes need apply to a specific network, but those used are as coded in the table.

Note 2 - A given diagnostic need not apply to all packet types (i.e., *reset indication*, *clear indication*, *restart indication* and *diagnostic packets*).

Note 3 - The first diagnostic in each grouping is a generic diagnostic and can be used in place of the more specific diagnostics within the grouping. The decimal 0 diagnostic code can be used in situations where no additional information is available.

TABLE 1/X.29

PAD messages transmitted by the PAD in response to set, set and read, and read PAD messages

PAD message received by the PAD		Action upon PAD parameters	Corresponding <i>parameter indication PAD</i> message transmitted to the packet mode DTE (see Note 2)
Type	Parameter field		
Set	None	Reset all implemented Recommendation X.3 [4] parameters to their initial values corresponding to the initial profile (see Note 1)	None
	List of selected parameters with the desired values	Set the selected parameters to the given values: a) if no error is encountered b) if the PAD fails to modify the values of some parameters	a) None b) List of these invalid parameters with the error bit set
Set and read	None	Reset all implemented Recommendation X.3 [4] parameters to their initial values corresponding to the initial profile (see Note 1)	List all implemented Recommendation X.3 [4] parameters, and their initial values (see Note 1)
	List of selected parameters with the desired values	Set the selected parameters to the given values	List of these parameters with their new current values with the error bit set, as appropriate
Read	None	None	List all implemented Recommendation X.3 [4] parameters with their current values (see Note 1)
	List of selected parameters	None	List of these parameters with their current values

Note 1 – The procedure for setting, setting and reading, and reading parameter values for parameters not contained in Recommendation X.3 [4] is for further study.

Note 2 – The corresponding *parameter indication PAD* message transmitted to the packet-mode DTE when the parameter field is coded with all 0's is for further study.

4.2 Call user data format (see Figure 1/X.29)

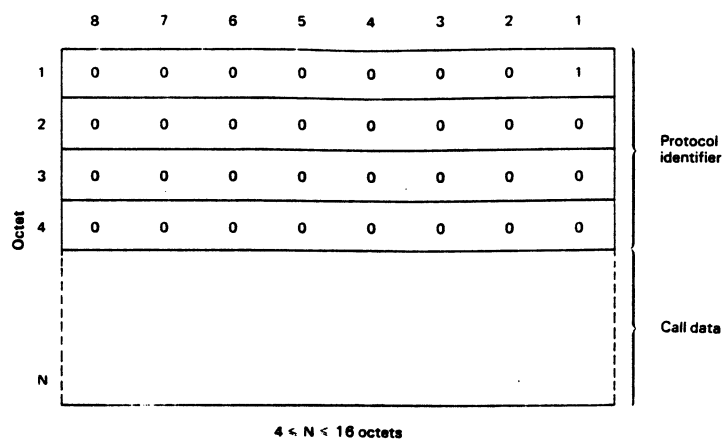


FIGURE 1/X.29

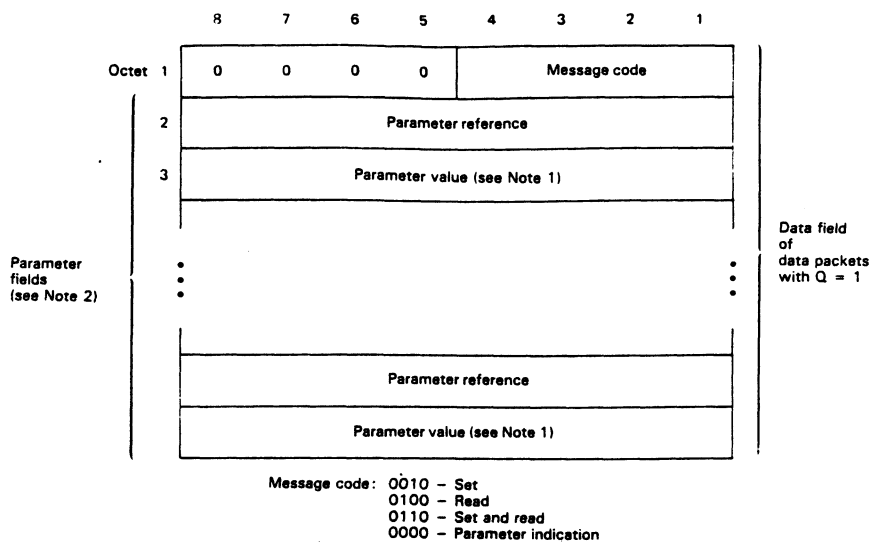
Call user data field format

TABLE 2/X.29

Type and coding of octet 1 of PAD messages

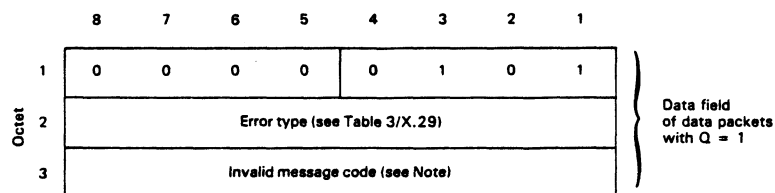
Type	Message code			
	Bits	4	3	2 1
Set PAD message	0	0	1	0
Read PAD message	0	1	0	0
Set and read PAD message	0	1	1	0
Parameter indication PAD message	0	0	0	0
Invitation to clear PAD message	0	0	0	1
Indication of break PAD message	0	0	1	1
Error PAD message	0	1	0	1

Note – The possibility of extending the message code field is for further study.



Note 1 – These octets contain all 0s in read PAD messages.
Note 2 – Parameter field need not be present (see Table 1/X.29).

FIGURE 2/X.29
Set, read, set and read, and parameter indication PAD message format



Note – Does not occur for error type 00000000.

FIGURE 3/X.29
Error PAD message format

TABLE 3/X.29
Coding and meaning of octet 2 of error PAD messages

Case	Meaning	Coding								
		Bits	8	7	6	5	4	3	2	1
a	Received <i>PAD</i> message contained less than eight bits		0	0	0	0	0	0	0	0
b	Unrecognized message code in received <i>PAD</i> message		0	0	0	0	0	0	0	1
c	Parameter field format of received <i>PAD</i> message was incorrect or incompatible with message code		0	0	0	0	0	0	1	0
d	Received <i>PAD</i> message did not contain an integral number of octets		0	0	0	0	0	0	1	1

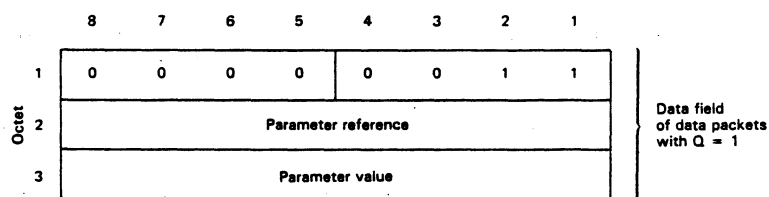


FIGURE 4/X.29
Indication for break PAD message format

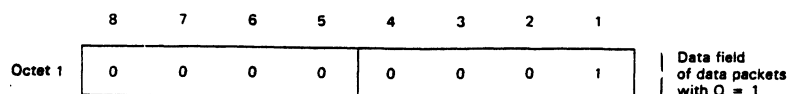


FIGURE 5/X.29
Invitation to clear PAD message format

TABLE 1/X.3 (continued)

Parameter reference number	Parameter description	Selectable possible values (see Note 2)		PAD parameter meaning	Remarks
		Mandatory	Optional		
9	Padding after carriage return (CR)	0 1-7		No padding after CR (see Note 4) Number of padding characters inserted after CR	
10	Line folding	0 1-255		No line folding Number of graphic characters	
11 (read only)	Binary speed of start-stop mode DTE	0 2 8	1 3 4 5 6 7 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	110 bit/s 134.5 bit/s 300 bit/s 1200 bit/s 600 bit/s 75 bit/s 150 bit/s 1800 bit/s 200 bit/s 100 bit/s 50 bit/s 75/1200 bit/s 2400 bit/s 4800 bit/s 9600 bit/s 19200 bit/s 48000 bit/s 56000 bit/s 64000 bit/s	The value implemented is indicated by the PADS depend on the range of DTE data transmission rates which are supported. The allocation of decimal values to all known rates is to avoid revision of the Recommendation in the future.
12	Flow control of the PAD	0 1		No use of X-ON (DC1) and X-OFF (DC3) Use of X-ON (DC1) and X-OFF (DC3)	
13 (see Notes 2 and 5)	Linefeed insertion after carriage return	0 1 4 5 6 7		No linefeed Insert linefeed after transmission of CR Insert linefeed after echo of CR to start-stop mode DTE Insert linefeed after transmission to the start-stop mode DTE and after echo of CR Insert linefeed in data stream after CR from start-stop mode DTE and after echo of a CR to the start-stop mode DTE Insert linefeed in the data stream to and from the start-stop mode DTE and after echo of a CR to the start-stop mode DTE	Combination (1+4) Combination (2+4) Combination (1+2+4) Note - Applies only to data transfer state
14 (see Notes 2 and 5)	Padding after linefeed	0 1-7		No padding after linefeed Number of padding characters inserted after linefeed	Note - Applies only to data transfer state

TABLE 1/X.3
Possible values and combination of values of PAD parameters (see Note 1)

Parameter reference number	Parameter description	Selectable possible values (see Note 2)		PAD parameter meaning	Remarks
		Mandatory	Optional		
1	PAD recall using a character	0 1	32-126	Not possible Character DLE Possible; using one graphic character defined by user	
2	Echo	0 1		No echo Echo	
3	Selection of data forwarding signals	0 2 126	6 18	No data forwarding signal Character CR All characters in column 0 and 1 and character DEL Characters CR, ESC, BEL, ENQ, ACK Characters CR, EOT, ETX	Value formed by combination (2+4+8+16+32+64) Value formed by combination (2+4) Value formed by combination (2+16)
4	Selection of idle timer delay	0 20 255	1-254 (see Note 3)	Value of idle timer delay in twentieths of a second	
5	Ancillary device control	0 1		No use of X-ON (DC1) and X-OFF (DC3) Use of X-ON and X-OFF	
6	Control of PAD service signals	0 1		No PAD service signals are transmitted to the start-stop mode DTE PAD service signals are transmitted PAD service signals and the prompt PAD service signal are transmitted	Value formed by combination (1+4)
7	Selection of operation of PAD on receipt of break signal from the start-stop DTE	0 2 8 21	1	Nothing Interrupt Reset Escape from data transfer state Discard output, interrupt and indication of break	Value formed by combination (1+4+16)
8	Discard output	1 0		Discard output Normal data delivery	

TABLE 1/X.3 (continued)

Parameter reference number	Parameter description	Selectable possible values		PAD parameter meaning	Remarks
		Mandatory	Optional (see Note 2)		
05 (see Notes 2 and 6)	Editing	0 1		No use of editing in the <i>data transfer</i> state Use of editing in the <i>data transfer</i> state	
16D (see Notes 2 and 6)	Character delete	(see Note 7)	0-127	One character from IAS	
17 (see Notes 2 and 6)	Line delete	24	0-23 25-127	One character from range of IAS Character 1/8 (CAN)	
18 (see Notes 2 and 6)	Line display	(see Note 7)	0-127	One character from IAS	

Note 1 — Other values and possible combination of values are for further study.

Note 2 — These parameter values provide additional user facilities which are not necessarily provide in all PADs.

Note 3 — Some PAD implementation may not offer all possible values of idle timer delay within the selectable range. In such cases where the value selected is not available, the PAD will assume the next higher value available.

Note 4 — There is no padding after CR except that PAD service signals will contain a number of padding characters according to the data signalling rate of the start-stop mode DTE.

Note 5 — When implemented, both parameters 13 and 14 and all of the "mandatory values" are provided.

Note 6 — When parameter 15 is implemented the values of parameters 16, 17 and 18 are either default values or are selectable from the optional range shown. The editing function is provided during the PAD command state whether parameter 15 is implemented or not. If parameters 16, 17 and 18 are implemented the editing characters during the PAD command state are defined by the appropriate values of these parameters.

Note 7 — The default values for parameters 16 and 18 are for further study.

Protokoller

Vigtige begreber.

Koblingsformer.

Ved koblingsform forstås den måde, hvorpå information sendes gennem nettet. I det følgende omtales tre grundlæggende koblingsformer

Kredsløbskobling (circuit switching)

Meddelelseskobling (message switching)

Pakkekobling (packet switching)

Kredsløbskobling (circuit switching)

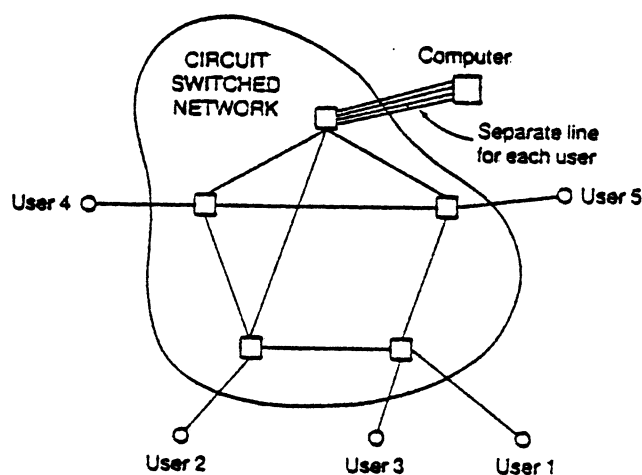
Kredsløbskobling etableres i opkoblingsfasen og fastholdes under hele sessionen mellem to brugere. Der er altså tale om en fast forbindelse mellem to brugere, så længe en session foregår. Kredsløbskobling er helt analog med den koblingsform, der findes i telefonnettet, hvor en forbindelse etableres ved opkald, fastholdes under hele samtalen og først nedbrydes, når samtalen afsluttes.

For at optimere brugen af et kredsløbskoblet net kan det være en fordel kun at være koblet til nettet under selve datatransportfasen. Visse netværk understøtter "Fast Connect", hvor der er en ganske kort opkoblingstid.

Kredsløbskoblede systemer.

Karakteristika

- En "fysisk" kanal etableres mellem sender og modtager
- Fast forsinkelse og svartid ved transmissionen
- Forsinkelse ved oprettelse af forbindelser
- Tab af meddelelser er brugerens ansvar
- Vilkårlig længde på meddelelse
- Ingen hastigheds- eller kodekonvertering
- Punkt-til-punkt transmission
- Fast båndbredde
- Real-time transmission (fast forsinkelse)
- Ingen lagring af meddelelser i nettet
- Dyrt ved transmission af korte meddelelser



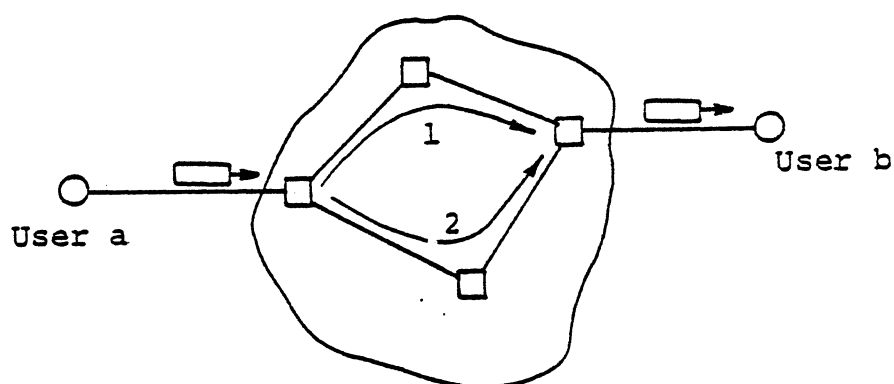
Meddelelseskobling (Message switching).

Ved meddelelseskobling vil hvert knudepunkt i netværket lagre hele meddelelsen, inden den sendes videre. Blokering finder kun sted, medens en hel meddelelse sendes. Derimod kan der opstå lange forsinkelser, idet de enkelte meddelelser lagres i nettet, indtil den nødvendige kapacitet er til stede.

Hele meddelelser modtages og lagres i knudepunkterne før videreforsendelse.

Karakteristika

- Ingen direkte "fysisk" end-to-end forbindelse
- Forsinkelse gennem nettet
- Hele meddelelsen lagres i nettets knudepunkter
- Tab af meddelelser kan undgås (komplicerede procedurer)
- Transmission billigere end ved brug af telefonnettet
- Vilkarlig længde på meddelelser
- Hastigheds- og kodekonvertering mulig
- Punkt-til-punkt samt multipunkt levering
- Ingen real-time transmission (variabel forsinkelse)
- Rutning gennem nettet foretages for hver meddelelse



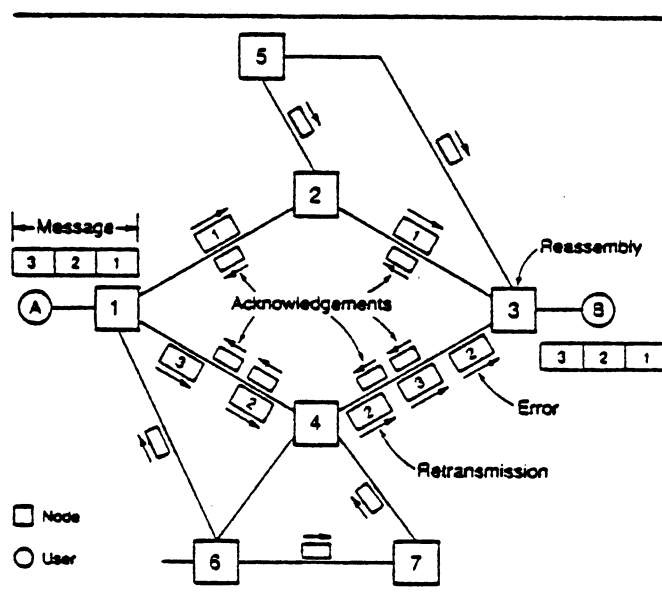
Pakkekobling (Packet Switching).

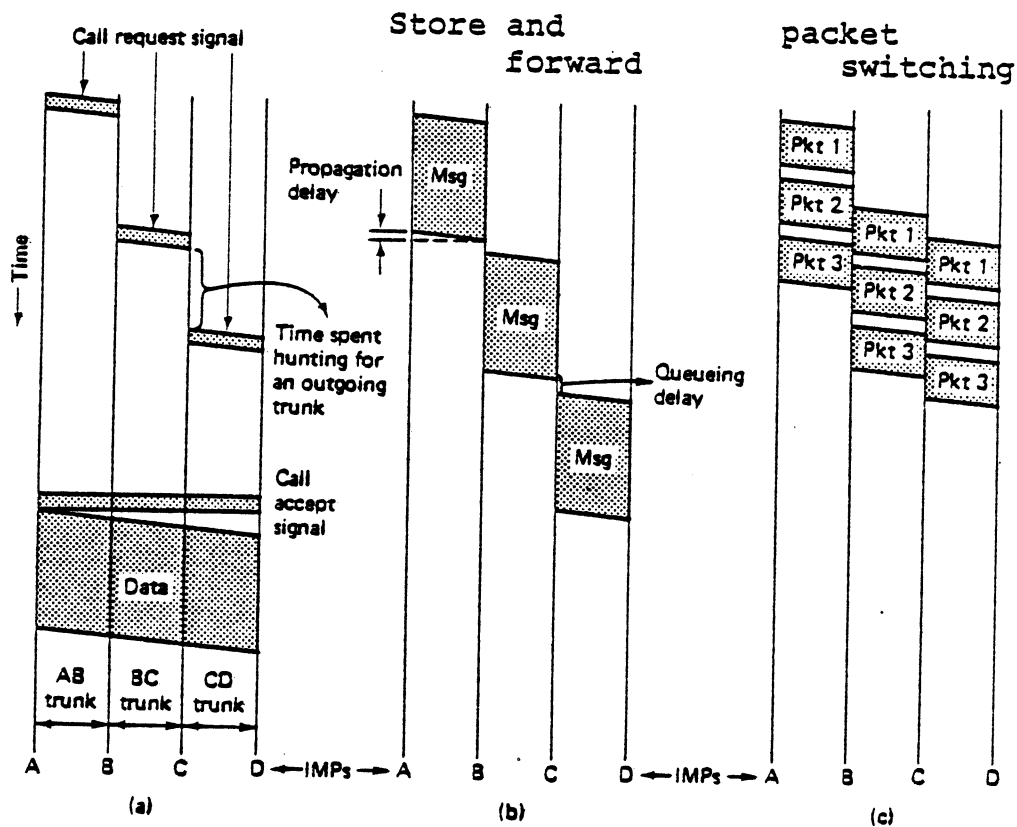
Pakkekobling er i store træk et special-tilfælde af meddelelseskobling, hvor den maksimale længde af de enkelte meddelelser er begrænset. De enkelte pakker ekspederes hurtigst muligt videre til næste knudepunkt. De enkelte pakker har således en kort levetid i netværket. De gennemsnitlige forsinkelser bliver korte, ligesom variationen af forsinkelserne bliver lille.

Pakkekoblede netværk deler meddelelser op i pakker af en given størrelse. Hver pakke rutes gennem forskellige kanaler mod sin destination. Ved modtagelsen samles pakkerne til den endelige meddelelse.

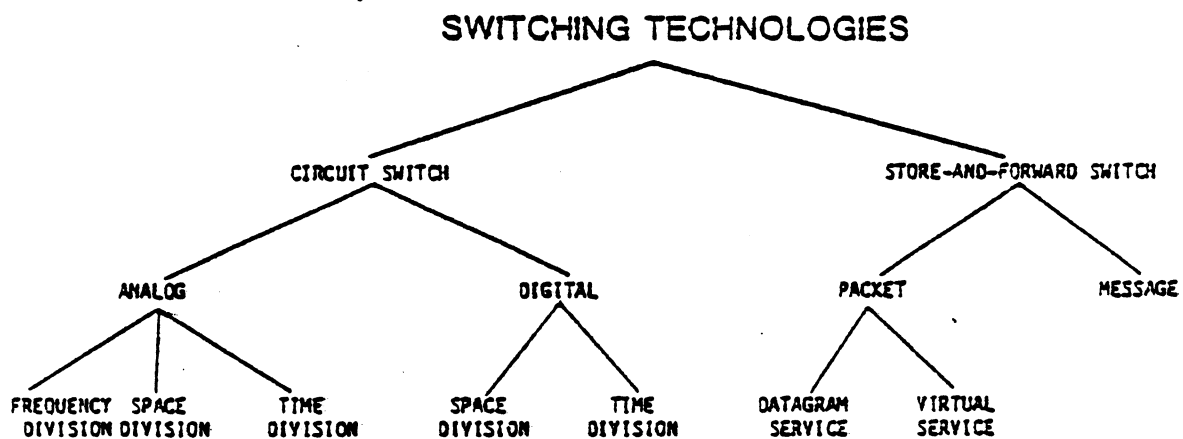
Karakteristika

- Ingen direkte "fysisk" end-to-end forbindelse
- En pakke gemmes kortvarigt i nettet
- Pakker returneres, hvis de ikke kan afleveres
- Økonomisk ved kortvarig højhastighedstransmission
- Lange meddelelser skal opdeles i pakker
- Hastigheds- og kodekonvertering mulig
- Punkt - til - punkt transmission
- Real-time transmission (lille, men variabel forsinkelse)
- Rutning gennem nettet etableres dynamisk for hver pakke





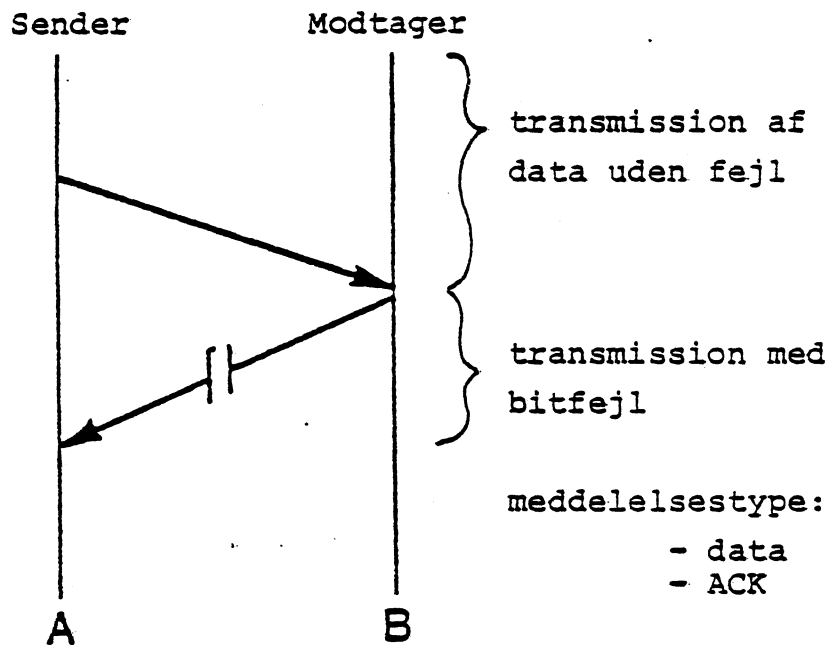
- a) Circuit Switching
- b) Message Switching
- c) Packet Switching



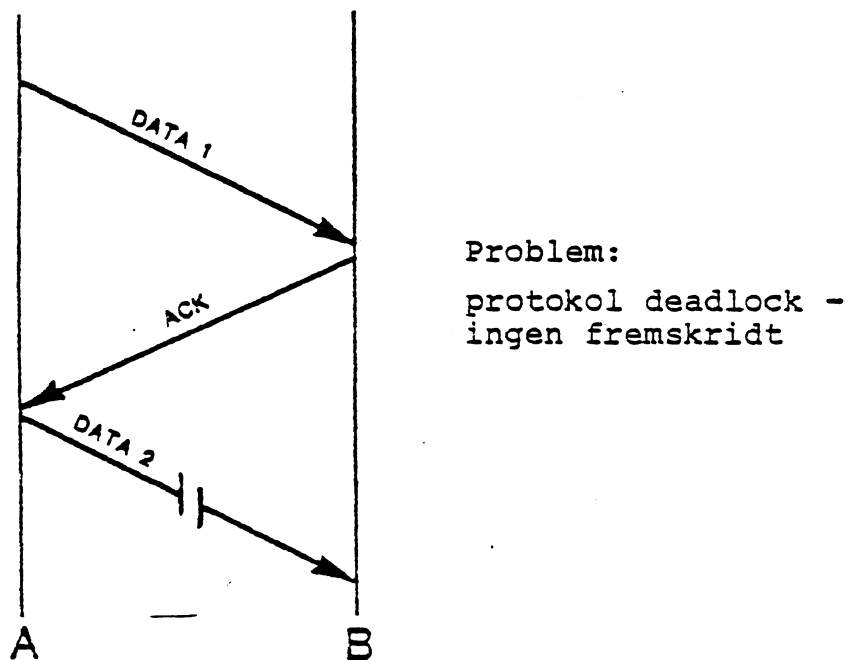
	DATAGRAM	REAL CIRCUIT	VIRTUAL CIRCUIT
DELIVERY GUARANTEES	NO	YES	YES
SEQUENCING	NO	YES	YES
DELAY	VARIABLE	FIXED	VARIABLE
SET-UP	NO	YES	YES
MEMORY RESERVED	NO	YES	YES
BANDWIDTH RESERVED	NO	YES	NO
ADDRESSING	PER BLOCK	PER CIRCUIT	PER CIRCUIT
RESPONSE TO OVERLOAD	INCREASED DELAY LOSS OF DATA	BLOCKING	BLOCKING
RESPONSE TO FAILURE	MESSAGE LOSS	CIRCUIT LOST	SWITCH: CIRCUIT LOST LINK: NO EFFECT

DESIGN AF EN SIKKER DATALINK PROTOKOL

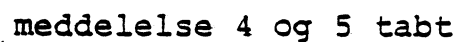
DESIGNMODEL



UDVEKSLINGER AF MEDDELELSER



PROTOKOL DESIGN - TABT MEDDELELSE



ACK - besked skal nummereres svarende til den meddelelse, der kvitteres for eller den meddelelse, der forventes modtaget

Vinduesprotokoller.

Sender vedligeholder en liste med fortløbende sekvensnumre der svarer til de meddelelser, som senderen har tilladelse til at transmittere. Disse meddelelser siges at ligge indenfor "sendervinduet". Tilsvarende, vedligeholder modtageren et "modtagervindue" svarende til de meddelelser, den kan acceptere. Sende- og modtagevinduerne behøver ikke at have samme øvre og nedre grænse eller samme størrelse.

Sekvensnumrene i sendervinduet svarer til de meddelelser, som er transmitteret, men endnu ikke kvitteret for. Når en ny meddelelse skal transmitteres "avancerer" den nedre kant af sendevinduet med 1. Når senderen modtager en ACK avancerer den øvre kant af sendevinduet indtil det næste meddelelsesnummer, som der endnu ikke er blevet kvitteret for af modtageren.

Da meddelelser, som er repræsenteret i sendevinduet, kan gå tabt eller blive ødelagt lagres de i senderens buffer for mulig retransmission, indtil de er blevet kvitteret for.

Modtagevinduet svarer til det antal meddelelser, som kan modtages. En meddelelse hvis sekvensnummer falder udenfor vinduet afvises. Når modtageren får en meddelelse, hvis sekvensnummer ligger indenfor modtagevinduet kan den gøre een af 2 ting: 1) sende en ACK til senderen med det samme og lade modtagevinduet's øvre og nedre kanter avancere med 1 eller 2) lade meddelelsen forblive ukvitteret indtil flere eller alle meddelelserne indenfor sendevinduet er ankommet. Først derefter sendes en ACK til senderen samtidig med at modtagevinduet opdateres således, at vinduet's øvre kant svarer til den næste meddelelse, der forventes at blive modtaget. Når vinduesstørrelsen er 1 skal modtageren have meddelelserne i den rigtige rækkefølge - ellers afvises de.

Eksempel på en glidende vinduesprotokol.

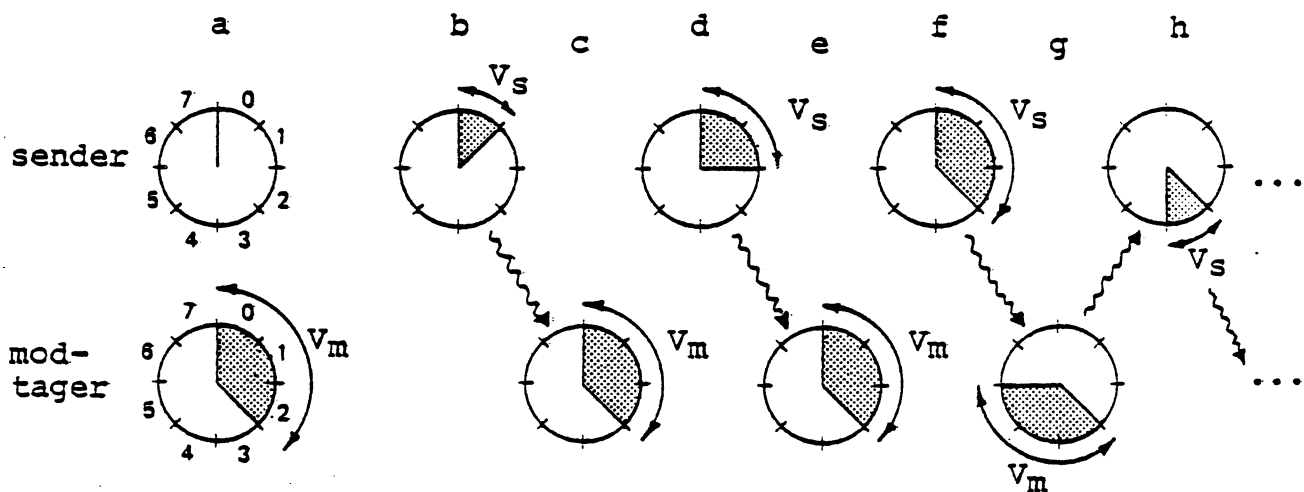
Eksemplet viser en vinduesprotokol, hvor størrelsen på både sende- og modtagevinduet er 3 med 3 bit sekvensnummerering. a) viser initialtilstanden inden senderen (S) er begyndt at transmittere; modtageren (M) er parat til at modtage meddelelse 1, 2 eller 3 - ikke nødvendigvis i den rækkefølge, b) S sender meddelelse 1, som vist i sendevinduet; c) M modtager meddelelse 1, men vælger ikke at sende en ACK til S; d) S sender meddelelse 2 og avancerer sendevinduets nedre kant; e) M modtager meddelelse 2 og vælger som under c) ikke at kvittere for meddelelsen; f) S sender meddelelse 3 og det ses nu, at sendevinduet har nået sin maksimale størrelse på 3 d.v.s. S kan ikke sende flere meddelelser, før den får en kvittering fra M; g) M modtager meddelelse 3 og sender en ACK til S som kvittering for alle 3 meddelelser og avancerer herefter modtagevinduet med 3 d.v.s. M er nu parat til at modtage meddelelserne 4, 5 og 6; h) S sender meddelelse 4 og forløbet gentager sig.

Denne teknik, hvor der er flere udestående meddelelser på samme tid, kaldes pipelining og er en effektiv måde at forøge throughput på, således at kostbar ventetid (på ACK meddelelser) reduceres til et minimum. Da et stort h.h.v. sende- og modtagevindue betyder, at bufferstørrelsen for h.h.v. sender og modtager skal dimensioneres derefter, vil der være tale om et kompromis for at undgå at sende- og modtagestationerne bliver for dyre. Derfor er der ofte i protokoller mulighed for at senderen forhandler med modtageren om den størst mulige bufferkapacitet med tilsvarende justeringer af h.h.v. sende- og modtagevinduerne størrelse.

VINDUESPROTOKOLLER

For at forøge throughput anvendes

- piggybacking af ACK i meddelelse
- glidende vinduesprotokoller
- pipelining



Eksempel: sendevindue $V_s = 3$
modtagevindue $V_m = 3$
3 bit sekvensnummer

Vinduesprotokoller.

For at effektivisere en vinduesprotokol yderligere anvendes "piggybacking": i stedet for straks at sende en separat kontrolmeddelelse med kvittering (ACK) for den netop modtagne datameddelelse venter knudepunktsprocessoren indtil værtsmaskinen har en datameddelelse at sende. Kvitteringen "stoppes" så ind i kontrolfeltet i datameddelelsen. På denne måde sker der en bedre udnyttelse af båndbredden. Piggybacking af ACK meddelelser betyder også, at modtagebufferen kan være mindre, idet der nu modtages færre frames per antal sendte datameddelelser.

Hvis modtageren ikke har data at sende transmitteres en selvstændig ACK - derved undgås at senderen retransmitterer efter timeout, hvilket kunne føre til en deadlock situation.

Der er 3 måder at håndtere transmissionsfejl på:

1. Gå n meddelelser tilbage - modtageren kasserer alle efterfølgende meddelelser uden at sende kvittering (modtagevinduesstørrelse = 1).

Når senderen timeout interval er gået, retransmitteres alle ukvitterede meddelelser.

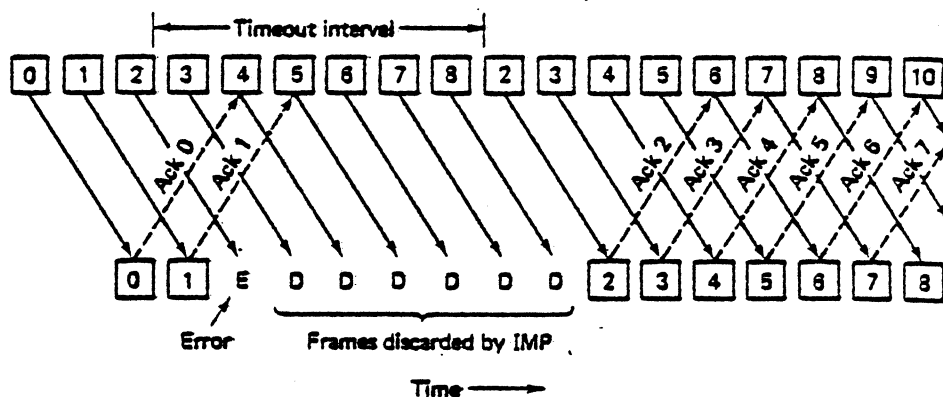
2. Selektiv repetition - modtageren lagrer alle korrekt modtagne meddelelser efter den fejlbehæftede. Når sender opdager, at noget er galt, retransmitteres den udestående meddelelse. Hvis andet forsøg lykkes, vil modtager have korrekt modtagne meddelelser, som kvitteres for med det højest modtagne sekvensnummer (vinduesstørrelse > 1).
3. Selektiv reject - modtageren beder kun om retransmission af den specificerede frame.

VINDUESPROTOKOLLER

Der er 3 måder at håndtere transmissionsfejl på:

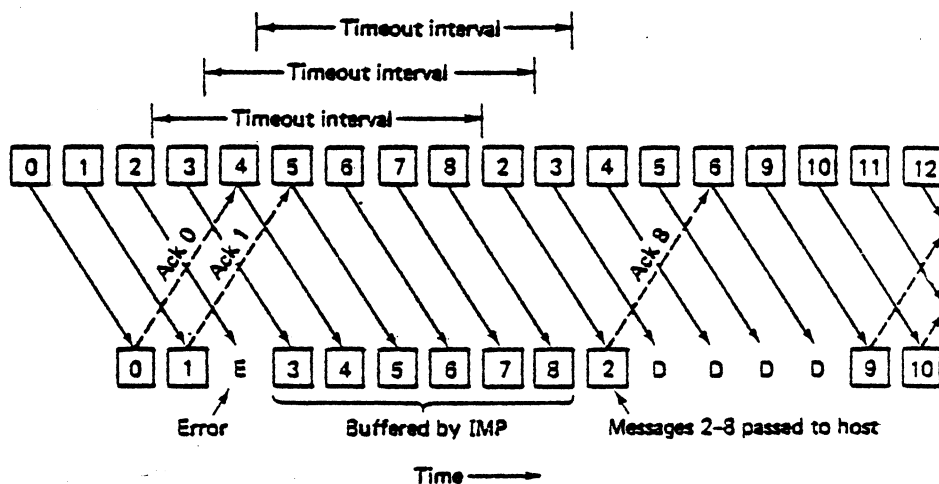
1. Gå n-meddelelser tilbage

- A sendevindue størrelse > 1
- B modtagevindue størrelse $= 1$



2. Selektiv repetition

- A sendevindue størrelse > 1
- B modtagevindue størrelse > 1



3. Selektiv reject

- A sendevindue størrelse > 1
- B modtagevindue størrelse > 1

Kommunikation mellem lag.

OSI referencemodellen modulariserer komplekse funktioner ved lagdeling for at gøre kommunikationsnettet anvendeligt, separerer funktionerne til afgrænsede størrelser og for at skjule kompleksiteten for brugeren.

Forskellige dataenheder udveksles mellem forskellige lag. På det laveste lag transmitteres bits. Lag 2 transmitterer frames, hvor hver frame består af en række bits, der tilsammen udgør en blok af data transmitteret på den fysiske linie. En "header" og en "trailer" identificerer, hvornår en frame begynder og ender.

Lag 3 sender blokke af data, kaldet pakker, til lag 2 for fysisk transmission. En datapakke er en gruppe af bits adresseret til en bestemt netstation. Lag 3 tilføjer en pakkeheader og kontrollerer rutning og flow af pakker på den logiske forbindelse mellem maskinerne.

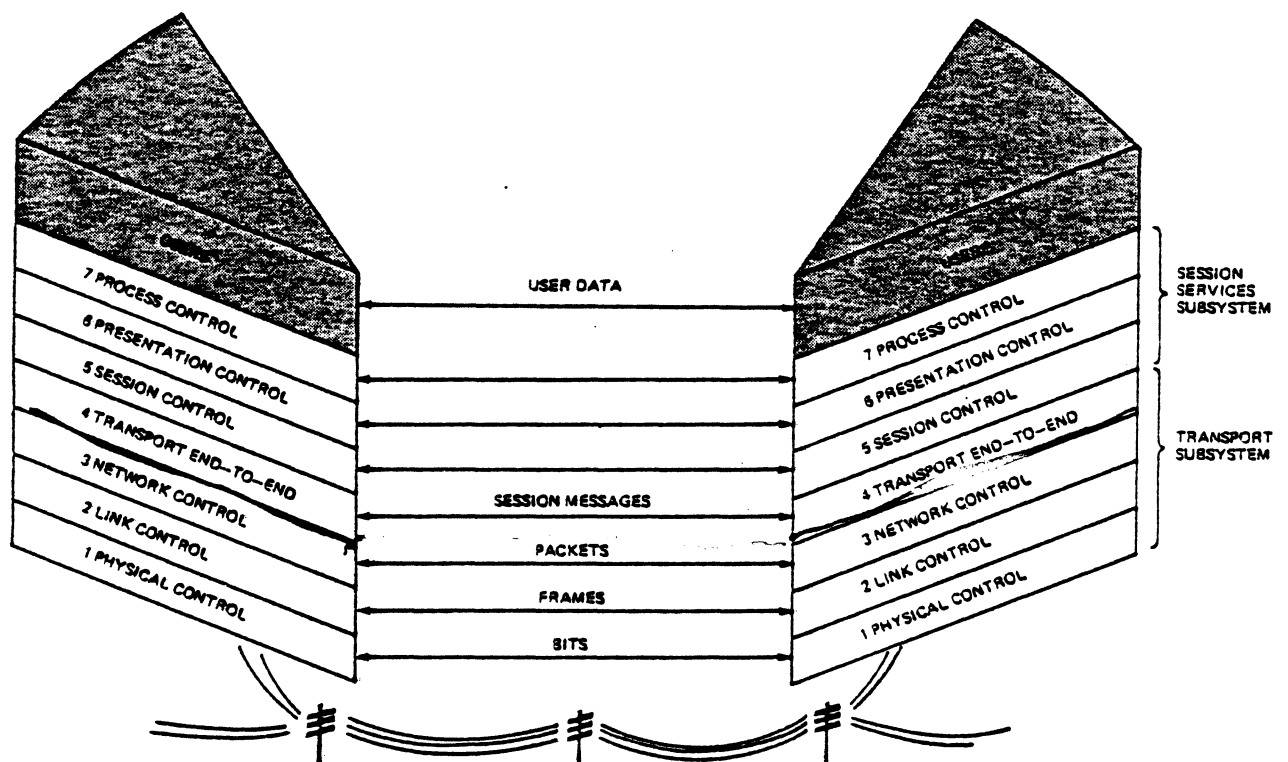
Lag 4 vedligeholder kontrol over transmissionen og modtagelse af sessionmeddelelser for hver session. Lag 4 deler ofte de indkomne datablokke fra lag 5 i mindre datapakker inden videreforsendelse til lag 3. Og så videre.

Der er således 5 typer af dataenheder, der som vist transmitteres af de forskellige lag:

- bits
- frames
- pakker
- sessionmeddelelser
- bruger data

REALISERING AF EN PROTOKOL

- lagdeling af kontrol
- transmissionsformater
- kommunikation mellem lag

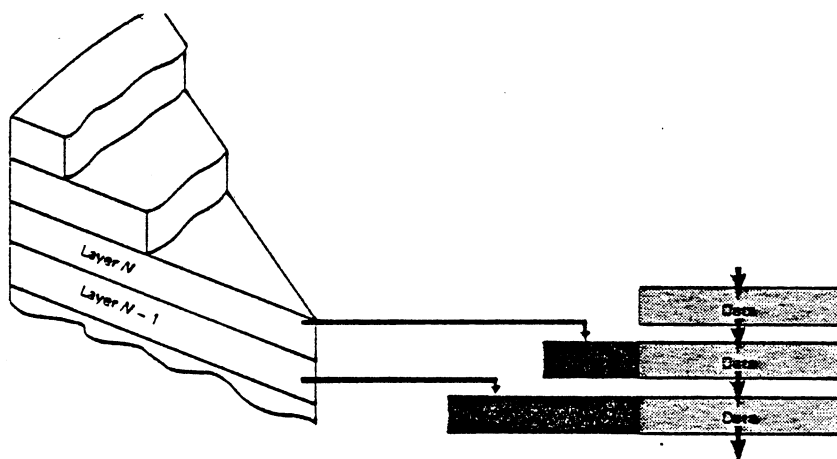


Hvert lag indeholder velafgrænsede funktioner.
Hvert lag kommunikerer med sin ligestillede modpart
i en anden maskine.

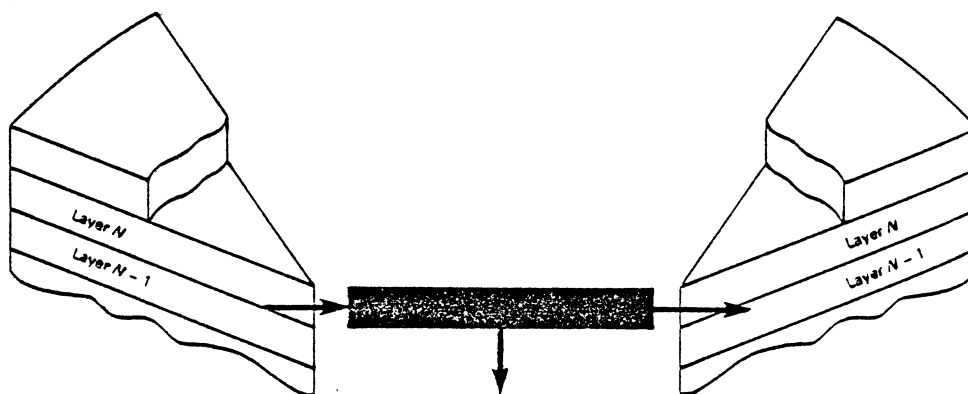
Headers og kontrolmeddelelser.

Hvert lag i en lagdelt arkitektur (med undtagelse af lag 1) kan tilføje en "header", et hoved, til den meddelelse, der skal sendes. Denne header bliver så fortolket af det tilsvarende lag i den anden ende af forbindelsen. D.v.s. at lag 2 indeholder en header som bruges af lag 2 i modtagermaskinen.

Kontrolmeddelelser bruges til at a) oprette en kommunikationsforbindelse mellem 2 parter på et givent lag, b) håndtere fejl og proceduremassige overskridelser, c) flow kontrol o.s.v. Kontrolsignaler, der anvendes ofte, anbringes i en header, mens mindre frekvente kontrolsignaler transmitteres i særskilte kontrolmeddelelser for at minimere overhead. Kontrolmeddelelser bruges også, når det er nødvendigt at sende en meddelelse til modtageren så hurtigt som muligt. Sådanne meddelelser får højeste prioritet igennem nettet og "bypasser" datakøerne i nettets knudepunkter.

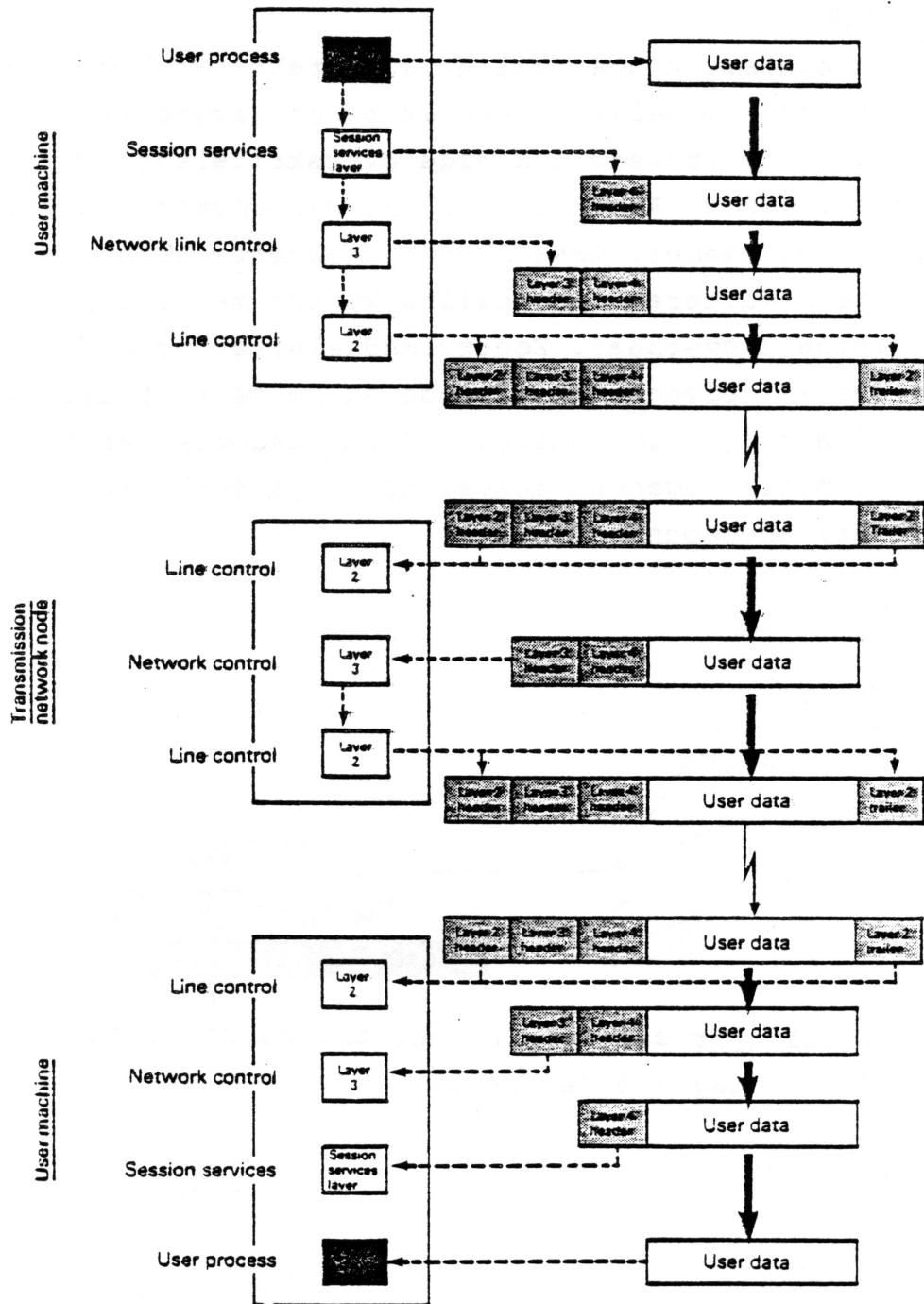


Hvert lag tilføjer sin egen header til meddelelsen. For lag N-1 er lag N's header blot data.



Lag N transmitterer kontrolinformation til sit lige-stillede lag hos modtageren. For lag N-1 ser denne information blot ud som data.

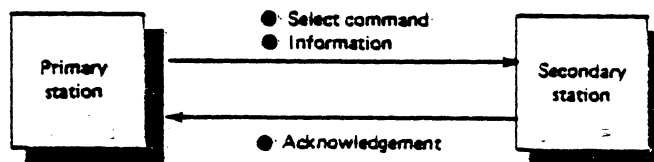
Brug af headers i en 4-lags arkitektur



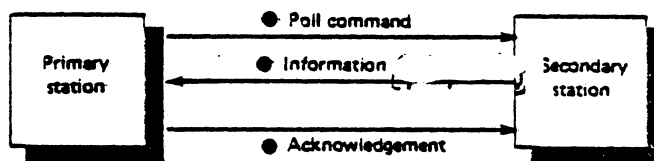
Tre typer informationsudveksling

Normal Response Mode (NRM)

1. The primary station initiates the interchange :

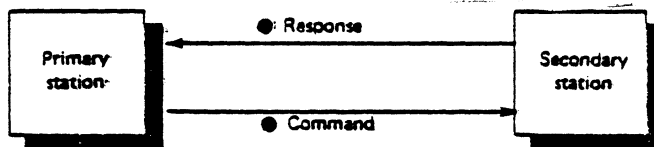


2. The secondary station initiates the interchange :



Asynchronous Response Mode (ARM)

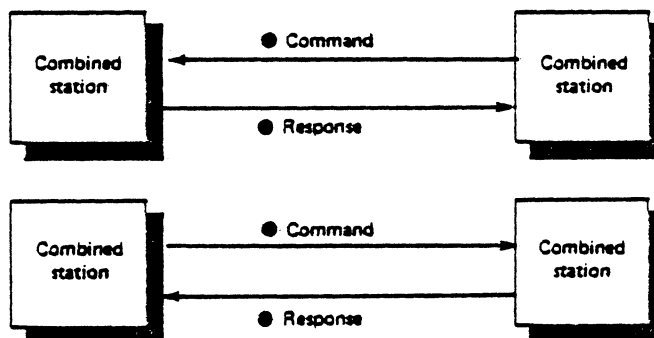
The secondary station can initiate an exchange without first being selected or polled by a primary station:



Asynchronous Balanced Mode (ABM)

ARBM

The stations have identical protocols. Both stations on a link can send both commands and responses. Either can send a command to initiate an exchange:



Tre typer frames.

I HDLC protokollen anvendes 3 typer frames:

I-frame: Informationsoverførsel

S-frame: Supervisory (kontrol) ramme

U-frame: Unnummereret kontrol ramme

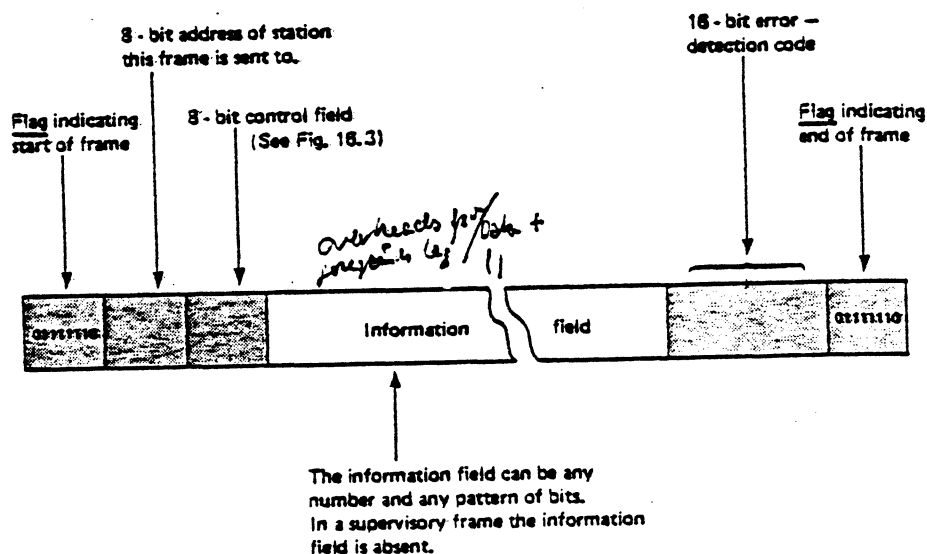
Supervisory frames.

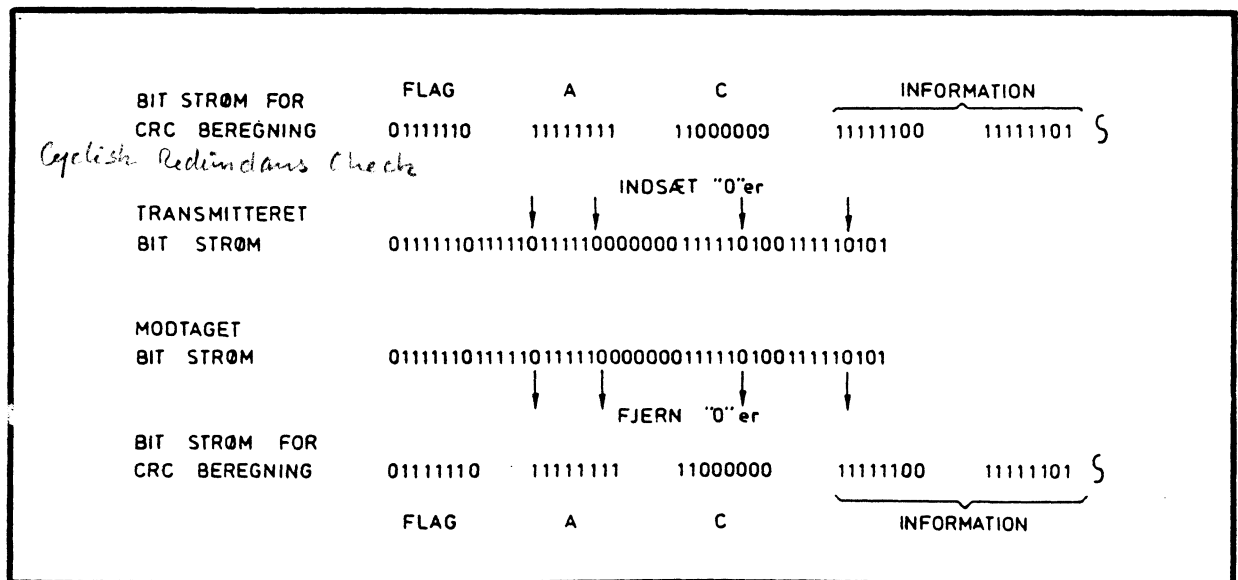
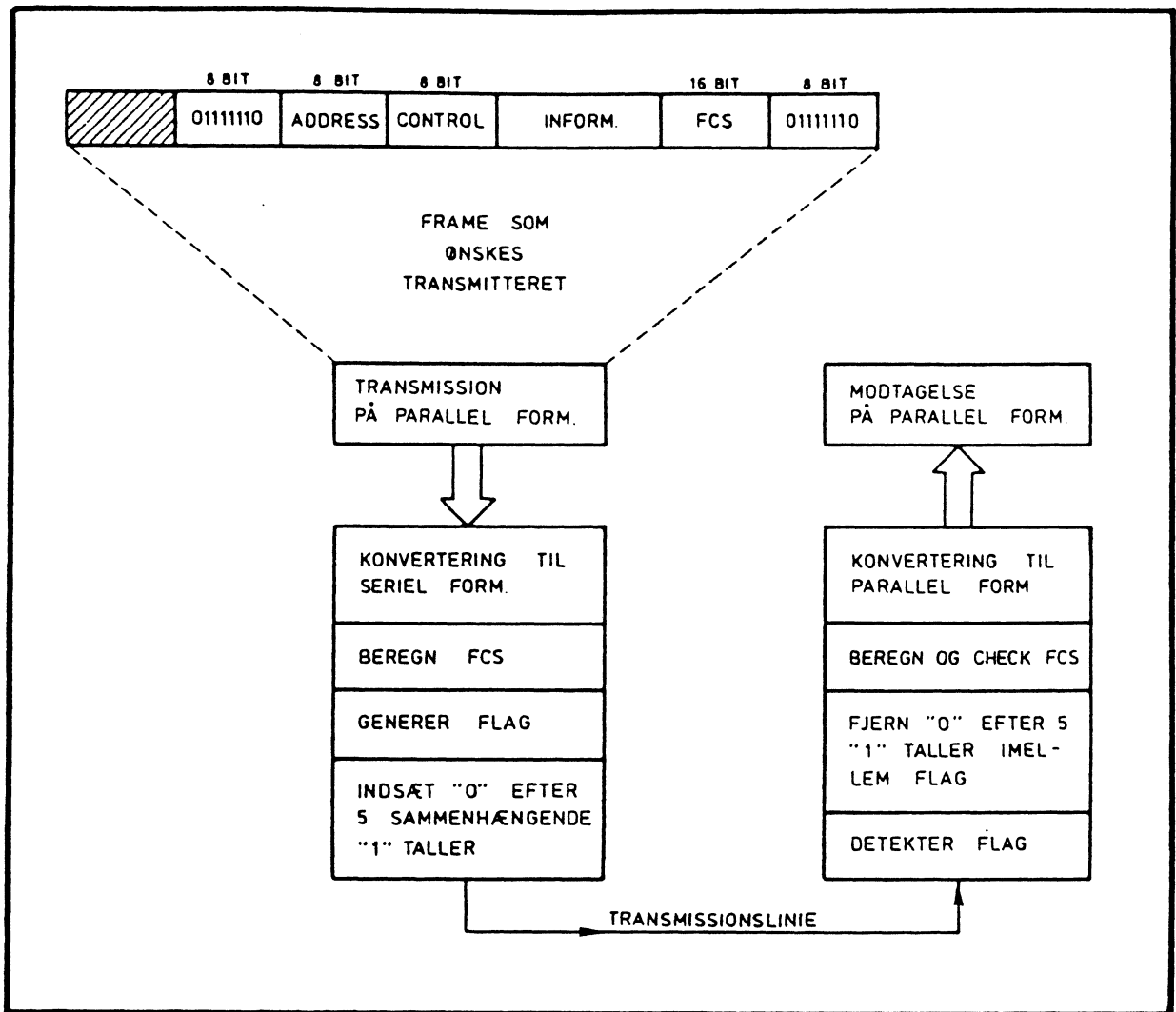
S-frames bruges til at initiere og kontrollere den data-overførsel, som finder sted i I-frames. En S-frame består af 6 bytes (d.v.s. intet datafelt). Der findes 4 typer S-frames, som hver kan bestå af enten en kommando eller en respons.

U-frames.

I-frames og S-frames transmitteres med og kontrolleres v.h.a. sekvensnumre. U-frames har ingen sekvensnumre og anvendes til mindre regelmæssige supervisory/kontrol funktioner såsom: initialisering af stationer, skift til anden transmissionsmode, afbrydning af forbindelse til en station, håndtering af specielle fejlsituationer etc..

HDLC FRAME FORMAT





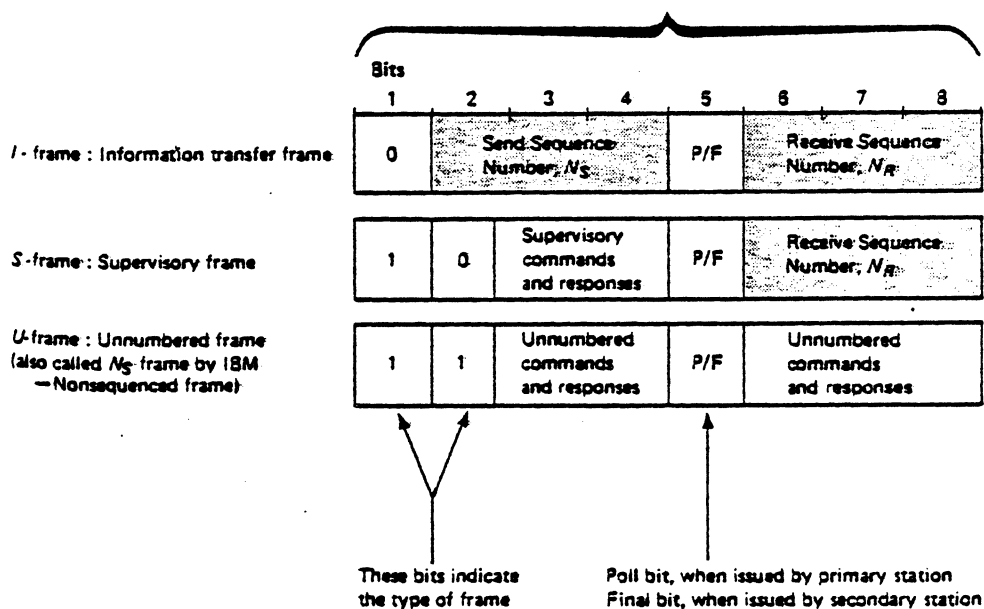
TRE TYPER FRAMEFORMATER

I-frame: The first bit is 0.

S-frame: The first two bits are 10.

U-frame: The first two bits are 11.

The format of the control byte
in the three types of frames



Formatet af en kontrol-byte, den 3. byte i en HDLC frame

Sekvensnummre.

Både I- og S-frames indeholder modtage sekvensnumre. Sende sekvensnummeret N_s anvendes til nummerering af de afsendte meddelelser, således at der kan sendes op til 7 meddelelser før en kvittering, en acknowledge, skal modtages. Modtage sekvensnummeret N_R anvendes til at give en kvittering for et antal korrekt modtagne meddelelser. N_R angiver nummeret på den næste meddelelse, der forventes at blive modtaget. Alle meddelelser med et nummer mindre end N_R er dermed korrekt modtaget.

Poll/Final bit.

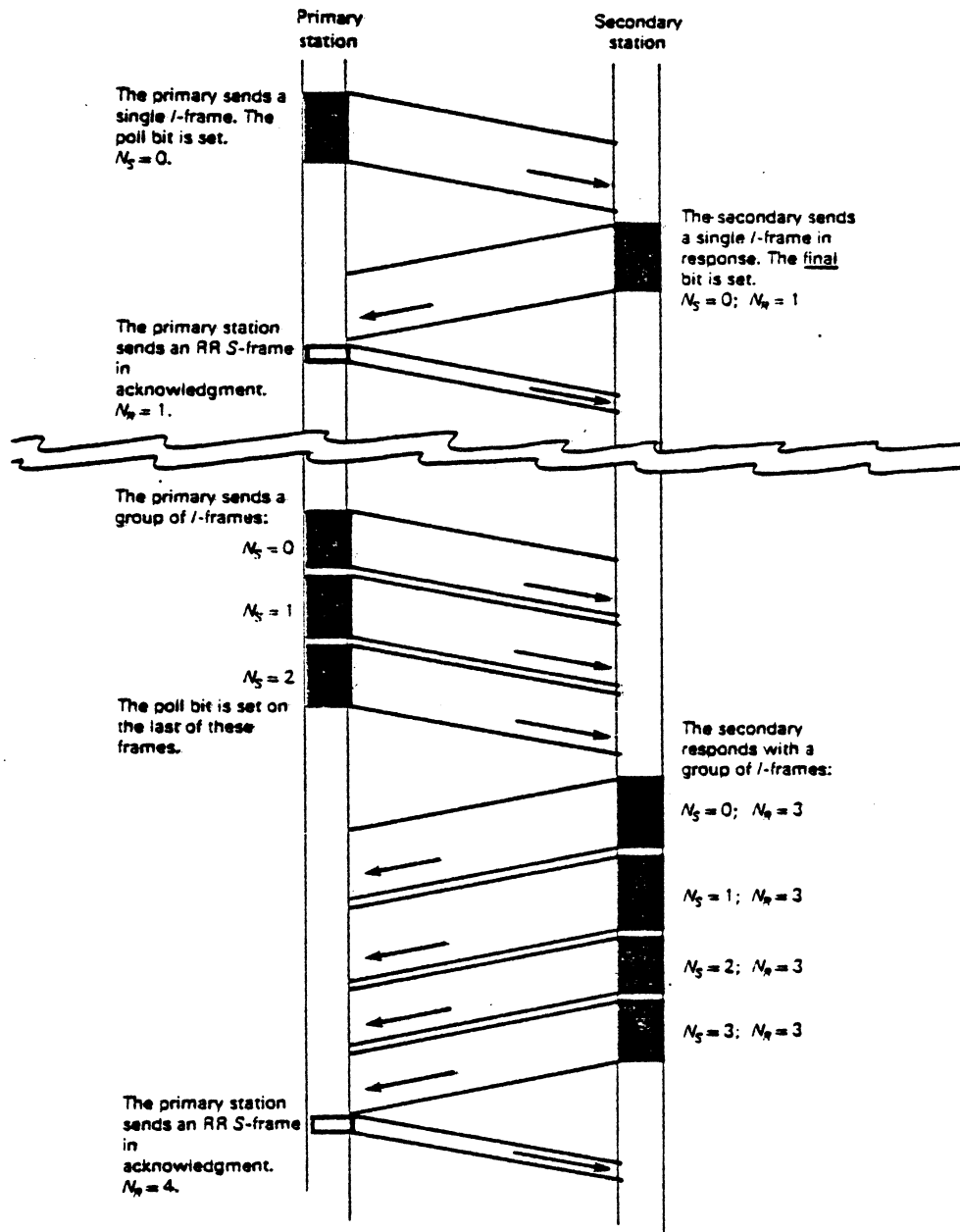
Når en primær station sender en "request" til en sekundær station sættes poll bit til 1. Når sekundær stationen svarer, giver en respons, sættes final bit til 1. P/F bit'ets funktion ligner derfor hinanden meget, uanset om der er tale om en primær eller en sekundær station. Der gælder den regel, at et poll bit'et altid skal svares med et final bit, før poll bit'et kan anvendes igen. Dette kan anvendes som en simpel måde til at detektere sekvensfejl uden brug af modtage og sekvensnumre. Poll bit'et sættes også i den sidste meddelelse i en sekvens af meddelelser for at fremtvinge et svar fra modtagestationen. P/F bit'et kan være sat i kontrolfeltet i I-frames for på denne måde at effektivisere datatransmissionen. Hvis der ikke transmitteres data (I-frame) sendes en S-frame med P/F bit sat til 1.

Time-outs.

Når en primær station sender en frame med poll bit sat til 1, forventer den et svar indenfor et specificeret tidsrum. Hvis primær stationen ikke modtager det forventede svar (ACK), vil den retransmittere framen. Hverken time-out perioden eller antallet af retransmissioner er specificeret i HDLC protokollen.

HDLC PROTOKOLLEN

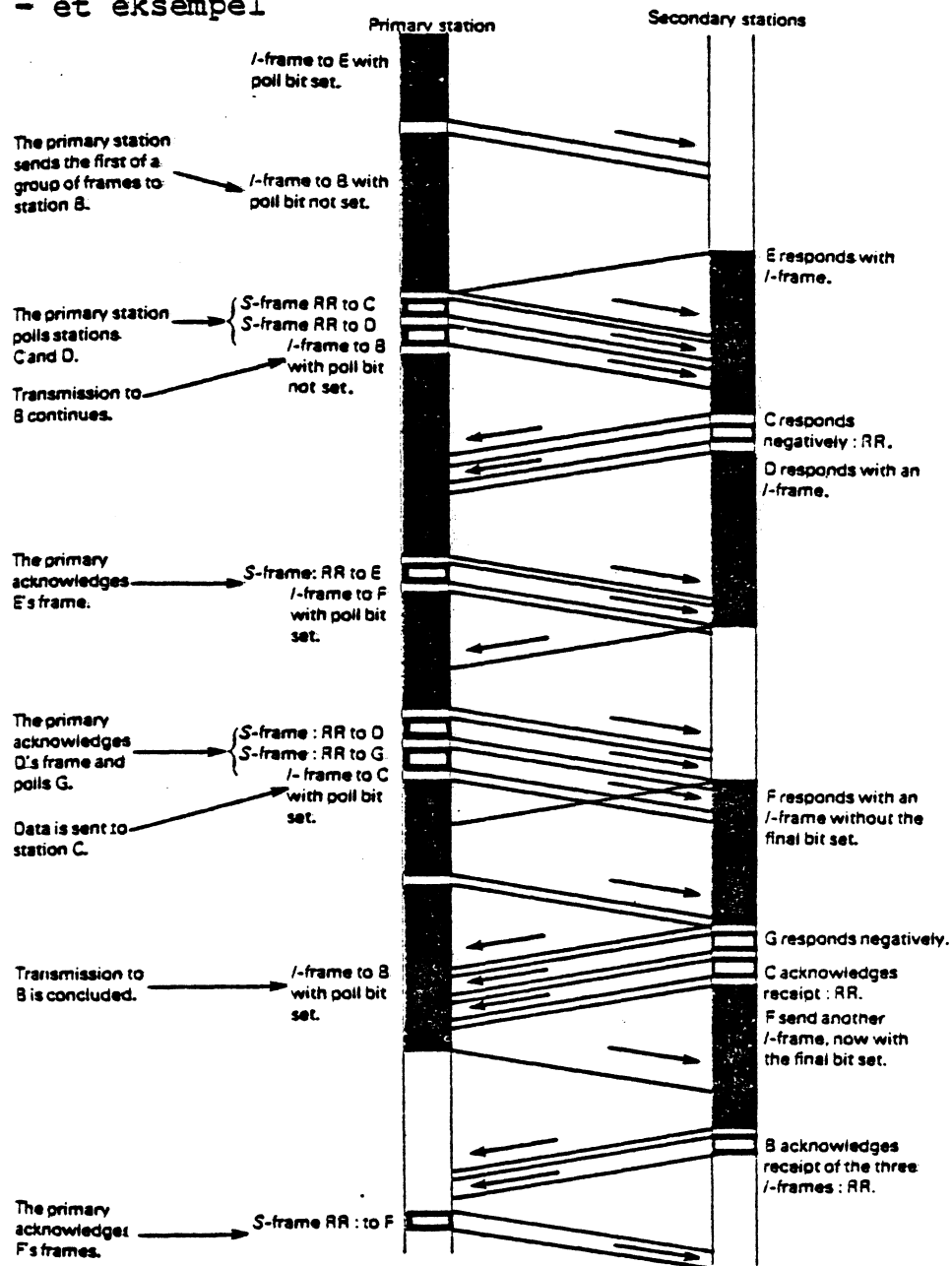
- et eksempel



Primærstationen sender data til en sekundær station og ønsker en respons (NRM).

HDLC PROTOKOLLEN

- et eksempel



På en fuld duplex multidrop linie kan transmissionerne til og fra forskellige stationer være multiplekset (interleaved).

Protokoller kan opdeles i tre kategorier efter den message framing-teknik, der anvendes. Disse tre kategorier er:

- . karakterorienteret
- . byte count orienteret
- . bit orienteret

En karakterorienteret protokol anvender specialkarakterer til at angive hændelser såsom STX (Start of Text), hvilket indikerer begyndelsen af en meddelelse (message), og ETB (End of Text) til at angive afslutning af tekstblok (umiddelbart før CRC karaktererne). Den klassiske karakterorienterede protokol er IBM's Binary Synchronous Protocol, kendt som BISYNC.

Byte count orienteret protokol anvender en header, som indledningsvis indeholder en specialkarakter efterfulgt af et tal, som angiver, hvor mange karakterer datadelen af meddelelsen indeholder, samt kontrolinformationen, såsom hvilke meddelelser der er blevet korrekt modtaget. Herefter følger datadelen med specificeret længde, som er angivet i headeren, samt til slut blok-check karakterer. Et eksempel på denne type protokol er Digital Equipment Corporations DDCMP, Digital Data Communication Message Protocol.

Den tredje protokol er den bit orienterede, hvor en speciel bit-kombination (såsom 01111110), kaldet et flag, adskiller de enkelte meddelelser. Denne type protokol specificerer, at der i den transmitterede information ikke må forekomme seks sammenstillede "1"-taller, undtagen hvor der er tale om et flag. I tilfælde af 5 sammenstillede "1"-taller vil protokollen automatisk indsætte et "0" i bitstrømmen, med undtagelse af flaget. FIG. 3.1 viser, hvordan "0" indsættes samt fjernes af henholdsvis transmitter og receiver. Princippet kaldes "bit stuffing". Når den modtagende station modtager en flagkarakter, er modtageren klar over, at de 16 foregående bits var blok-check karaktererne, og at bit'ene mellem disse 16 bit og det foregående flag udgør meddelelsen. Som eksempler på "bit stuffing" protokoller (også kaldet bit orienterede protokoller) kan nævnes: IBM's SDLC (Synchronous Data Link Control, ANSI's ADCCP (Advanced Data Communication Control Procedures), ISO's HDLC (High-level Data Link Control og CCITT's Recommendation X.25.

Bisync og karakterorienterede protokoller

En af de mest udbredte protokoller i industrien er IBM's Binary Synchronous Communications Protocol, bedre kendt under navnet BISYNC eller BSC. Protokollen har været anvendt siden 1968 til at varetage transmissionen imellem IBM computere og batch- og video-display (CRT) terminaler. BISYNC er en karakterorienteret protokol, hvor der anvendes specialkarakterer til at afgrænse de enkelte dele af en meddelelse (message), samt til kontrol af protokolfunktioner.

Det fulde format for en BISYNC message er vist i FIG. 3.2.

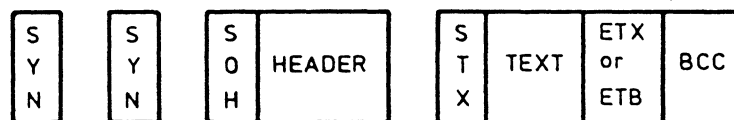


FIG. 3.2: BISYNC meddelelsesformat

I BISYNC specifikationen er det frivilligt at benytte header, men hvis den benyttes, indledes den med SOH (Start of Header) og afsluttes med STX (Start of Text). SOH og STX er specialkarakterer, hvor bitkombinationen er afhængig af, hvilket kodesæt der benyttes. BSC protokollen kan tilpasses tre specifikke transmissionskodesæt:

- . ASCII
- . EBCDIC
- . Six Bit Trans-code

Hvert enkelt kodesæt består af:

- . grafiske karakterer (numerisk, alfabetisk, special)
- . funktionelle karakterer (f.eks. HT (Horizontal Tab), DEL (Delete))
- . data link kontrolkarakterer (f.eks. SOH, STX).

Indholdet af header'en defineres af brugeren såsom meddelelses-identifikationer, rutning og prioritet. Polling og adressering for multipoint-linier foretages ikke ved hjælp af header'en men af særskilte kontrolmeddelelser.

Tekstdelen af en meddelelse er variabel i længde og kan indeholde transparent data, hvilket vil sige bits, som skal behandles som data (f.eks. data fra et måleinstrument) og ikke som karakterer. Denne transmissionsform kræver, at karaktergenkendelseslogikken på modtagesiden er koblet fra, således at datamønstre lignende ETX eller én af de andre specialkarakterer ikke forvirrer modtagerlogikken. Grænserne for transparent data er bestemt af DLE (Data Link Escape) STX og DLE ITB (end of Intermediate Transmission Block), DLE ETB eller DLE ETX, som henholdsvis indleder og afslutter den transparente transmissionsform.

Den transparente transmissionsform er specielt velegnet til binære data, floating point tal, pakket decimal-data, enkeltstående specielle koder eller overførelse af maskinsprogs-computer-programmer. Når der ønskes sendt data-link kontrolkarakterer i transparent mode, skal disse efterstilles et DLE for at blive opfattet som en kontrolfunktion.

Til belysning af ovenstående gives i det følgende et eksempel sammen med FIG. 3.3.

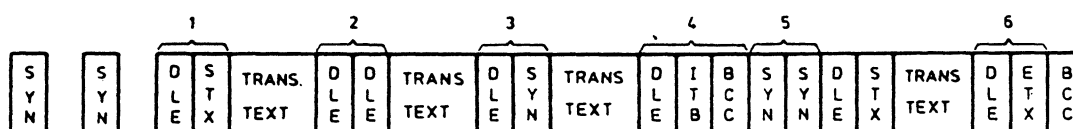


FIG. 3.3: Transparent datablok

Data-link kontrolkaraktererne, som er anvendt i eksemplet, er:

SYN: Synchronous Idle
DLE: Data Link Escape
STX: Start of Text
ITB: End of Intermediate Transmission Block
ETX: End of Text

Fejl-checkning:

BCC: Block Check Character

Transmissionen indledes med SYN SYN for at sikre synkroniseringen imellem sender og modtager. Synkroniseringssekvensen betegnes som character-phase sync pattern. (Character-phase sync pattern er imidlertid ikke nødvendig, når der anvendes self-clocked data).

(1) DLE STX:

Sekvensen initierer kommunikationskanalen til transparent mode for den følgende tekst.

(2) DLE DLE:

Denne sekvens tillader transmission af data-link kontrolkarakteren DLE som data. Transmissionen fortsætter i transparent mode.

(3) DLE SYN:

Sekvensen anvendes til at opretholde synkroniseringen imellem sender og modtager eller blot som udfyldningssekvens (time fill) i transparent mode.

(4) DLE ITB (BCC):

Kommandoen terminerer en mellemliggende blok af data for derefter at returnere til normal transmissionsmode. Der er således tale om en afslutning på en datablok, og dette medfører at der transmitteres en BCC (Block Check Character).

(5) SYN SYN:

Der påbegyndes her transmission af en ny datablok med synkronisering af kommunikationsenhederne.

(6) DLE ETX:

Denne karakterkombination angiver afslutningen af transparent tekst, hvilket medfører at data-link'en returnerer til normal mode. Implicit med disse to data-link karakterer beder transmitteren om tilbagesvar for den afsluttede transmission (ACK; NAK). Kommandoen DLE ETX efterfølges af en BCC.

Proceduren med at indsætte samt fjerne karakterer er kendt fra den tidligere omtalte "bit stuffing" protokol, som anvendes ved bit-orienterede protokoller. Ved de karakterorienterede protokoller betegnes denne metodik i analogi til de bit-orienterede protokoller som "character stuffing".

En typisk dataudveksling mellem en terminal og en computer vil have et udseende som FIG. 3.4, hvor kommunikationen forgår over en punkt til punkt privat linie.

Som antydnet i eksemplerne anvender BISYNC protokollen et sæt regoristiske regler for at oprette, vedligeholde samt afslutte en kommunikationssekvens. Til disse regler er knyttet en række kontrolkarakterer, hvis bitkombinationer afhænger af, hvilket af de tre kodesæt, ASCII, EBCDIC eller Six Bit Trans-code, som anvendes. Følgende karakterer kræves: SOH, STX, ETB, ITB, ETX, EOT, NAK, DLE og ENQ. Enkelte kontrolfunktioner er to-karaktersekvenser: ACK0, ACK1, WACK, RVI og TTD. Disse forkortelser vil blive beskrevet i det efterfølgende.

. SOH - Start of Heading.

. STX - Start of Text.

. ETB - End of Transmission Block:

ETB indikerer afslutningen af en blok med karakterer, som blev indledt med SOH eller STX, og indikerer samtidig, at block check følger umiddelbart efter. ETB kontrolkarakteren kræver, at den modtagende station returnerer dens status: ACK0, ACK1, NAK, WACK eller RVI.

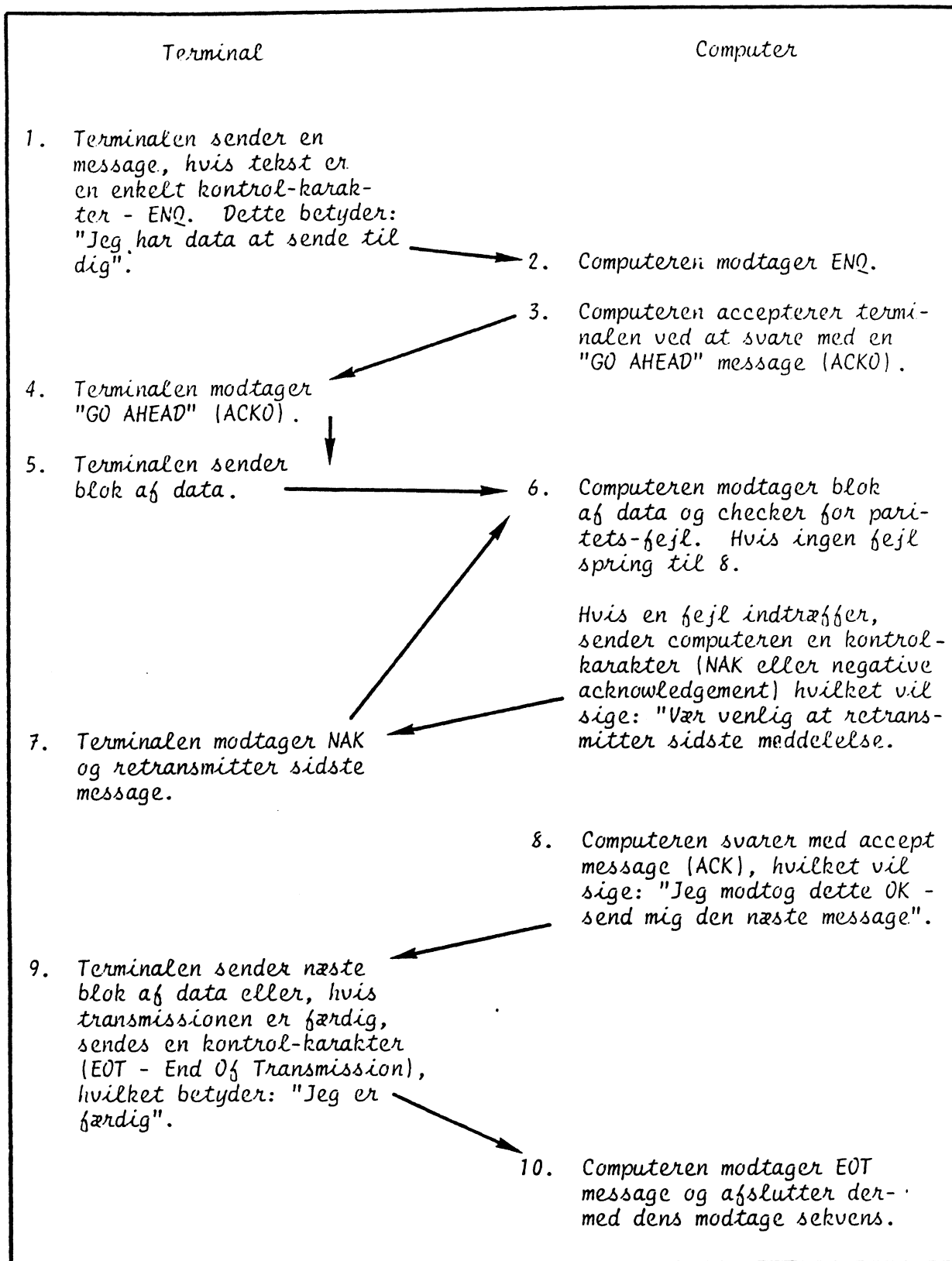


FIG. 3.4: Typisk dataudveksling ved brug af BISYNC

ITB - End of Intermediate Transmission Block:

(Kontrolkarakteren hedder IVS i EBCDIC og VS i ASCII samt 6 bit transcode).

ITB bruges til at opdele meddelelsen i sektioner af hensyn til fejldetekteringen, dog uden at forårsage reversering af transmissionsretningen. Et transmitteret ITB indikerer således, at block check følger umiddelbart efter. Den modtagende station svarer ikke tilbage, før den sidste blok er modtaget og afsluttet med ETB eller ETX. Efter den første mellemliggende blok er det ikke nødvendigt at indlede efterfølgende mellemliggende blokke med STX SOH. (For transparent data indledes hver påfølgende mellemliggende blok med DLE STX). Hvis én mellemliggende blok er header, og den påfølgende blok er tekst, skal tekstblokken indledes med STX.

ETX - End of Text:

Afslutter en blok af karakterer indledt med STX eller SOH og transmitteret samlet. Blok check karakteren sendes umiddelbart efter kontrolkarakteren. ETX karakteren kræver tilbagesvar af modtagerens status.

EOT - End of Transmission:

EOT indikerer afslutningen af en message-transmission, som kan indeholde et antal blokke med tekst og headings. EOT benyttes også til tilbagesvar: "Jeg har ikke noget at transmittere" ved polling, samt som abortsignal.

NAK - Negative Acknowledgement:

NAK betyder, at den forudgående blok blev modtaget fejlbehæftet.

DLE - Data Link Escape:

DLE karakteren bruges kun til at danne supplerende liniekontrolkarakterer såsom WACK, ACK0, ACK1, RVI, samt til kontrolkaraktersekvenser under transparent dataover-

førsel. Sekvensen DLE STX bruges til at indlede transparent tekst. DLE ETX, DLE ITB og DLE ETB bruges til at afslutte transparent tekst. DLE ENQ, DLE DLE og DLE EOT bruges også til kontrolformål under transparente teksttransmissioner.

ENQ - Enquiry:

ENQ bruges til at bede om datalinien i en point to point konfiguration. Karakteren angiver afslutningen af et poll eller en select-sekvens. Forskellen på poll og select er, at hvor polling en en proces, som opfordrer en anden station til at transmittere data, er selecting en proces, som opfordrer en anden station til at modtage data. ENQ benyttes også til at bede om retransmission af et tilbagesvar, dersom det "originale" tilbagesvar er blevet fejlbehæftet eller ikke er blevet modtaget på det forventede tidspunkt.

ACK0, ACK1 - Affirmative Acknowledgement:

Disse svar indikerer, at den forudgående blok er accepteret uden fejl, og at modtageren er parat til at modtage den næste blok. ACK0 benyttes til positiv accept af selektering (mulitpoint) eller i tilfælde af linieønske (point to point), samt til accept af lige nummererede blokke. ACK1 benyttes til accept af ulige nummererede blokke.

WACK - Wait before Transmit positive Acknowledgement:

WACK som tilbagesvar betyder, at den forudgående blok er accepteret uden fejl, men at modtageren endnu ikke er klar til at modtage den næste blok. Det normale svar til modtageren er ENQ, hvorefter modtageren svarer WACK indtil den er klar til at modtage.

RVI - Reverse Interrupt:

På lignende måde som ACK0, ACK1 og WACK er RVI en positiv accept. Samtidigt beder modtageren om, at transmitteren afbryder sin igangværende transmission, for at modtageren kan sende en meddelelse med høj prioritet til

transmitteren.

TTD - Temporary Text Delay:

TTD sekvensen (STX ENQ) benyttes af transmitteren, når denne ikke er klar til at sende men ønsker at opretholde linien. Modtageren svarer tilbage med NAK, hvorefter transmitteren igen sender TTD, hvis den stadig ikke er klar.

Detektering samt korrektion af transmissionsfejl

BISYNC benytter enten Vertical/Longitudinal Redundancy Check (VRC/LRC) eller Cyclic Redundancy Check (CRC), afhængigt af transmissionskoden, som er under anvendelse. For ASCII udføres der VRC på hver karakter (dvs. paritet), og LRC på hele meddelelsen, hvor blokcheck'et (BCC) følger umiddelbart efter hver af kontrolkaraktererne ETB, ETX eller ITB. Under anvendelse af kodningsformerne EBCDIC eller 6-bit transcode, beregnes der ikke VRC (paritet), hvorimod LRC beregnes for hele meddelelsen. Betegnelserne vertikal og longitudinal har oprindelse i hulstrimmel-mediet.

Cyclic Redundancy Check (CRC) er en mere kraftfuld metode til blokcheck end LRC. To former for CRC benyttes i forbindelse med BISYNC, CRC-12 og CRC-16, og hvilken der benyttes afhænger af kodningsformen. CRC-12 (2 seks-bit karakterer) benyttes sammen med 6-bit kodningsformen, og CRC-16 (2 otte-bit karakterer) benyttes sammen med 8-bit kodningsformer.

CRC karaktererne sendes med de mindst betydende 8-bit først. Hvis CRC karakteren ikke er i overensstemmelse med modtagerens beregnede checksum, eller hvis der er VRC fejl, sendes en negativ accept (NAK) tilbage til transmitteren som angivet i FIG. 3.4. BISYNC kræver retransmission af blokken umiddelbart efter, at blokken er detekteret som værende fejlbehæftet.

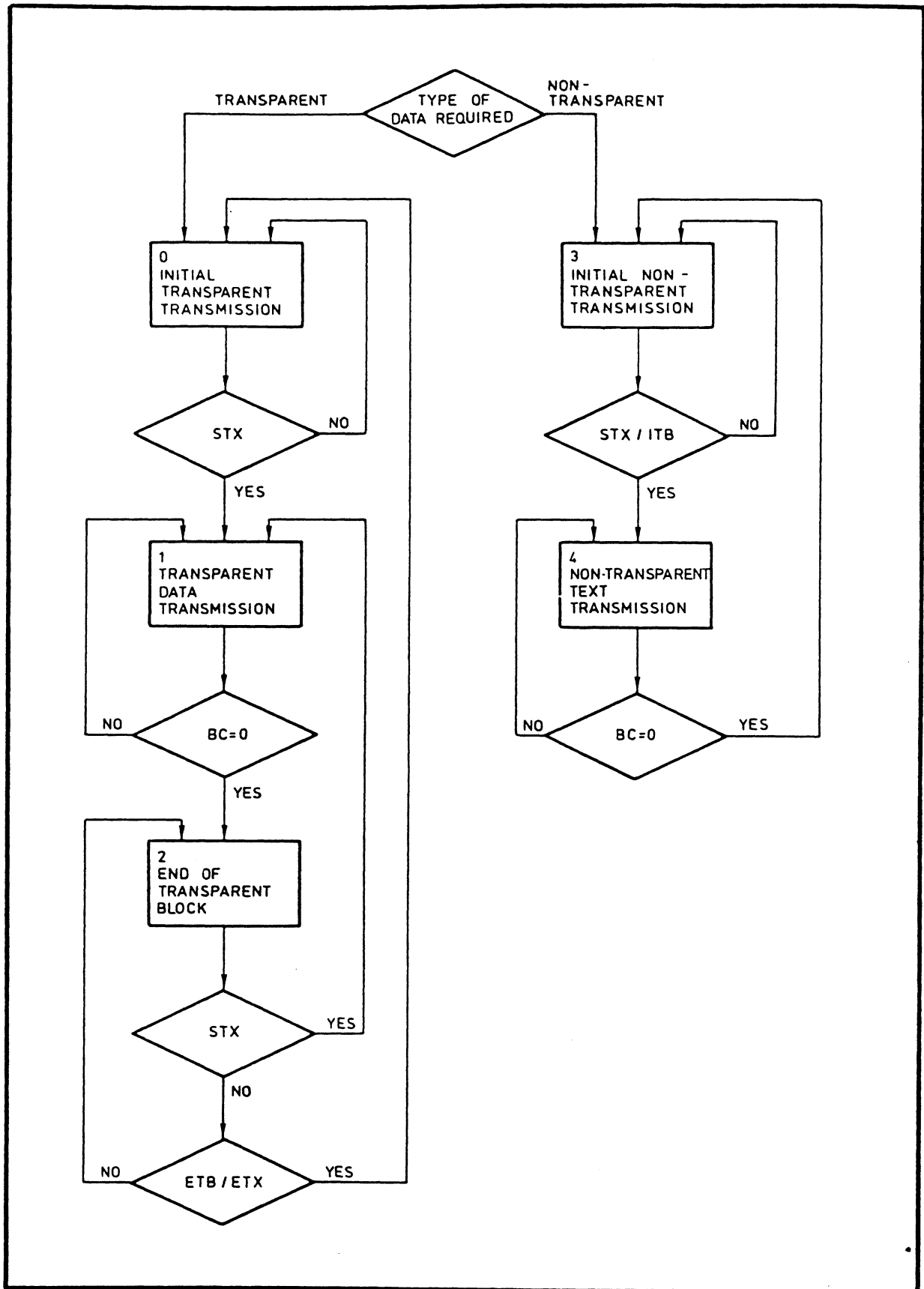


FIG. 3.5: BISYNC Transmission flow-diagram

Hvis BCC for en transmitteret blok er i overensstemmelse med den af modtageren beregnede checksum, kvitteres blokken med en positiv accept: ACK0 for lige nummerede blokke og ACK1 for ulige blokke. Denne alternerende måde at give accept på checker transmissionen for sekvensfejl såsom duplikerede eller manglende blokke. Acceptmeddelelsen sendes som en separat kontrolmeddelelse i stedet for at være indeholdt i en data-message.

Funktionen af BISYNC protokollen kan bedst beskrives ved et state flow diagram som angivet på FIG. 3.5.

Der er fem tilstande for transmission, hvoraf to er for transmission af ordinær data og tre for transparent transmission af data.

For ordinær (ikke-transparent) data begynder transmissionen i state 3 med transmission af header-data eller ENQ kontrolkarakteren. En header begynder med SOH, som har nogle specielle regler tilknyttet sig. Den første SOH eller STX efter at transmissioneretningen er vendt bevirker, at BCC bliver 0-stillet. Alle efterfølgende STX eller SOH karakterer (indtil transmissionsretningen vendes) er indeholdt i BCC. Når en STX eller ITB afgrænsning fremkommer i state 3, fortsætter transmissionen i state 4 (text transmission mode). Efter at transmitteren har sendt alle karakterer i datablokken, vil karaktærtælleren (byte count) have nået nul ($BC=0$), hvorefter transmissionen returnerer til state 3 for at transmittere den næste datablok.

Ved transparent data begynder transmissionen i state 0, hvor hver ACK, RVI eller WACK kontrolkarakter, som sendes, er efterstillet af DLE. Transmissionen af et STX er også efterstillet et DLE, hvilket bevirker, at transmissionen skifter til tilstand 1 (Transparent Data Transmission). Transmissionen forbliver i tilstand 1, indtil alle karakterer er sendt ($BC=0$), hvorefter transmissionen fortsætter i tilstand 2 (End of Transparent Block). Ved transmission af ITB DLE STX sekvensen fortsættes transmissionen i tilstand 1. Brug af ETB eller ETX i tilstand 2 medfører, at transmissionen termineres, og transmissionstilstan-

den vil vende tilbage til state 0 klar til at transmittere næste datablok.

FIG. 3.6 er et tilstandsdiagram for modtagerens kontrolprocedure. Tilstandene 0 og 2 er for den ordinære datamodtagelse, medens tilstandene 3, 4 og 5 benyttes til transparent data. Tilstand 1 er en overgangstilstand mellem transparent datamodtagning og normal datamodtagning. Når der ventes på en meddelelse, er modtageren i tilstand 0, og tilstandsskiftet herfra afhænger af, hvilken kontrolkarakter der modtages:

. ENQ:

Denne kontrolkarakter genererer et interrupt til computeren for at få denne til at registrere ENQ'en og forberede en buffer til lagring af de forventede data. Modtageren forbliver i tilstand 0.

. DLE:

Idet der modtages et DLE, medens modtageren er i tilstand 0, er den kommende transmission transparent, hvorefter modtageren er klar til at modtage i transparent mode.

. STX eller SOH:

Disse kontrolkarakterer vil i ordinær datamodtagning sætte modtageren i tilstand 2.

. EOT:

Denne kontrolkarakter forårsager et interrupt til computeren for herigennem at markere enden af meddelelsen. Modtageren forbliver i tilstand 0.

. NAK:

Genererer et interrupt til computeren for herigennem at få retransmission. Modtageren forbliver i tilstand 0.

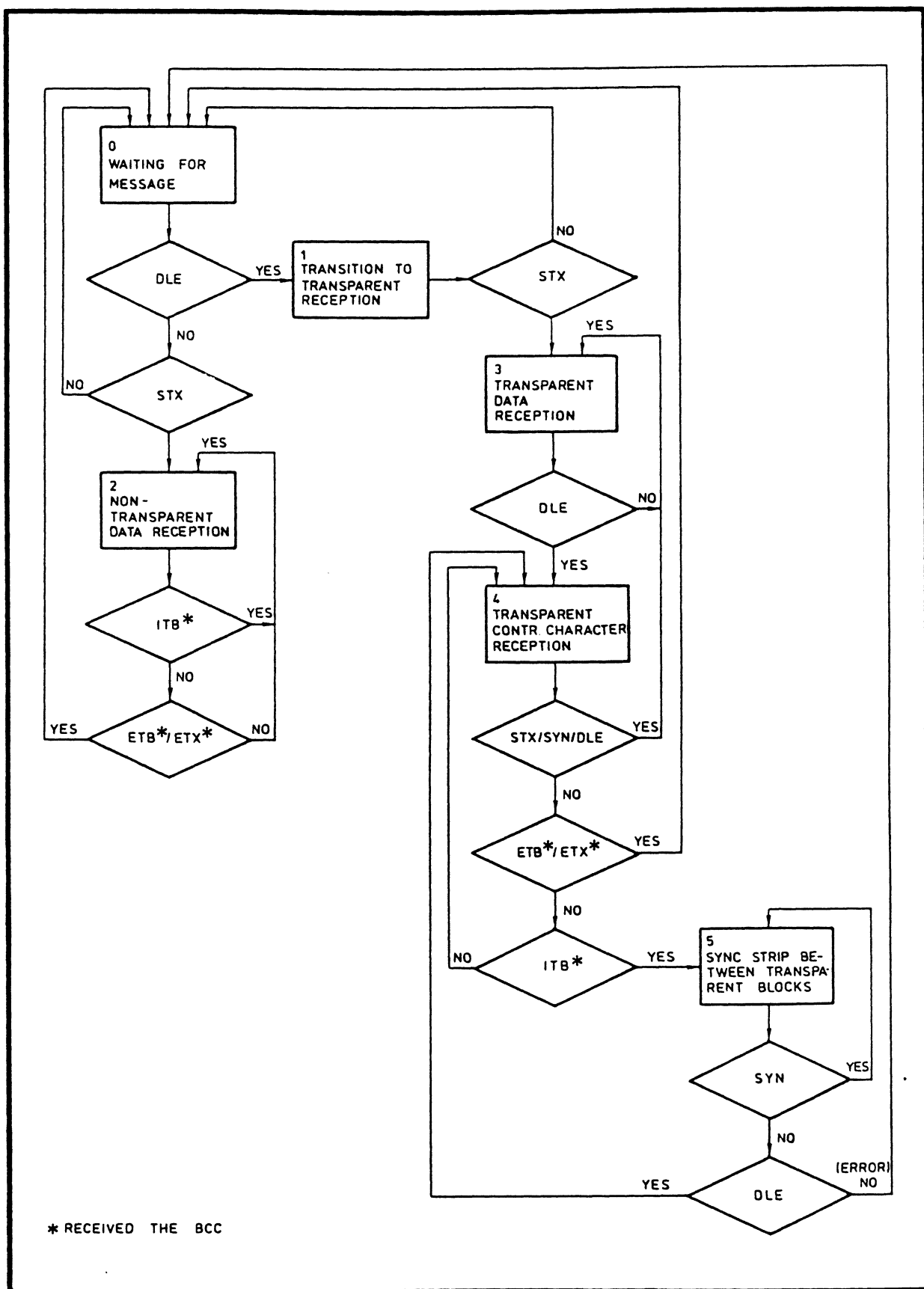


FIG. 3.6: BISYNC modtage flow-diagram

Den mere komplekse datamodtagning er ved transparent transmission. Det første skridt imod transparent modtagning er modtagelsen af et DLE, som bringer modtageren i tilstand 1, hvor den næste karakter, der efterfølger DLE, bortset fra fejlsituationer, er STX, hvilket bringer modtageren i tilstand 3 (Transparent Data Reception). I tilstand 3 vil alle karakterer undtagen DLE blive modtaget og lagret samt indgå i beregningen af blockcheck. Ved modtagningen af et DLE kasseres selve karakteren DLE men bevirker, at modtageren ændres til tilstand 4.

Kontrolkarakterer, som modtages i transparent transmission, bliver behandlet i tilstand 4. De almindelige kontrolkarakterer vil være blokafslutningskaraktererne ITB, ETB og ETX, som er indeholdt i blokcheck'et, der følger umiddelbart efter kontrolkarakteren. Modtagning af ITB medfører, at modtageren skifter til tilstand 5, medens ETB og ETX angiver afslutningen af den transparente tekstblok, hvilket bevirker, at modtageren skifter tilbage til tilstand 0. Et DLE, som modtages i tilstand 4, bliver lagret samt indeholdt i blokcheck'et (i modsætning til hændelsesforløbet i tilstand 3), hvorefter modtageren bringes i tilstand 3. BISYNC protokollen løser på denne måde problemet med at overføre datamønstre, som er ækvivalente med DLE under transparent transmission. Det er væsentligt at notere sig, at det indskudte DLE ("stuffed") ikke indgår i BCC'en (block check character), hvorimod det DLE-lignende bitmønster indgår i checksummen.

En SYN-karakter, som modtages i tilstand 4, bliver ignoreret, bortset fra at modtageren returnerer til tilstand 3. På tilsvarende måde som DLE-DLE kombinationen er brugen af DLE-SYN et BISYNC specialtilfælde. Kombinationen benyttes som en slags "fyld" i tilfælde, hvor transmitteren skal transmittere men ikke har noget at transmittere. Transmissionslinien holdes samtidig synkroniseret ved hjælp af SYN-karakteren, dog uden brugers opmærksomhed. Problemet opstår, når en transmitter midt i en transparent dataoverførsel midlertidigt løber tør for noget at transmittere. Sender transmitteren SYN, har modtageren al mulig grund til at antage, at bit'ene, som repræsenterer SYN-ka-

rakteren, er data. Modtageren vil derfor lagre karakteren samtidig med, at der beregnes BCC, hvilket medfører blockcheck-fejl, idet transmitteren ikke medregner SYN i BCC. Transmitteren skal derfor sende DLE SYN, hvor DLE adviserer modtageren om, at der kommer noget specielt. Efter at modtageren har modtaget DLE, kan modtagelogikken opfatte bitkombinationen SYN som en SYN-karakter, hvilket betyder, at hverken DLE- eller SYN-karakteren bliver lagret eller indgår i checksumberegningen på blokken. Dette problem og dets løsning er væsentligt af to årsager:

- For det første har nogle IC'er, som benyttes til at implementere synkron kommunikation, en automatik, som transmitterer SYN-karakterer i perioder, hvor transmitteren ikke får data tilført hurtigt nok. Disse IC'er muliggør ikke i alle tilfælde automatisk transmission af DLE SYN.
- For det andet er tomgangstransmission med SYN eller DLE SYN kun mulig i karakterorienterede protokoller som BISYNC, og selv da med forsigtighed. Tomgangstransmissionen med SYN eller DLE SYN er fatal i byte-count-orienterede protokoller (DDCMP) eller bitorienterede protokoller (SDLC).

Den sidste tilstand, som modtageren kan antage, er tilstand 5. Modtageren bringes i denne tilstand efter modtagelse af DLE ITB i transparent mode. Denne tilstand benyttes til at tillade modtagelse af synkroniseringssignal (-karakter) imellem de mellemliggende tekstblokke (intermediate text block), uden at karakteren er medregnet i blokcheck'et. Modtagelse af SYN bliver ignoreret, hvorimod DLE bringer modtageren i tilstand 4.

Ud over BISYNC fra IBM har andre computerproducenter/brugere udviklet karakter-orienterede protokoller på linie med BISYNC, hvor nogle bruger andre kontrolkarakterer eller kun benytter dele af BISYNC-protokollen. De mest almindelige dele, som benyttes, er de, som udelader transparent datatransmission samt specielle modtagefeatures.

En undersøgelse af BISYNC transmission samt modtagelsestilstands-flowdiagrammer i Kapitel 3.1.1. angiver, at de fleste komplikationer, som er tilknyttet denne protokol, er et resultat af de specielle procedurer, som benyttes til at opnå transparent transmission samt modtagning. Selv med disse procedurer opstår der nogle vanskelige situationer, som der her skal gives et eksempel på. Eksemplet består i at terminere en transparent tekst bestående af bitkombinationer, som er ækvivalente med DLE og ETX, og som transmitteres i følgende rækkefølge:

DLE ETX DLE ETX DLE ETX

Hvis modtageren skal være i stand til at fortolke denne datastrøm korrekt, må den transmitterende enhed sende:

DLE DLE ETX DLE DLE ETX DLE DLE ETX

Nu, da det er afslutningen på en blok, ønsker transmitteren at påklæbe et "reelt" DLE ETX for at angive afslutningen på tekst, hvorefter datastrømmen, som optræder på kommunikationsfaciliteten vil være:

DLE DLE ETX DLE DLE ETX DLE DLE ETX DLE ETX

Det hardware eller software system, som sender denne message (meddelelse), må være påpasselig, eftersom det afsluttende DLE ETX er forskelligt fra de foregående. Der er ikke indsat (stuffed) et DLE foran det sidste DLE ETX, fordi dette skal opfattes af modtageren som DLE ETX. Løsningen på dette problem er at behandle det sidste DLE ETX separat. Det kunne eksempelvis placeres i en anden message buffer, eller sendes efter en afbrydelse (interrupt), som indikerer, at den transparente tekst indeholdende de tre "DLE ETX"er er blevet sendt. Hvis det "aktuelle" DLE ETX bliver holdt i en separat buffer og kun sendt, når blokken af transparent tekst er blevet sendt, hvordan finder transmissionssoftware'n eller -hardware'n så ud af,

hvornår dette tidspunkt er? Et svar herpå er at holde styr på karakterantallet i transmissionen. Denne form for protokol betegnes som byte count protokol.

Det er således muligt at konstruere en protokol, som ved at holde styr på antallet af bytes løser problemet med transparens uden brug af DLE eller andre kontrolkarakterer. En udbredt byte count protokol er Digital Equipment Corporation's DDCMP (Digital Data Communication Message Protocol). Formatet, som DDCMP protokoller benytter, er vist på FIG. 3.7.

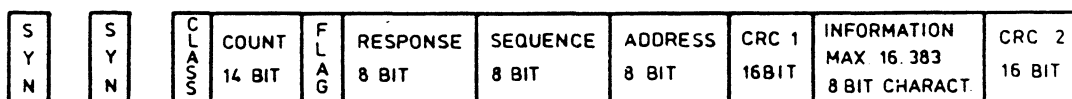


FIG. 3.7: DDCMP Message Format

DDCMP protokollen er en meget generel protokol, som kan benyttes til synkron- eller asynkron kommunikation, halv- eller fuld-duplex, serie eller parallel, og point to point eller multi-point systemer. De mest anvendte former for protokol anvendelser er halv- og fuld-duplex i synkron transmission, hvorfor disse vil blive behandlet nærmere i den efterfølgende beskrivelse.

Formatet, som er angivet i FIG. 3.7, ligner BISYNC-formatet på den måde, de enkelte blokke er opdelt: en header, som indeholder kontrolinformation samt en tekstblok. Header'en er imidlertid ikke en option, som det var tilfældet for BISYNC. De to væsentligste fortrin ved DDCMP-protokollen er karaktertælleren samt sekvensnummereringen i header'en for den informationsblok, som er tilknyttet. Header'en har sin egen CRC block-check, som på FIG. 3.7 er angivet ved CRC1.

Meddelelser, som indeholder data ud over kontrolinformation, er indeholdt i informationsdelen af meddelelsesformatet, som angivet på FIG. 3.7. Informationsdelen, som kan indeholde maksimalt 16383 karakterer, har sin egen CRC (Cyclic Reduncancy Check), på figuren vist som CRC2.

Message-formatet vil i det følgende blive gennemgået i detaljer, efter at message-sekvenssystemet er beskrevet, idet headerinformationen er direkte eller indirekte relateret til sekvensfunktionen.

Under anvendelse af DDCMP-protokollen vil hvert par af stationer, som udveksler meddelelser med hinanden, summere meddelelserne sekventielt, begyndende med nummer 1 under anvendelse af modulo 256. Hver transmitter benytter nummereringssekvensen kontinuert, hvilket eksempelvis kunne have følgende forløb: station A vil sende meddelelserne 6, 7 og 8 til station B, medens station B er i færd med at sende meddelelserne 5, 6 og 7 til station A. Dette vil i et multipoint system, hvor en station har ti andre stationer tilknyttet sig i en to-vejs kommunikation, betyde, at der er 20 forskellige message-tællere involveret i transmissionen. På et vilkårligt tidspunkt, hvor en given station har noget at transmittere, placeres dennes næste sekvensnummer i "Sequence"-feltet i header'en. Foruden at styre stationens tæller for transmitterede meddelelser, styres også modtagerens tæller. Modtagerens tæller opdateres kun, når den modtagne frame's "Sequence"-felt er nøjagtig talværdien én højere end modtagerens sekvenstællerværdi. Indholdet af den modtagne message-tæller er inkluderet i "Sequence"-feltet på frame'n, som transmitteres tilbage for på denne måde at indikere over for den anden station, at den modtagne meddelelse blev modtaget uden fejl. I tilfælde, hvor flere meddelelser sendes samtidigt, og nogle af dem er fejlbehæftede, returneres den højeste tællerværdi, hvoraf de forudgående meddelelser er fejlfri.

Når en station modtager en meddelelse, som indeholder fejl, sender den pågældende station en negativt bekræftelse (acknowledge-NAK) tilbage til den sendende station. DDCMP-protokollen kræver ikke godkendelse for hver meddelelse i form af en talværdi i response-feltet af en normal header, eller henholdsvis en positiv (ACK) eller negativ (NAK) acknowledge-meddelelse, men som tidligere angivet specificeres sekvensnummeret på den sidste "gode" meddelelse, som blev modtaget. Hvis f.eks. med-

delelserne 4, 5 og 6 er blevet modtaget siden den sidste acknowledge blev sendt, og hvis meddelelse nr. 6 er fejlbehæftet, vil NAK-message specificere meddelelse nr. 5. Når DDCMP arbejder i fuld-duplex mode, skal transmissionsretningen ikke først vendes, hvorfor NAK blot adderes til frame'n, som transmitteren næste gang skal transmittere tilbage.

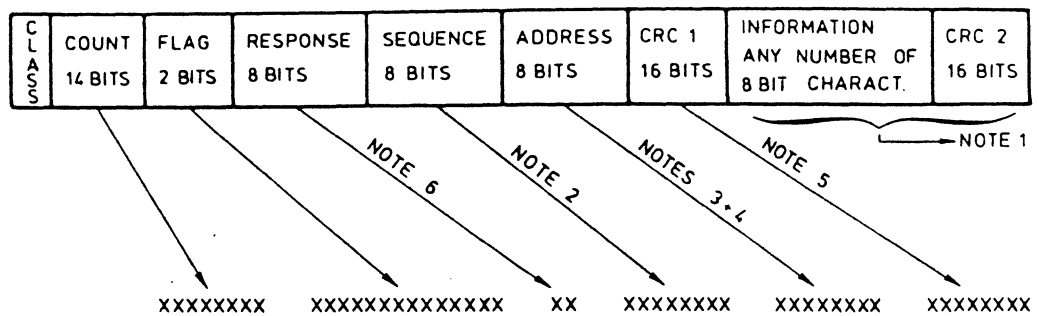
I tilfælde, hvor en station modtager en message uden for sekvens, giver meddelelsen ikke anledning til noget response. Den transmitterende station vil detektere dette i response-feltet i frame'n fra den anden station, og medmindre "Reply Wait"-timeren udløber, inder den transmitterende station modtager et acknowledgement, vil den transmitterende station sende en "REP"-meddelelse. "REP"-meddelelsen indeholder sekvensnummeret på den seneste meddelelse, som ikke er blevet accepteret af modtager. Den sidste meddelelse kan være en enkelt meddelelse eller den sidste i en blok af meddelelser. Hvis den modtagende station har modtaget den i REP-meddelelsen refererede message korrekt, vil denne svare tilbage med en positiv acknowledgement (ACK). I modsat fald returneres et NAK indeholdende nummeret på den sidste meddelelse, som blev korrekt modtaget, hvorefter den transmitterende station vil retransmitte alle datameddelelserne, som følger efter det specificerede nummer i NAK-meddelelsen.

Med det anvendte nummereringssystem i DDCMP er det tilladt at have op til 255 uaccepterede meddelelser udestående, hvilket er en stor fordel under anvendelse af satellit, hvor alene transmissionsforsinkelsen udfør omkring 0.25 sekund.

I det følgende gennemgås DDCMP-frame'n i detaljer, se FIG. 3.8.

SYN:

Først sendes to SYN-karakterer, hvorefter første karakter i meddelelsen er CLASS.



DATA MESSAGES	10000001	CHARACTER COUNT	QS	RESP #	MESSAGE#	ADDRESS
ACKNOWLEDGEMENT	00000101	00000001000000	QS	RESP #	00000000	ADDRESS
NEGATIVE ACKNOWLEDGE	00000101	00000010-----	QS	RESP #	00000000	ADDRESS

REASONS:

BCC HEADER ERROR	000001
BCC DATA ERROR	000010
REP RESPONSE	000011
BUFFER UNAVAILABLE	001000
RECEIVER OVERRUN	001001
MESSAGE TOO LONG	010000
HEADER FORMAT ERROR	010001

REPLY MESSAGE	00000101	00000011000000	QS	00000000	LstMess#	ADDRESS
START MESSAGE	00000101	00000110000000	11	00000000	00000000	ADDRESS
START ACKNOWLEDGEMENT	00000101	00000111000000	11	00000000	00000000	ADDRESS
MAINTENANCE MESSAGE	10010000	CHARACTER COUNT	11	00000000	00000000	ADDRESS

NOTES:

1. ONLY THE DATA MESSAGE AND THE MAINTENANCE MESSAGE HAVE CHARACTER COUNTS, SO ONLY THESE MESSAGES HAVE THE INFORMATION AND CRC2 FIELDS SHOWN IN THE MESSAGE FORMAT DIAGRAM ABOVE.
2. "RESP #" REFERS TO RESPONSE NUMBER. THIS IS THE NUMBER OF THE LAST MESSAGE RECEIVED CORRECTLY. WHEN USED IN A NEGATIVE ACKNOWLEDGE MESSAGE, IT IS ASSUMED THAT THE NEXT HIGHER NUMBERED MESSAGE WAS NOT RECEIVED, WAS RECEIVED WITH ERRORS, OR WAS UNACCEPTED FOR SOME OTHER REASON. SEE "REASONS".
3. "MESSAGE#" IS THE SEQUENTIALLY ASSIGNED NUMBER OF THIS MESSAGE. NUMBERS ARE ASSIGNED BY THE TRANSMITTING STATION MODULO 256; I.E. MESSAGE 000 FOLLOWS 255.
4. "LstMess#" IS THE NUMBER OF THE LAST MESSAGE TRANSMITTED BY THE STATION. SEE THE TEXT DISCUSSION OF REP MESSAGES.
5. "ADDRESS" IS THE ADDRESS OF THE TRIBUTARY STATION IN MULTIPOINT SYSTEMS AND IS USED IN MESSAGES BOTH TO AND FROM THE TRIBUTARY. IN POINT TO POINT OPERATION, A STATION SENDS THE ADDRESS "1" BUT IGNORES THE ADDRESS FIELD ON RECEPTION.
6. "Q" AND "S" REFER TO THE QUICK SYNC FLAG BIT AND THE SELECT BIT. SEE TEXT.

FIG. 3.8: Detaljeret DDCMP frame

CLASS:

CLASS er en ASCII-karakter med lige paritet, som angiver hvilken art meddelelse frame'n indeholder. Der er tre typer meddelelser: data, kontrol samt vedligeholdelse (maintenance). Disse er hver især angivet ved karaktererne SOH, ENQ og DLE.

COUNT & FLAG:

De næste to karakterer, som efterfølger CLASS er opdelt på en sådan måde, at de samlet udgør en karaktærtæller på 14 bit samt flag, som udgør to bit. 14 bit-feltet (COUNT) bruges i data og vedligeholdelsesmeddelelser til at angive hvor mange karakterer, informationsfeltet indeholder. Ved kontrolmeddelelser er de første 8 bit af 14 bit-feltet benyttet til at vise, hvilken type kontrolmeddelelse, det er. De resterende 6 bit er normalt 0-stillet. Undtagelsen for de sidste 6 bit i COUNT-feltet er i tilfælde af NAK meddelelser, hvor disse 6 bit bruges til at specificere årsagen til NAK. 2 bit-feltet FLAG indeholder quick sync og select flag. Quick-sync-flaget benyttes til at informere modtageren om, at meddelelsen vil blive efterfulgt af synkroniserings-karakterer. Select-flaget benyttes til at styre transmissionen på multipoint og halv-duplex-forbindelser. Select-flaget angiver den sidste meddelelse, som den transmitterende station har, og inviterer således den adresserede station til at transmittere.

RESPONSE:

RESPONSE-feltet indeholder nummeret på den sidste meddelelse, som er blevet korrekt modtaget. Feltet benyttes under datameddelelser samt ved positiv og negativ bekræftelse af kontrolmeddelelser. Ved vedligeholdelsesmeddelelser er RESPONSE-feltet 0-stillet.

SEQUENCE:

SEQUENCE-feltet benyttes i datameddelelser og i kontrolmeddelelser af REP (Reply) type. Til datameddelelser indeholder "Sequence"-feltet meddelelsens sekvensnummer, som er styret af transmitteren, uafhængigt af eventuelle modtagne meddelelser. I

kontrolmeddelelser af typen "REP" indgår "Sequence"-feltet i en forespørgsel fra transmitteren, om modtageren har modtaget meddelelserne til og med det specificerede nummer korrekt.

ADDRESS:

ADDRESS-feltet i frame'n benyttes til at adressere understationen i et multipoint-system og indgår både i meddelelser til og fra understationen. I point to point forbindelser placerer de to stationer et "1"-tal i adressefeltet, samtidig med at de ignorerer adressefeltet ved modtagning.

Foruden positiv og negativ acknowledgement samt REP kontrolmeddelelser er der også start samt start-acknowledge kontrolmeddelelser. Disse meddelelser benyttes til at placere de modtagende stationer i en kendt tilstand ved oprettelse og synkronisering på en DDCMP-link. Startsekvensen nulstiller meddelelsesnummereringen ved transmitteren samt adresserer modtager. Start-acknowledge kontrolmeddelelsen returneres, når start kontrolmeddelelsen er effektueret.

Vedligeholdelsesmeddelelser:

DDCMP-protokollen arbejder i to basis-modes:

- 1) on-line eller normalt kørende mode
- 2) off-line eller vedligeholdelses-mode (maintenance mode)

Off-line mode er den specielle kørselsform, hvor testprogrammer afvikles, tillige med simple operationelle procedurer såsom bootstrapping, down-line loading eller dumping.

DDCMP er i stand til at køre:

- . fuld/halv duplex
- . point to point og multipoint-forbindelser
- . synkron/asynkron transmission
- . parallelle systemer
- . multiple acknowledgements pr. ACK-meddelelse (max. 255 meddelelser for hver ACK-meddelelse)

PROTOKOLKARAKTERISTIK FOR SERIEL KOMMUNIKATION

Med følgende opstilling gives en karakteristik af nogle fremtrædende kommunikationsprotokoller.

FEATURE	DDCMP	BISYNC	SDLC	ADCCP	HDLC
Full Duplex	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Half Duplex	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Serial	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Parallel	Yes	No	No	No	No
Data Transparency	Count	Character Stuffing	Bit Stuffing	Bit Stuffing	Bit Stuffing
Asynchronous Operation	Yes	No	No	No	No
Synchronous Operation	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Point-to-Point	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Multipoint	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Error Detection (CRC)	CRC-16	CRC-16	CRC-CCITT	CRC-CCITT	CRC-CCITT
Retransmit Error Recovery	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bootstrapping Capability	Yes	No	No	No	No

PARALLELE KOMMUNIKATIONS PROTOKOLLER

Parallel kommunikation betragtes ofte som kommunikation imellem dataudstyr inden for en meget begrænset afstand. Dette er imidlertid ikke nødvendigvis tilfældet, idet de enkelte bits eller blokke af bits kan kodes til separate toner, som derefter sendes over et tråddpar. Et meget anvendt princip for denne type transmission er Dual Tone Multifrequency (DTMF), som benyttes mellem en telefonabonnent og dennes lokale telefoncentral.

Den mere generelle opfattelse af parallel kommunikation ses i instrumentbusserne som for eksempel IEC 625, IEEE 488 samt HP-IB.

Feature comparison of DLCs

Feature	BISYNC	DDCMP	ADCCP/HDLC	SDLC
Transmission format	Sync	Async/sync	Sync	Sync
Transmission mode	Half duplex	Half/full duplex	Half/full duplex	Half/full duplex
Framing: start	2 SYNs	2 SYNs	FLAG	FLAG
end	Terminating characters	Character count	FLAG	FLAG
Frame formats	Numerous	1 (3 types)	1 (3 types)	1 (3 types)
Error checking	Text messages only	Header and info field separately	All frames between FLAGS	All frames between FLAGS
Error detection/generation	VRC/LRC-8 VRC/CRC-16 CRC - 16 CRC - 12	CRC-16	CRC-CCITT	CRC-CCITT
Requests for retransmission	Stop and wait	Go back N	Go back N or selected reject	Go back N
Maximum # outstanding frames	1	255	127	7
Link control	Optional header	Required header	1 or 2 octet control field	1 octet control field
Station addressing	Contention (point-to-point) polling sequence (multi-point)	Address in header	Single or extended address field	1 octet address field
Character codes	ASCII, EBCDIC, SBT	ASCII for SOH, DLE, ENQ only	Any	Any
Info. field length	n × 6 (SBT) n × 8 (ASCII/EBCDIC)	n × 8	Unrestricted	n × 8
Transparency	Transparent mode	Character count	Zero insertion/deletion	Zero insertion/deletion
Control characters/bit patterns	Numerous single and two character sequences	SYN, SOH, DLE, ENQ	FLAG, ABORT, IDLE	FLAG, ABORT, IDLE

IEEE 802 Data Link Service.

For at tilbyde størst fleksibilitet for implementeringen af IEEE 802 LAN standarden tilbydes 2 typer link service:

Connectionless: type 1 - frames udveksles mellem stationer uden etablering af en logisk forbindelse (logical link). Frames bliver ikke kvitteret (ACK) og hverken flow kontrol eller error recovery tilbydes. Disse services tilbydes af højere lags protokoller.

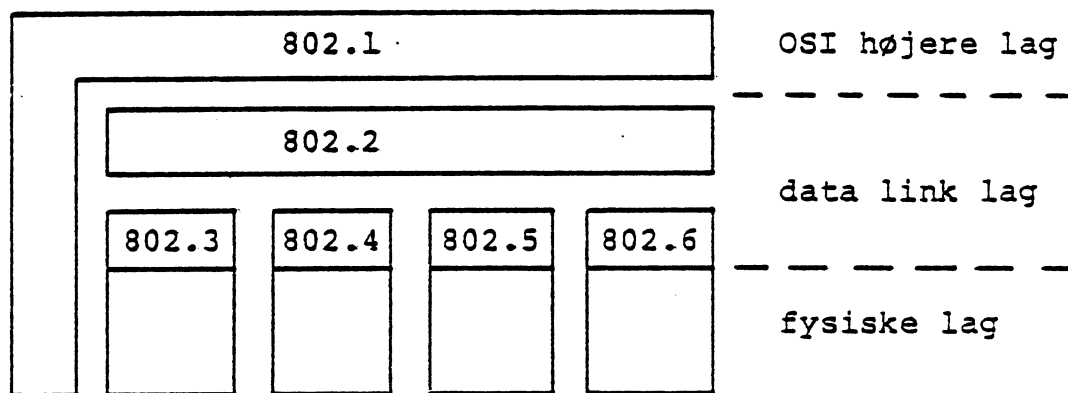
Connection-oriented: type 2 - en logisk forbindelse etableres mellem stationerne inden udveksling af frames påbegyndes. Frames afleveres i den rigtige rækkefølge og flow kontrol og error recovery er en del af link lagets service.

IEEE 802 protokol-lagdeling.

Lagdelingen af IEEE 802 er næsten den samme som og kompatibel med ISO referencemodellen for åbne kommunikationssystemer. Dog er der 2 afgørende forskelle.

IEEE 802 lokalnet er et "single hop multipoint peer to peer" kommunikationsnet. Lokalnettet gør det derfor muligt for DTE'er at kommunikere med andre DTE'er uden brug af switching. Dette er den afgørende forskel fra Wide Area Networks (WANs), hvor rutning foretages af netværkslaget (lag 3).

IEEE 802. FAMILIE AF PROTOKOLLER



IEEE 802.1 - 802.x standarder relateret til ISO's referencemodel, højere lags protokoller, internetworking, management og kontrol

IEEE 802.2 - logisk link kontrol protokol standard

IEEE 802.3 - CSMA/CD bus access metode

IEEE 802.4 - token passing bus access metode

IEEE 802.5 - token passing ring access metode

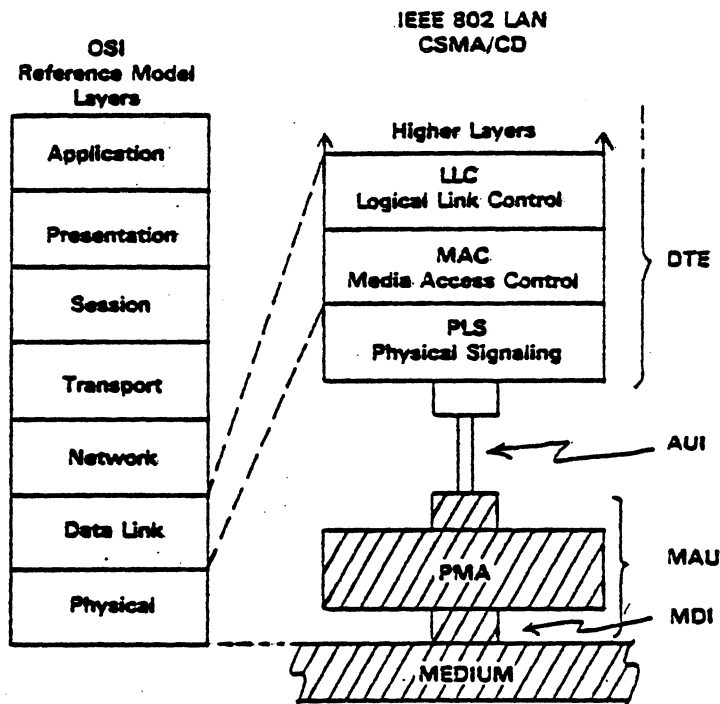
IEEE 802.6 - wide area network access metode

- der er ikke behov for switching i netværkslaget eller rutningsfunktioner i IEEE 802 LAN p.g.a nettets single hop multipoint facilitet.

- i stedet, kræves der et "media access" sublag mellem data link laget og det fysiske lag for at arbitrære adgangen (access) til kommunikationskanalen.

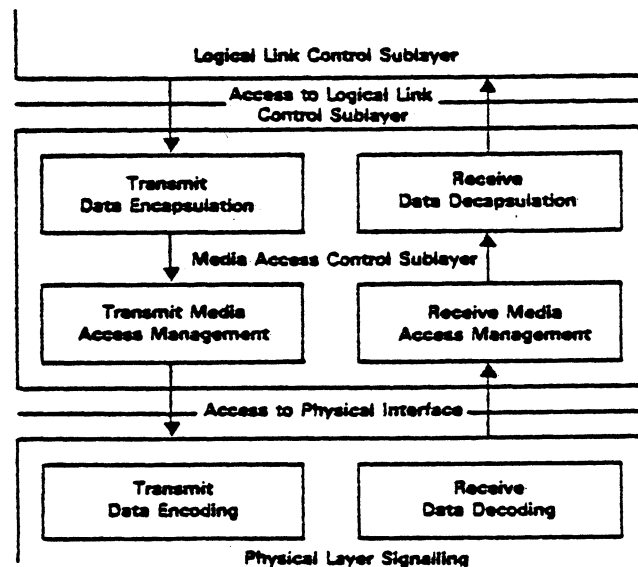
IEEE 802.3 CSMA/CD ACCESS METODE

IEEE 802.3 CSMA/CD I RELATION TIL ISO REFERENCEMODEL



AUI - Attachment Unit Interface
 MDI - Medium Dependent Interface
 MAU - Medium Attachment Interface
 PMA - Physical Medium Attachment

CSMA/CD MEDIA ACCESS CONTROL FUNKTION (MAC)



Logisk Link Kontrol - IEEE 802.2

Logical Link Control (LLC) standarden definerer de protokoller, der bruges til at kontrollere en eller flere logiske forbindelser på en fysisk forbindelse. Hver tilsluttet station anvender en fælles accesmetode (en af de 4 IEEE 802. definerede accessmetoder). Kontrolprocedurerne er defineret i X.25 og i HDLC med et par undtagelser: LCC anvender kun asynkron balanceret transmission og tillader multipleksing af service access punkter.

Et. CSMA/CD netværks virkemåde.

Logical Link Control (LLC) protokol data er en sekvens af fortløbende bytes leveret til/fra Media Access Control (MAC) sublaget. Sekvensen er mindst 3 bytes lang bestående af 2 adressefelter og et kontrolfelt og kan tillige indeholde et informationsfelt på en eller flere bytes.

Normal kollisions-fri transmission sker på flg. måde i et CSMA/CD baseret lokalnet:

1. Når LLC ønsker at transmittere data konstruerer MAC sublaget, Transmit Data Encapsulation, en frame bestående af: preamble - start frame delimiter - modtageradresse - kildeadresse - data feltets længde - LCC data felt - frame check sekvens.
2. Transmit Media Access Management (TMAC) delen af MAC sublaget checker muligheden for contention på transmissionslinien. TMAC monitorerer bærefrekvenssignalet leveret af Physical Layer Signalling (PLS) enheden, når datatrafik passerer noden.

3. Når mediet er klar, begynder transmissionen. MAC sublaget sender en bitstrøm til PLS for transmission. PLS enheden genererer de elektriske signaler, som repræsenterer hver bit i den afsendte frame.
4. Når transmissionen er færdig informerer MAC sublaget LLC'en v.h.a. LLC's sublagets interface. MAC laget afventer nu en "request" for den næste transmission.

For modtageren sker der følgende:

1. Den ankomne frame detekteres af PLS modulet i den modtagende enhed. PLS modulet synkroniserer med den indkomne preamble og genererer et bærefrekvenssignal.
2. PLS modulet smider preamble og start frame delimiter væk og sender resten videre til Receive Media Access Managementdelen af MAC sublaget.
3. RMAC enheden indsamler alle databits indtil bærefrekvenssignalet forsvinder. Derefter går data til Receive Data Decapsulation enheden i MAC sublaget.
4. RDD checker om modtageradressen er korrekt og inspi-cerer frame check sekvensen. Hvis adresse og data er korrekte sendes disse til LLC sublaget; ellers bliver framen kasseret eller leveret til network managementmodulet.

CSMA/CD fysisk lag og kabelspecifikation.

CSMA/CD accessmetoden er en basisbånd teknologi.

Der bruges en række analoge komponenter på og under det fysiske lag i OSI referencemodellen. Disse komponenter incl.:

- . Koaksialkabel
- . Medium Attachment Unit (MAU), der forbinder koaksialkablet til dropkablet og indeholder elektronik til at sende, modtage og håndtere de kodede signaler.
- . Physical Medium Attachment (PMA) er den del af MAU'en, der indeholder elektronikken.
- . Attachment Unit Interface (AUI) består af kabel, konnektorer og transmissionskredsløb, som forbinder PLS og MAU.
- . dropkablet er et AUI kabel, som forbinder DTE og MAU system komponenter
- . repeatere genopretter transmissionssignalerne og udvider rækkevidden og topologien af nettet udover grænsen for et enkelt segment.

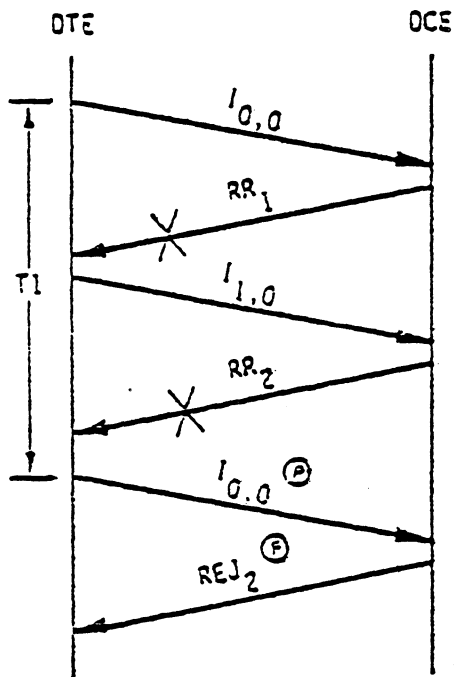
IEEE 802.3 standarden indeholder fl.g karakteristika for signalering over et CSMA/CD baseret lokalnet.

- . 4 signaleringshastigheder: 1Mbps, 5 Mbps, 10Mbps og 20 Mbps.
- . et "trunk" koaksialkabel termineret i hver ende kaldes et koaksial-segment. Et koaksial-segment må ikke være længere end 500 meter og må max. have 100 MAU'er tilsluttet.
- . repeatersæt forbinder koaksial-segmenter.
- . den max. afstand mellem driver og modtager enheder er 50 m.
- . den maximale transmissionsvej mellem 2 vilkårlige stationer er 5 koaksial-segmenter, 4 repeatersæt, 2 MAU'er og 2 AUI'er.

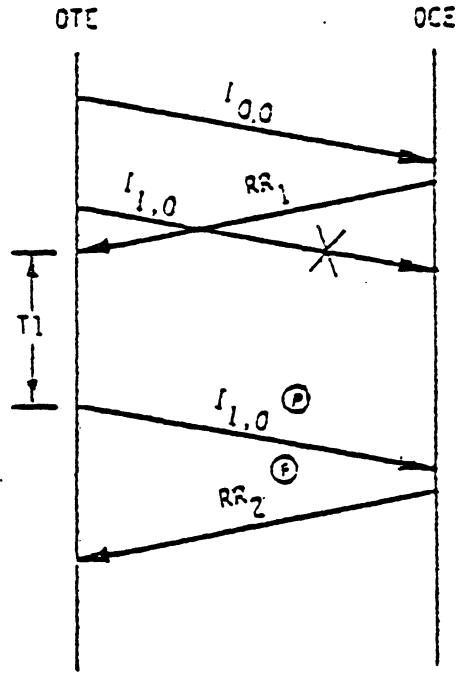
- SIGNALING :

- LINKLEVEL

- PACKETLEVEL

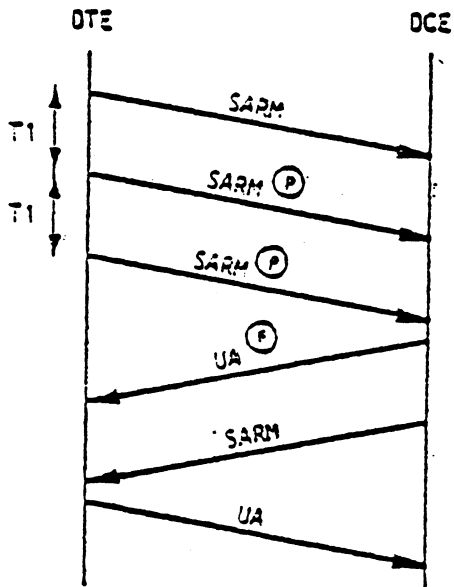


MISSING ACKNOWLEDGMENT

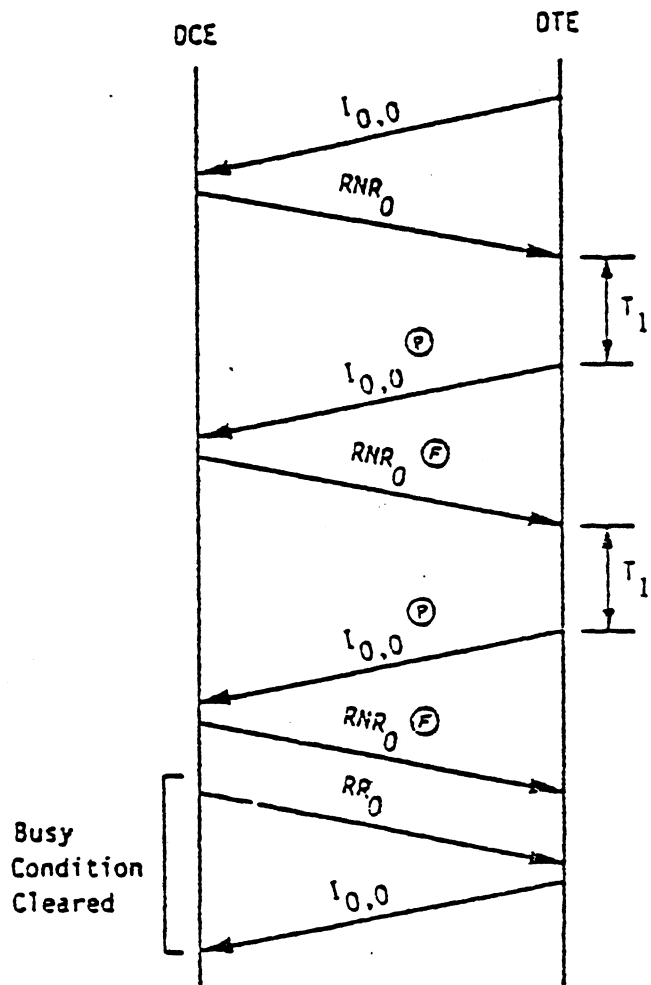


MISSING I-FRAME

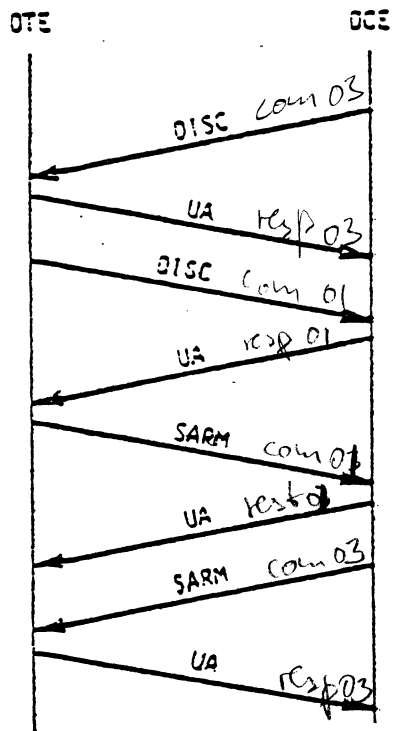
LAP TIMER RECOVERY



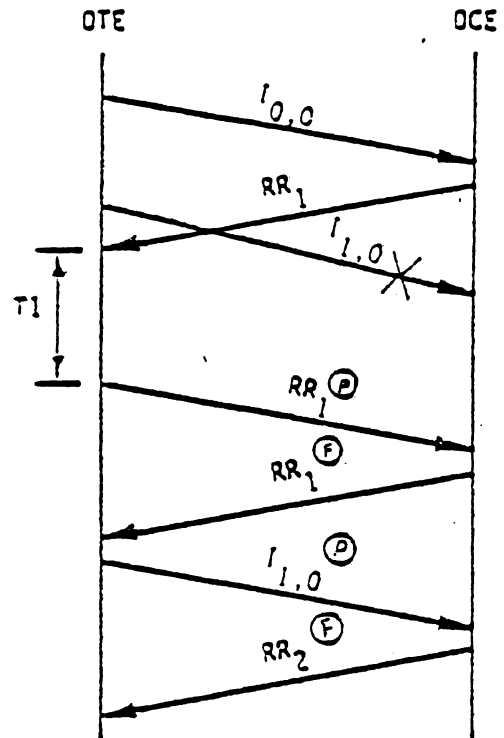
TIMER RECOVERY DURING
LINK SETUP



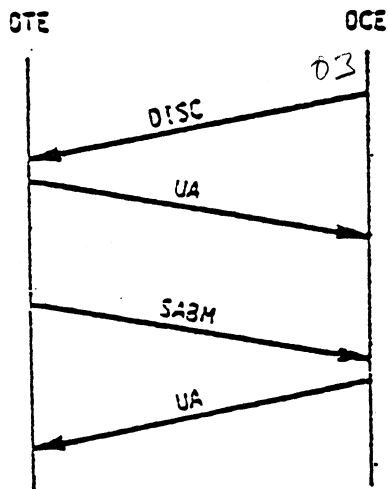
BUSY CONDITION



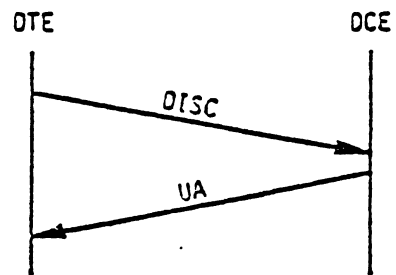
LINK SETUP IN LAP



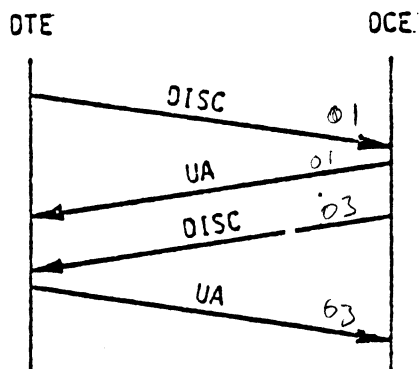
MISSING INFORMATION FRAME
RECOVERED VIA T1 TIMEOUT
(LAP B)



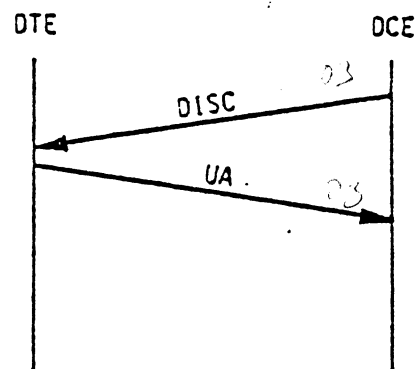
LAPB LINK SETUP



LAPB LINK DISCONNECTION

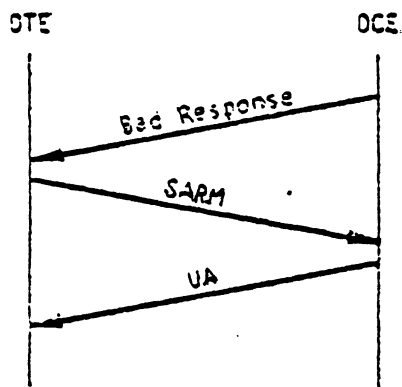


DTE Initiated



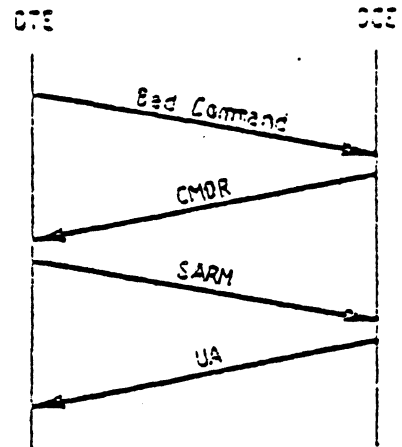
DCE Initiated

LINK DISCONNECT IN LAP DURING
INFORMATION TRANSFER STATE



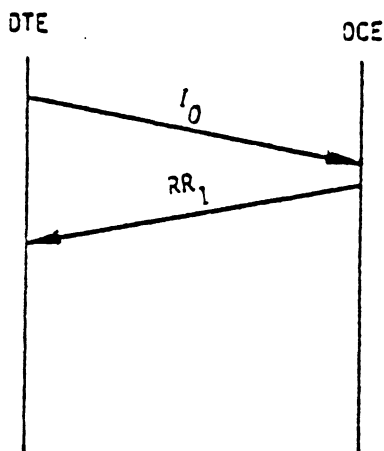
BAD RESPONSE*

*Unknown Response
Invalid Information Field
Unsolicited Final Bit
Invalid N(R)

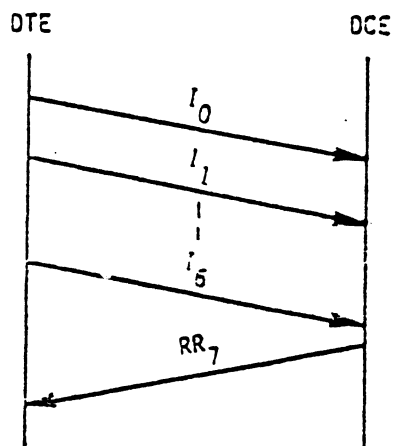


BAD COMMAND*

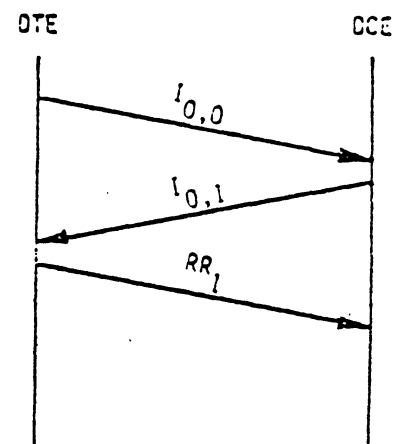
*Unknown Command
Invalid Information Field
Invalid N(S)



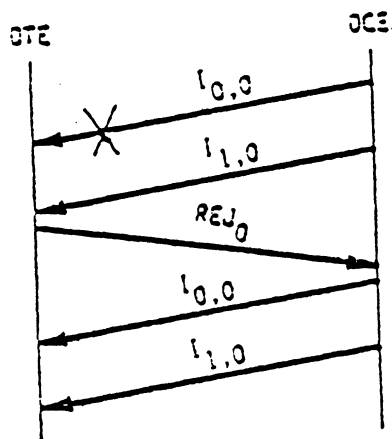
Information Transfer



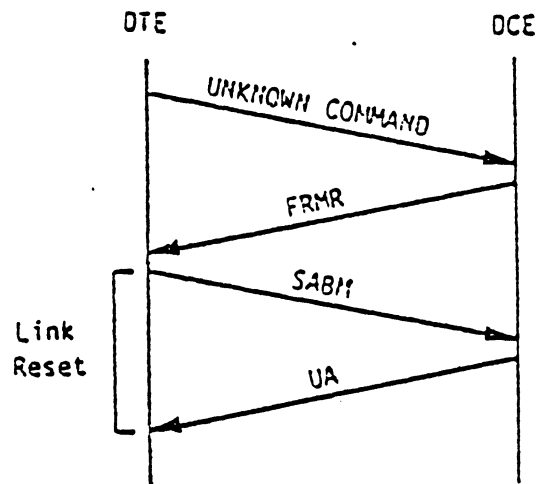
More Than One Outstanding
Information Frame



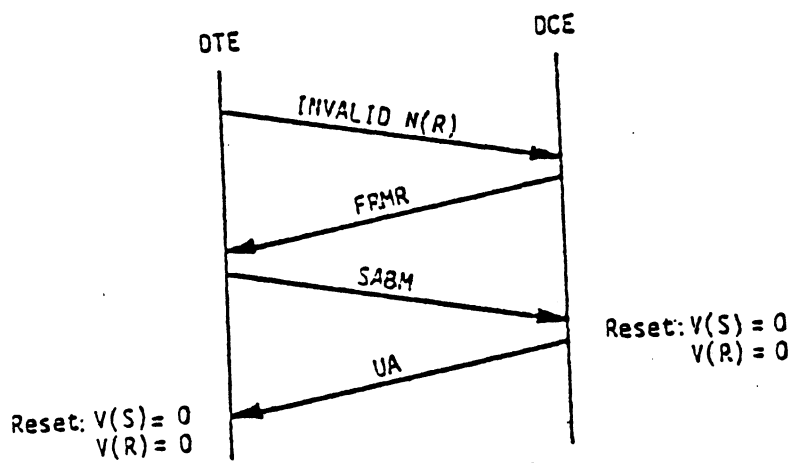
Piggybacked Acknowledgements



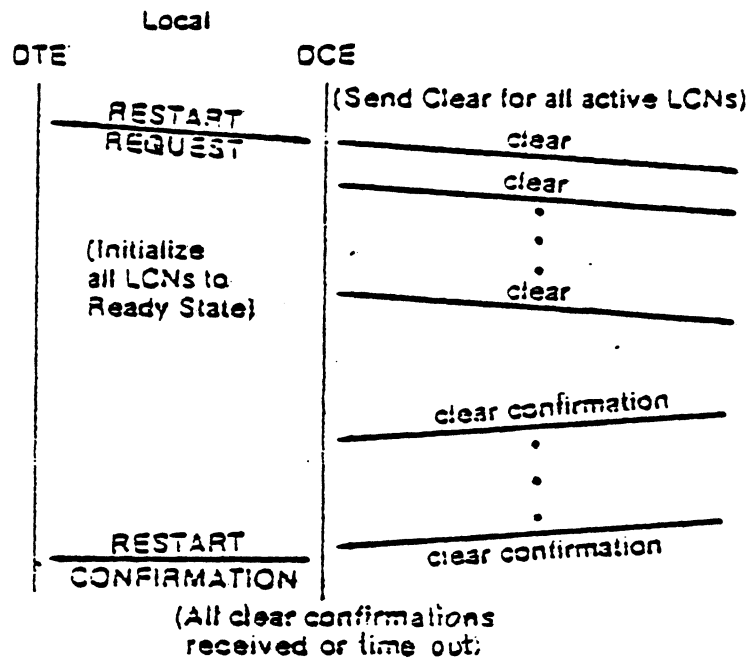
DTE REJECT RECOVERY



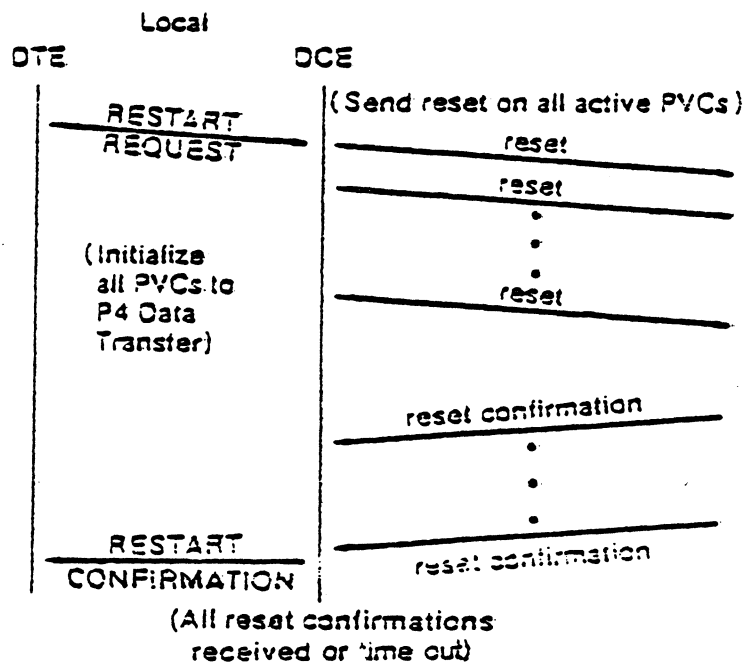
LAPB REJECT RECOVERY
UNKNOWN COMMAND FRAME



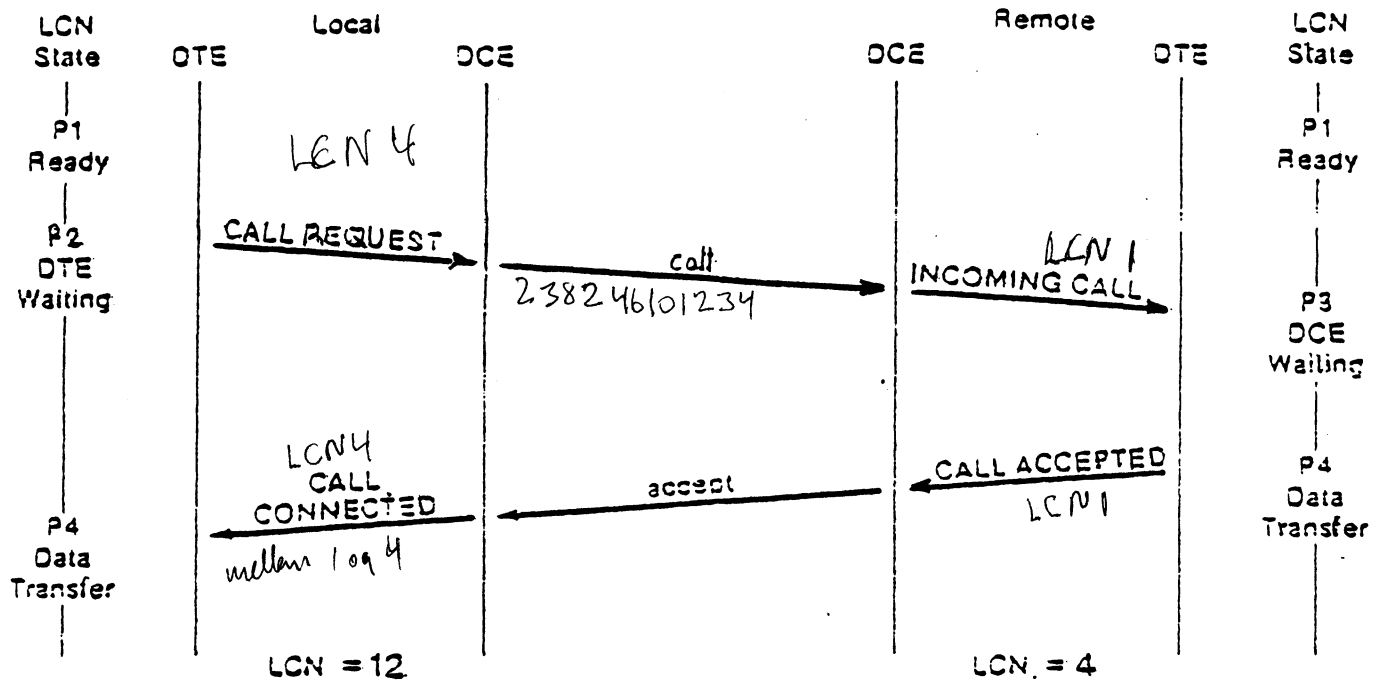
INVALID N(R)
FRAME REJECT RECOVERY



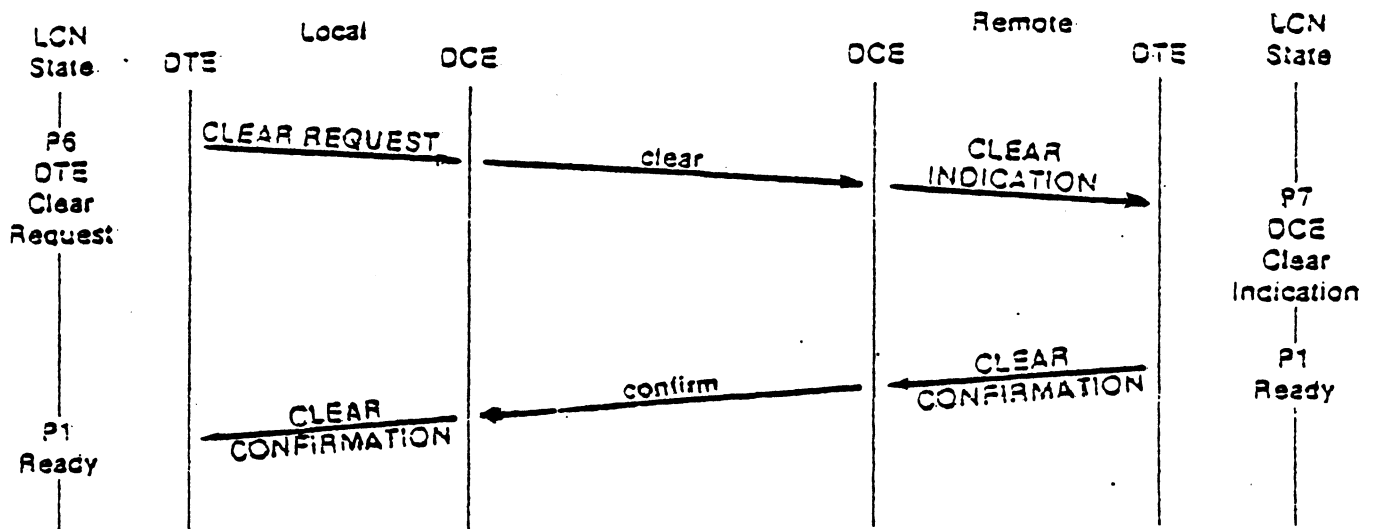
Virtual Call Clearing During Packet Level Restart



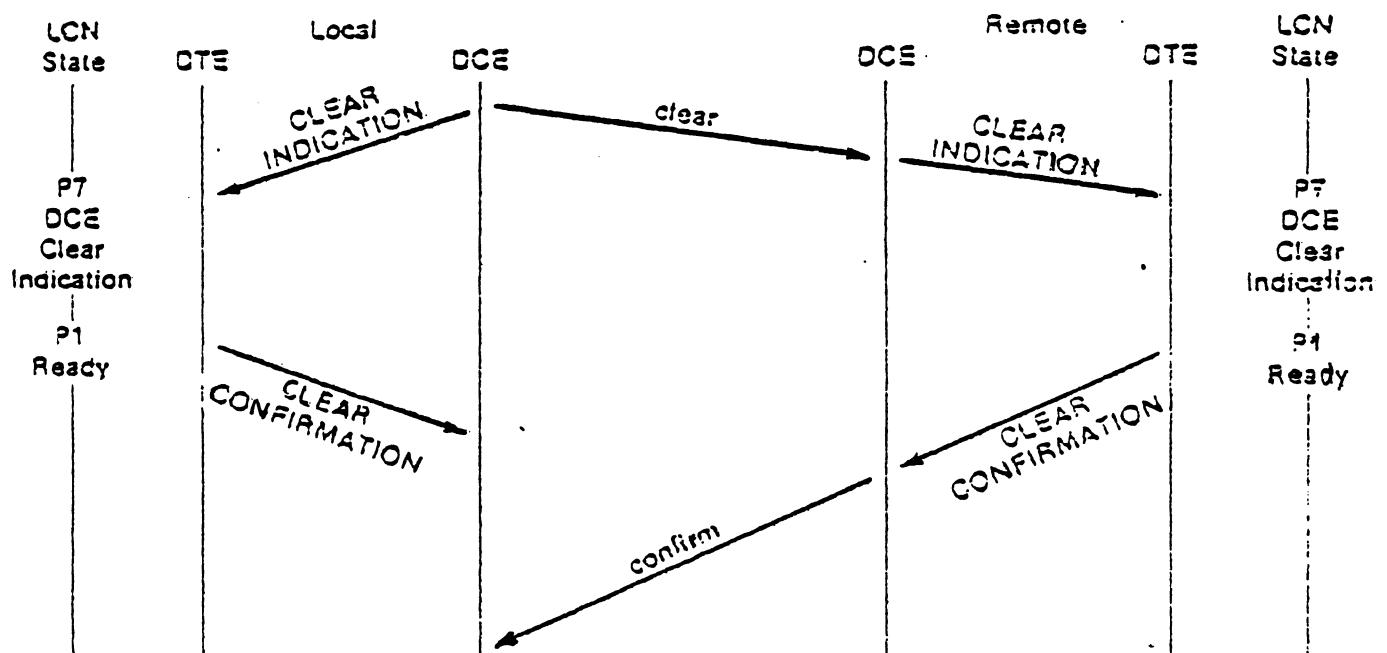
Permanent Virtual Circuit Reset
During Packet Level Restart.



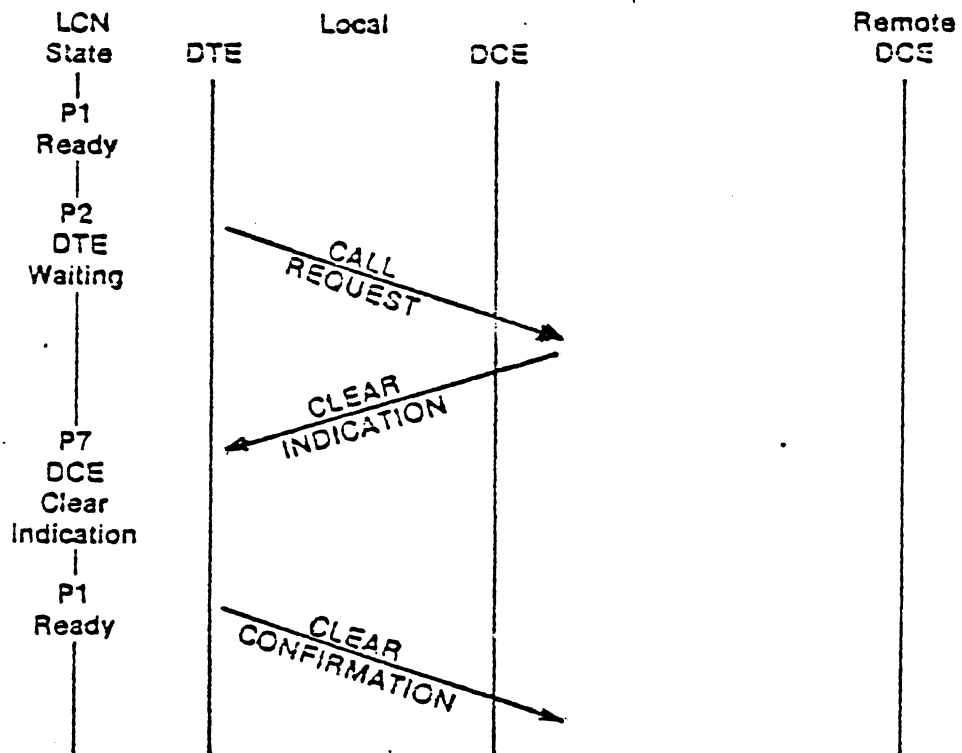
Call Establishment



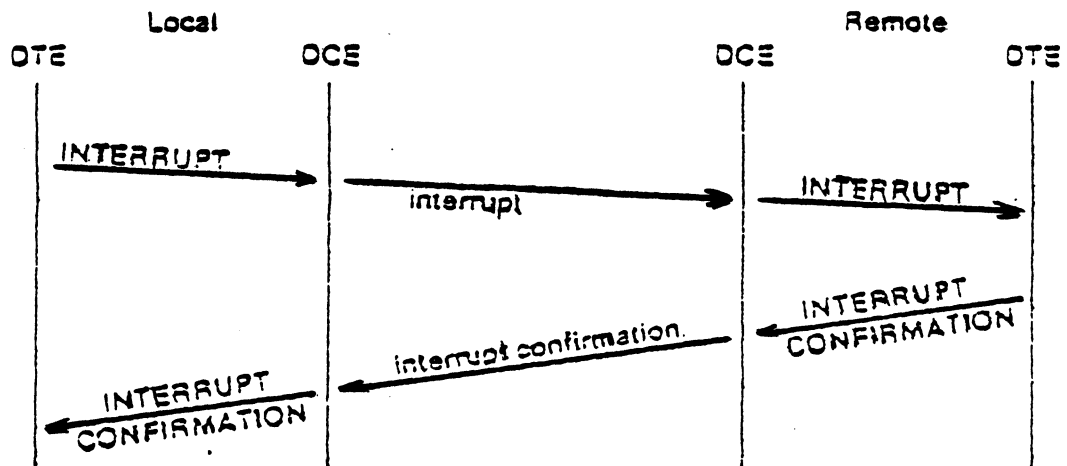
End-to-End Procedures For Call Clearing DTE Initiated



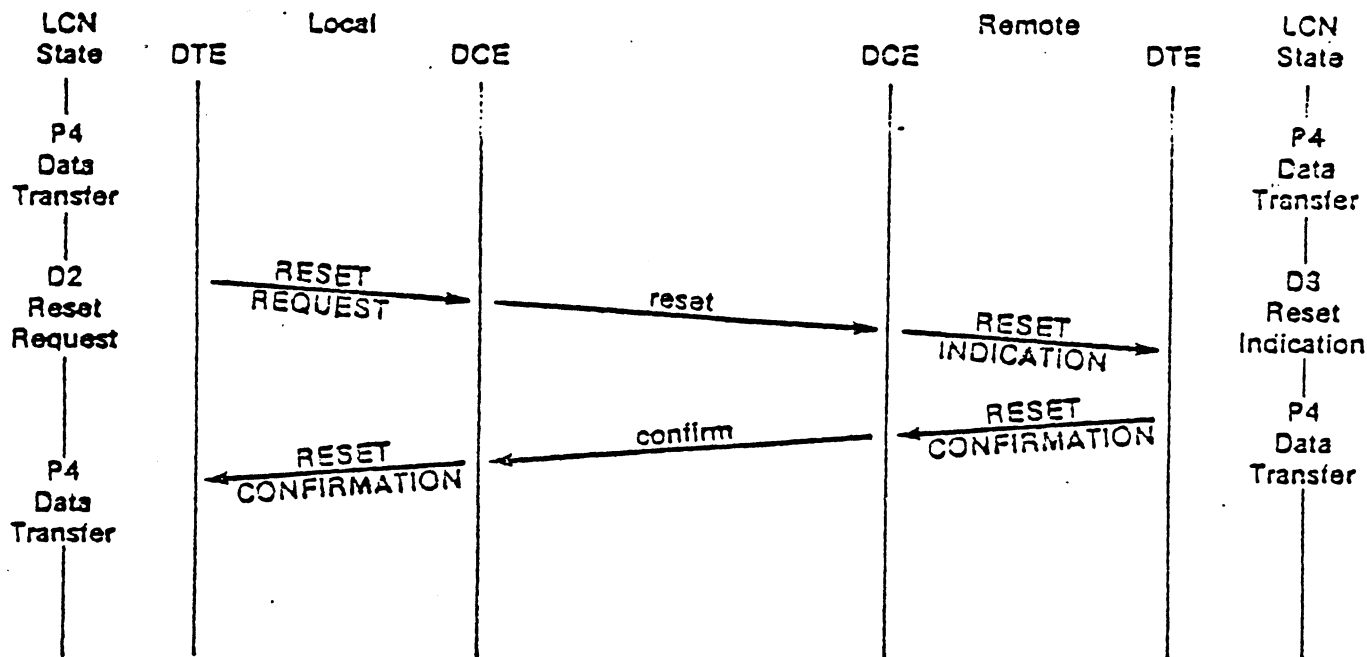
End-to-End Procedures For Call Clearing DCE Initiated



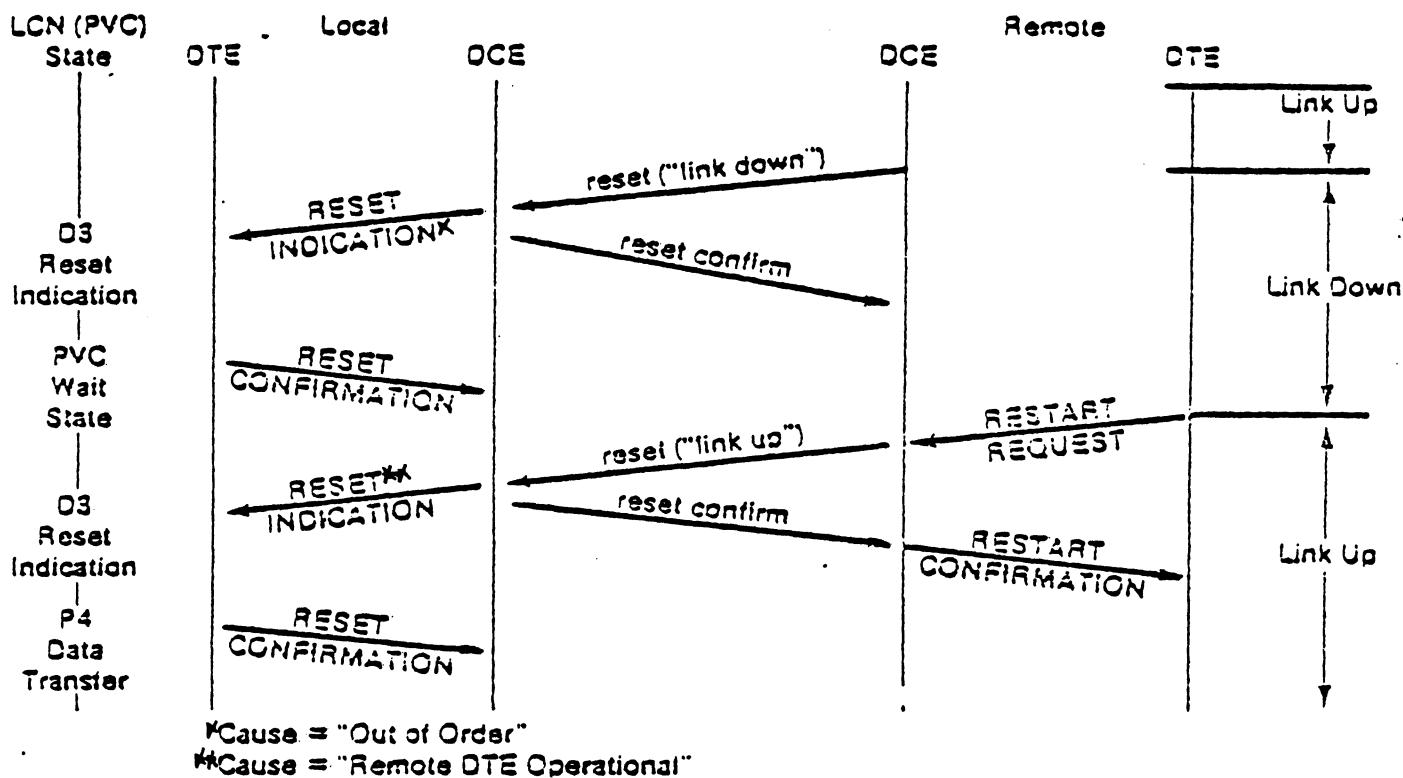
Call Not Established



"Out of Band Signalling"



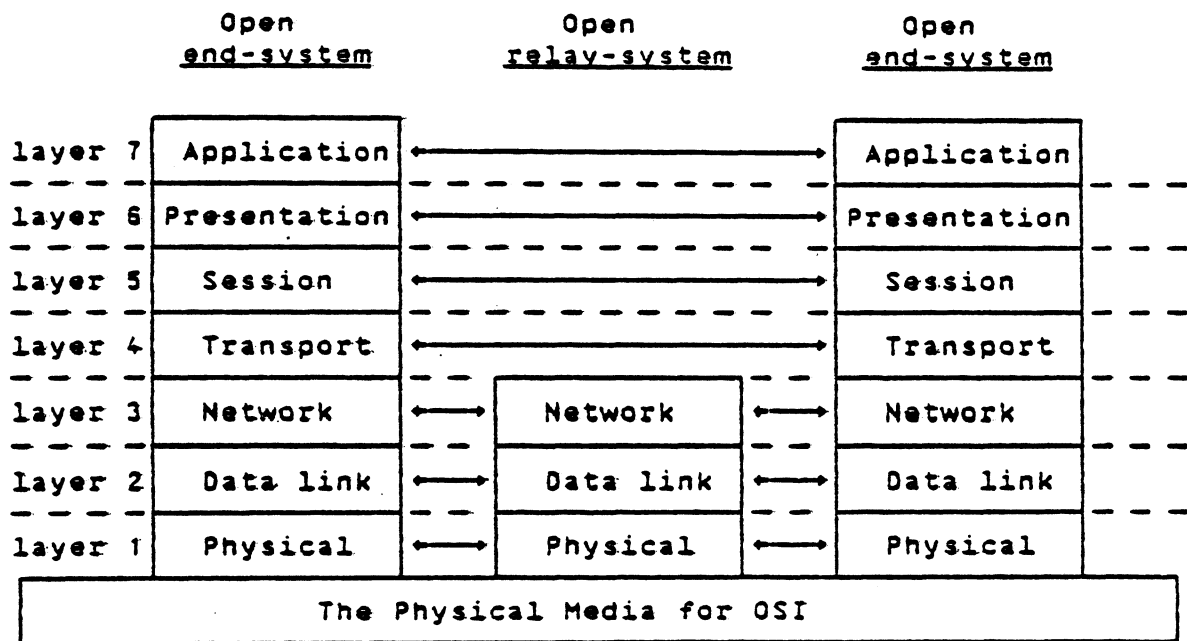
End-to-End Procedures For DTE Initiated Reset



Permanent Virtual Circuit Signaling

- ISO-OSI:

OSI REFERENCE MODELLENS SYV LAG



- STANDARDER:

LEVEL 1: DET FYSISKE LAG

Det fysiske lag i ISO's OSI-referencemodel er det første lag. Laget interfacer direkte det fysiske transmissionsmedie, og det skal således aktivere og deaktivere fysiske forbindelser til andre enheder på nettet. Desuden skal det fysiske lag optræde som den logiske interfacemekanisme mellem det fysiske transmissionsmedie og Data Link Laget (lag 2).

ISO's OSI-model lister følgende funktioner, der skal udføres i det fysiske lag:

- . Fysiske forbindelsers aktivering og deaktivering
- . Fysisk Service Data Unit transmission
- . Fysisk lag-management.

Formål:

- At etablere de fysiske, elektriske, funktionelle og procedure-karakteristiske funktioner for at vedligeholde, opkoble og nedkoble den fysiske link.

Standard:

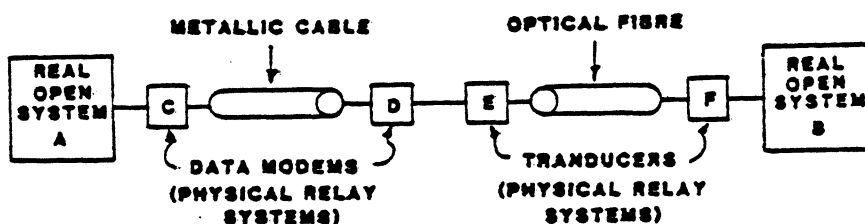
- EIA { RS 232-C CCITT { V24, V25 etc.
RS 449 X.21/X.21 bis etc.

Karakteristika: *hvorledes signaler vi.*

- Signal niveauer
- Simplex <> Duplex
- Medier (optiske fibre, coaxial kabel,...)
- Basebånd <> bredbånd
- PCM, PSK o.a.

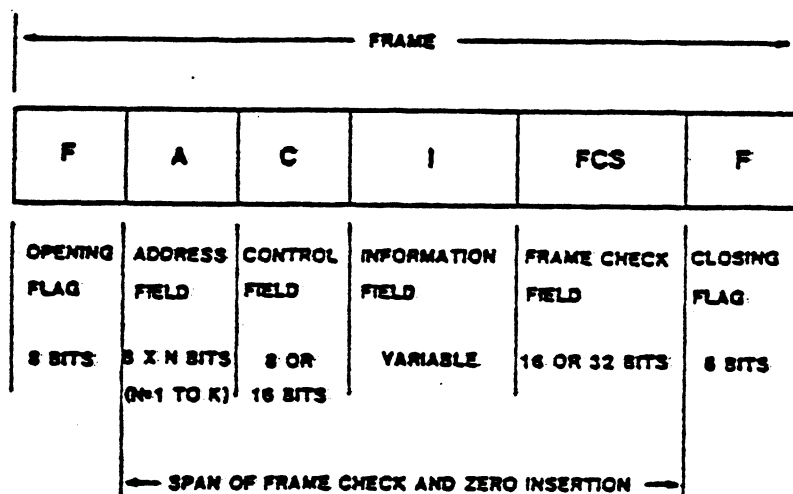
Funktion:

- Elektrisk interface mellem datamaskine (computer, terminal, data opsamlingsudstyr ...) og datakommunikationsudstyr (modem, linie-driver o.a.)
- Op- og nedkobling af en fysisk transmissions vej
- Transmittere bits langs denne vej
- Registrere eventuelle fejl



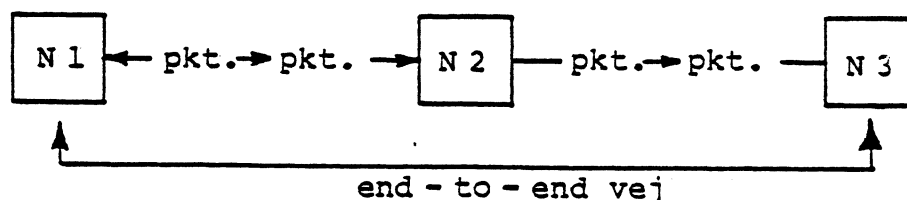
Datalinklaget (2).

Datalinklaget er det andet lag i ISO's OSI-model. Laget har til opgave at transmittere information ad linier i nettet, således at disse forekommer pålidelige for overliggende lag. Linier eller links forbinder ressourcer (terminaler, computere, eller andet udstyr) generelt kaldt data terminal udstyr, DTE (Data Terminal Equipment). En informationspakke i Datalinklaget kan se ud som følger:



Datalink kontrol protokoller kan analogiseres med en black box. Den skaber en sekventiel fejlfri datalink for en kanal, der med en vis sandsynlighed introducerer fejl.

Datalink protokoller anvendes i netværk for at skabe fejlfrie veje mellem noder. I tilfælde hvor vejen fra en node til en anden foregår langs en vej med flere hop, kan fejlkontrol foretages for hvert hop eller kun ved afslutningen af vejen.



LEVEL 2: DATA LINK LAGET

Formål:

- At transmittere information ad en kommunikations-link mellem ressourcer på nettet, således at denne link forekommer pålidelig

Standard:

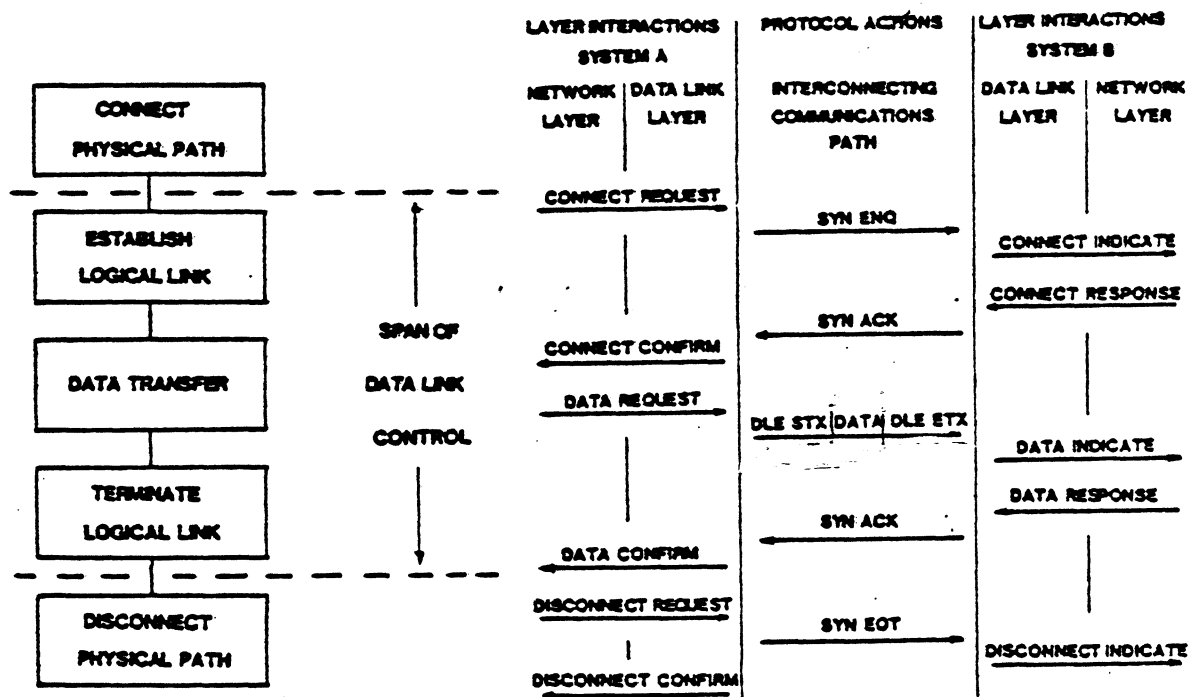
- Karakter - <> Bit-orienterede protokoller
ISO - HDLC; IBM - SDLC; Borruqhs - BDLC o.a.

Karakteristika:

- Datapakker
- Genkende start og stop af datapakker
- Synkronisering
- Acknowledgement
- Retransmission ved fejl
- Recovery ved fejl

Funktion:

- Sende pakker
- Start og stop af pakker
- Detektion af fejl
- Retransmission
- Garanti for at pakker ikke forsvinder
- Adressering af andre ressourcer på nettet
- Sende-disciplin når andre ressourcer sender



Eksempel på en karakter-orienteret protokol.

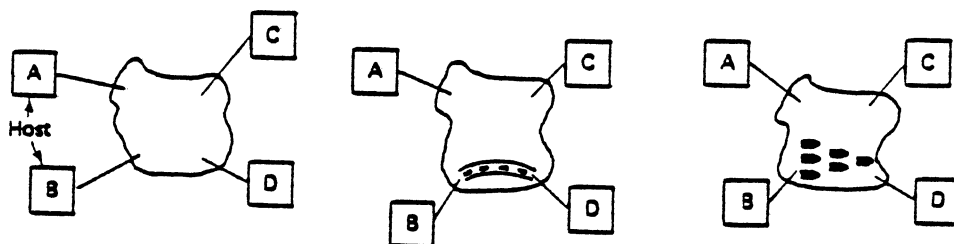
Netværkslaget (3).

Netværkslaget i OSI-modellen har til formål at tilbyde de øvre lag en end-to-end transmission. Funktioner som tager sig af subnet kommunikation og rutning ligger i netværkslaget. Det er således netværkslagets opgave at forhindre dead-lock situationer, samt at sørge for en rimelig trafikfordeling i nettet.

Selv om subnettet kan behandle datalink fejl (lag 2) transparent, vil der stadig kunne opstå fejl i nettet, - f.eks. vil tabte eller dupliserede pakker kunne forekomme. Dette er således en opgave for netværkslaget at håndtere. Der findes specielt to modeller i hvilke omtalte opgave løses på forskellige måder.

I virtuel-circuit modellen tilbyder netværkslaget de overliggende lag en perfekt kanal, dvs. at der ikke forekommer fejl, alle pakker leveres i orden osv.

I datagram modellen accepterer netværkslaget meddelelser fra de øvre lag og forsøger at levere hver enkelt meddelelse som en isoleret enhed. I dette tilfælde garanterer netværkslaget ikke, at de enkelte meddelelser ankommer til modtageren i en given rækkefølge.



LEVEL 3: NETVÆRKS-LAGET

Formål:

- At tilbyde en end-to-end kommunikation til transportlaget. Netværkslaget og de underliggende lag kontrollerer "det egentlige netværk" - undernettet

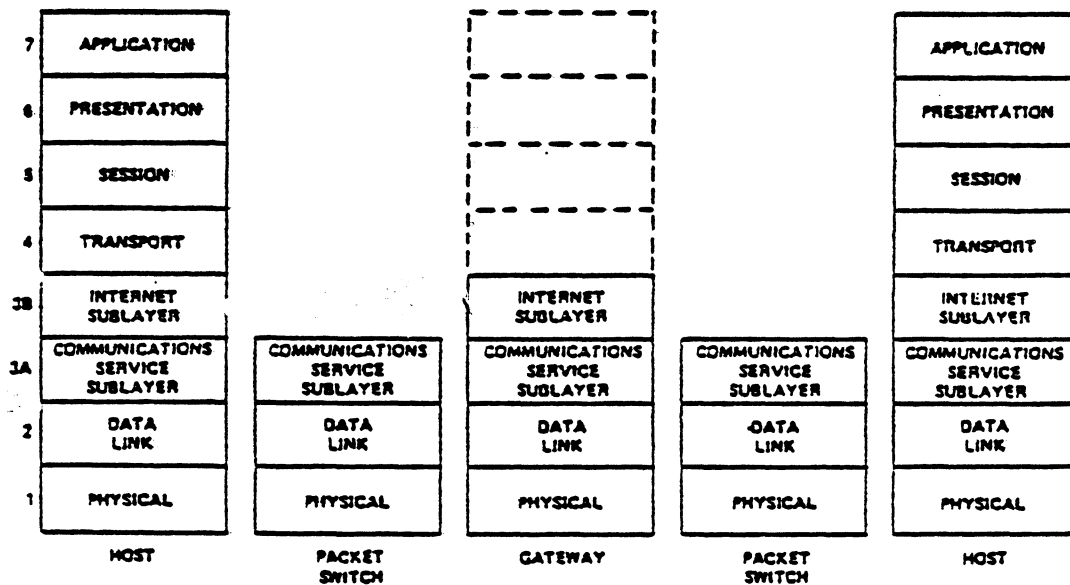
Standard: X.25; CCITT draft recomm. X.213
ISO/TC97/SC6 N2744 (service def.maj 1983)

Karakteristika:

- Kontrol af subnettet
- Routing
- Congestion, deadlock
- Undgå "flaskehalse"

Funktion:

- At etablere en logisk vej til en fjern node
- Vælge en optimal vej gennem nettet
- Garantere at ingen information går tabt
- Aflevere information i ordnet følge
- Ved fejl - så alternative veje



LEVEL 4: TRANSPORT-LAGET

Transportlaget har til formål at etablere og terminere sessioner mellem bruger-processer.

De tre laveste lag i OSI-modellen forestår transmission, framing og routing af pakker mellem maskiner. Transportlaget forestår i modsætning hertil den opgave, at tilbyde en pålidelig og effektiv end-to-end transport service mellem brugerprocesser. Der kan således være tale om multiplexing og demultiplexing, og mapping af transport-adresser på netværksadresser.

Formål:

- At tilbyde en standardiseret interface til brugere af transportservice uafhængigt af underliggende nettype

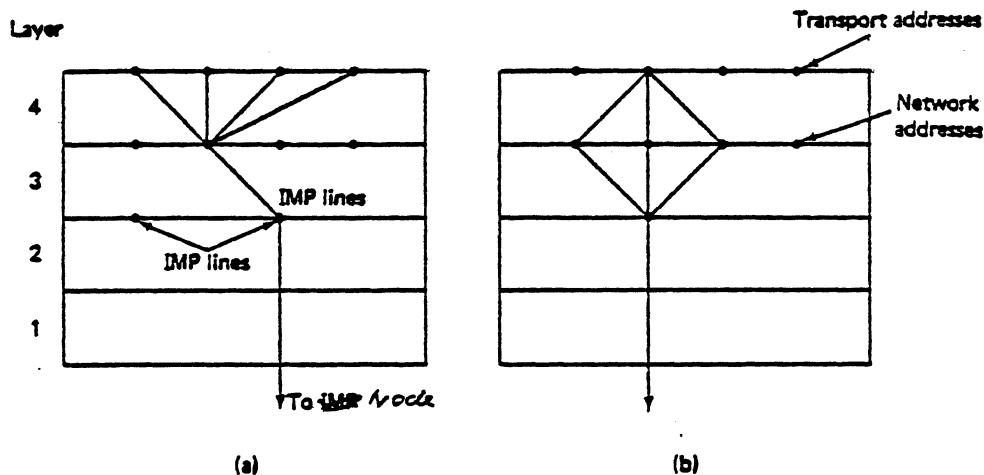
Standard: CCITT, ISO, ECMA (ECMA-72)

Karakteristika:

- End-to-end transmission
- Interaktion med user-processer
- Fejloverbågning

Funktion:

- End-to-end helhedskontrol af:
 - evt. tab af transaktioner
 - evt. dublering af transaktioner
 - flow-kontrol af transaktioner
- Multiplexing (forøgelse af throughput)
- Evt. udelukkelse af forbindelser for visse brugergrupper
- Adressering (hierarki/flat)



(a) Upward multiplexing. (b) Downward multiplexing.

Sessionslaget (5).

Sessionslaget forestår op og nedkobling af sessioner (samtaler). Lagets funktioner er dog ofte få i forhold til de øvrige lags funktioner, men der skal dog her nævnes et par.

Når en proces ønsker at anvende en alternative remote maskine for en kort tid, fx. for at hente en record i en fil, skal det ikke være nødvendigt for processen at terminere igangværende session, for dernæst at foretage en login-procedure på den nye remote maskine. Det kan i denne forbindelse være et job for sessionslaget at gemme information om den første session, sålænge den anden session foregår, således at den første igen kan køre videre, når den anden afsluttes.

Også synkronisering, checkpointing og retablering af sessioner kan være opgaver, der ligger i sessionslaget.

LEVEL 5: SESSION-LAGET

Formål:

- At etablere og terminere sessioner (samtaler) mellem brugerprocesser

Standard:

- ISO (kun Draft Proposals), ECMA (ECMA-75), CCITT Recommendation S.62 (Teletex)

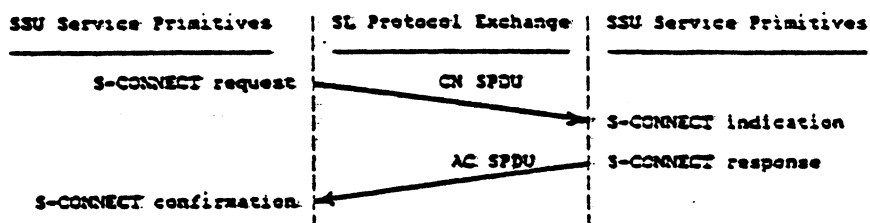
Karakteristika:

- Dialog/forhandling omkring opsætning af session
- Recovery hvis transport service er upålidelig

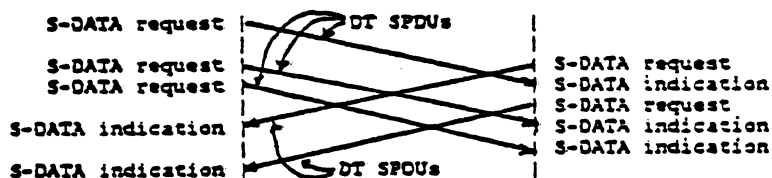
Funktion:

- Opsætning og frigivelse af sessioner
- Recovery
- Opsætning af regler for sessioner
- Transfer af data
- Synkronisering og reset af dataflow

1) Session connection establishment:



2) Data transfer when the data token is not available (duplex):



CN	CONNECT SPDU	MCD	MAJOR MARK
AC	ACCEPT SPDU		CONFIRMATION
DT	DATA SPDU		SPDU
GT	GIVE TOKEN SPDU	FN	FINISH SPDU
MKD	MAJOR MARK	DN	DISCONNECT
	SPDU		SPDU

SPDU - Session Protocol Data Unit

Præsentationslaget (6).

Præsentationslaget definerer mekanismer for forhandling og valg af Transfer Syntax, dvs. den syntaxdefinition både source- og destination-system kender. Efter fastlæggelse af Transfer Syntax kan der være tale om en oversættelse fra en lokal syntax til den valgte Transfer Syntax. Begrebet Presentation-Context (P-context) benyttes til at beskrive ovennævnte forhandlingsmekanisme.

P-Context er en association mellem den abstrakte syntax-foreskrift, en given applikation kræver, og den Transfer Syntax, der kan tilfredsstille samme. Der findes således en P-context for hver kombination af applikations syntax-foreskrift og Transfer Syntax for samme.

Eksempel.

System A

X/646

P-Connect X/IA2

X/EBCDIC

System B

P-Connect/Confirm X/646

X/IA2

LEVEL 6: PRESENTATIONS LAGET

Formål: - At tilbyde en service, der tillader user-processer at forhandle sig frem til en Transfer Syntax, samt at tilbyde protokoller der kan overføre en sådan syntax.

Standard: - Kun preliminaire

Karakteristika: - Definition/forhandling om syntax
- local syntax - transfer syntax

Funktion: - Konnektion
- Context
- Informationstransfer
- Dialog management og synkronisering
- Terminering

SUMMARY OF PRESENTATION LAYER FACILITIES

Prefix of Name of Service Primitives	Name of Elementary Service	Type of Elementary Service
<u>Connection Facility</u>		
P-Connect	Connection establishment	Confirmed
<u>Context Facility</u>		
P-Context-Define	Context definition	Confirmed
P-Context-Select	Context selection	Confirmed
<u>Information Transfer Facility</u>		
P-Transfer	TWS Data Transfer	Non-confirmed
P-Alternate-Data	TVA Data Transfer	Non-confirmed
P-Expedited	Expedited Data Transfer	Non-confirmed
<u>Dialog Management Facility</u>		
P-Token-Give P-Token-Please	Reflection of the Session Layer Services	
<u>Synchronization Facility</u>		
P-Sync-Major P-Sync-Minor P-Re synchronize	Reflection of the Session Layer Services	
<u>Interrupt Facility</u> (proposed)		
P-Suspend P-Resume	Suspend Operations Resume Operations	Confirmed Confirmed
<u>Termination Facility</u>		
P-Release P-User-Abort P-Provider-Abort	Connection release User initiated abort Provider initiated abort	Non-confirmed Non-confirmed Provider-initiated

LEVEL 7: APPLIKATIONS-LAGET

Applikationslaget er OSI-modellens øverste lag og repræsenterer dermed den umiddelbare grænseflade til brugerprocesser.

For at to brugerprocesser kan udveksle information, skal de

1. have en fælles model for de aspekter, der vedrører deres kommunikation
Samtale universet (Universe of Discource)
2. have en formel beskrivelse af deres samtale univers
Begrebs skema (The Conceptual Schema)
3. have et fælles sprog, der muliggør en samtale.

Formål: - At stille de nødvendige services til rådighed for user processer, sådan at de kan udveksle ønsket information

Standard: - ISO/TC97/SC16; FTAM, VTS, JTM

Karakteristika:

- Definition af
 - Univers of Discource
 - Conceptual Schema
- ~~Specialisering~~ af semantik
- *Specificering*

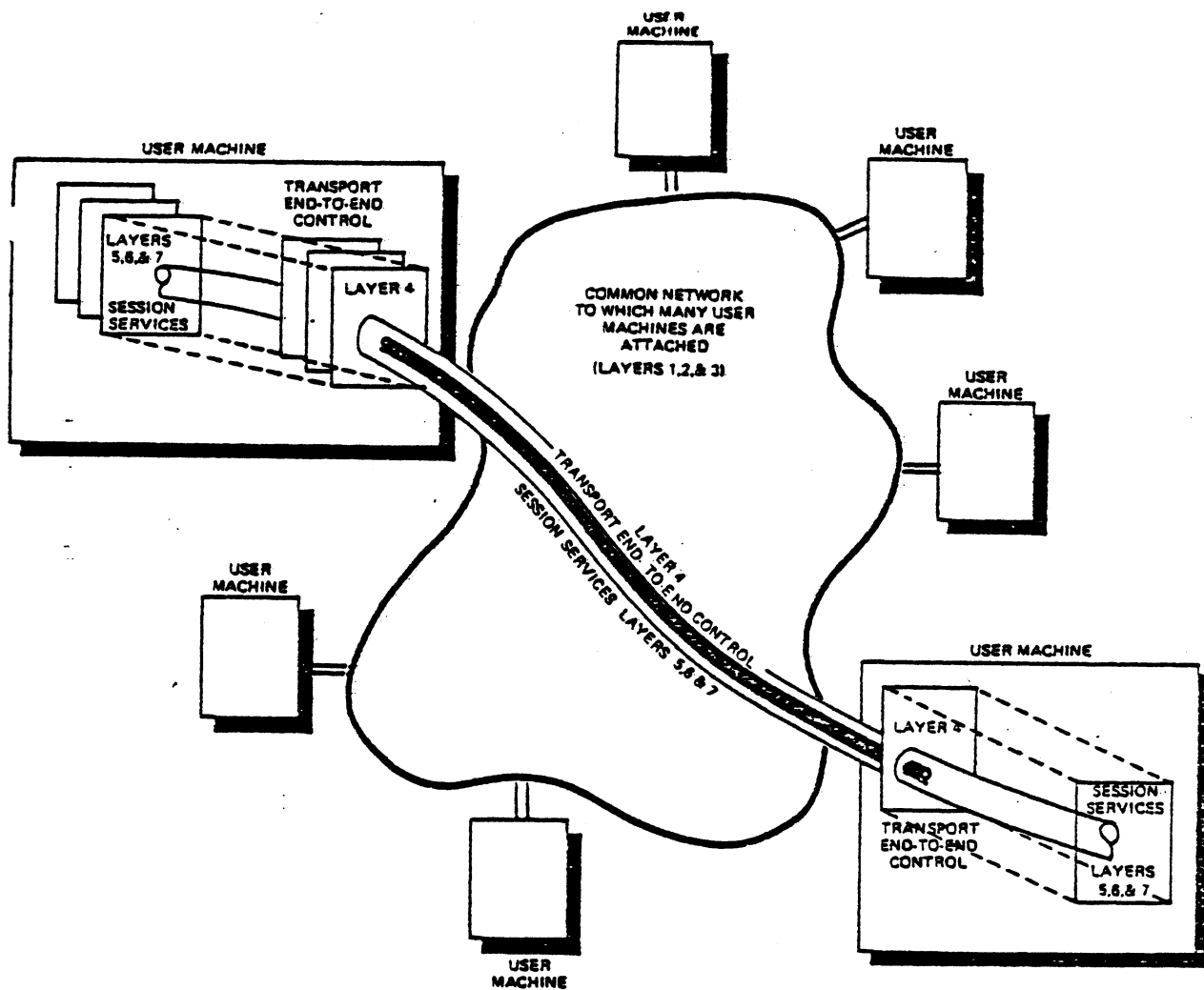
Funktion: - Associate (kobling til destinations user proces)
- Release
- Abort
- Context definition
- Suspend/resume o.s.v.

J6 syntaks

Reglerne for dannelsen af tilladelige konstruktioner i et sprog (fx symbolfølger eller sætninger, logiske følgeslutninger etc.) uden hensyn til betydningsindholdet.

J7 semantik

Læren om og undersøgelse af det betydningsindhold, der af et sprogs brugere tillægges konstruktioner i sproget. Undersøgelsen foretages ud fra andre udsagn i sproget og ud fra sammenhængen (konteksten).



BRUG AF LAGENE I OSI-MODELLEN

Internationale standardiseringsorganisationer.

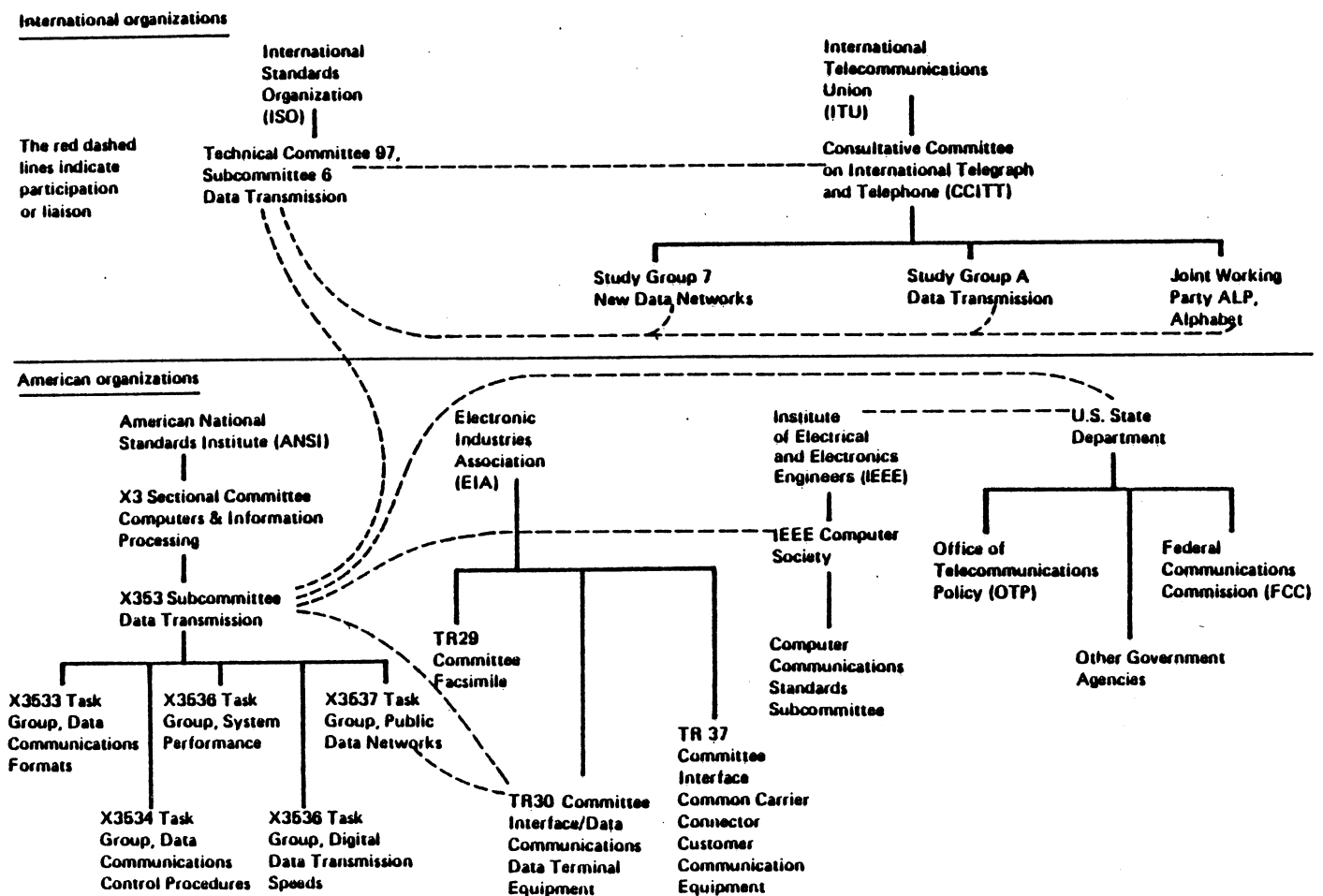
International Standards Organisation - ISO

ISO er en frivillig international samarbejdsorganisation, der har til formål at opnå aftaler om internationale standarder. Organisationen består af ca. 90 medlemslande. Hvert land repræsenteres af den nationale standardiseringsorganisation.

For eksempel repræsenteres Danmark af Dansk Standardiseringsråd, DS. Arbejdet i ISO foregår gennem Technical Committees (TC), hvor TC 97. Computer and Information Processing, har med databehandling at gøre. Hver TC består af Subcommittees (SC) med Working Groups (WG), hvor det egentlige standardiseringsarbejde sker. For datakommunikations vedkommende har specielt SC6 og SC16 interesse.

Arbejdsdokumenter fra WG's bliver nummereret fortløbende.

ISO/DP	xxxxxxx	Draft Proposal
ISO/DIS	xxxxxxx	Draft International Standard
ISO	xxxxxxx	endelig standard



Organisationer beskæftiget med standardisering indenfor datakommunikation.

Comité Consultatif International Télégraphique et
Téléphonique - CCITT

CCITT er den ene af to komitéer under International Telecommunication Union (ITU), der arbejder med udvikling af standarder. Komitéen har over 160 medlemslande, hvor det er de nationale telemyndigheder, der er stemmeberettigede medlemmer. Herudover kan visse videnskabelige, industrielle og internationale organisationer deltage som observatører. CCITT har fordelt sine opgaver på 15 Study Groups, der hver har sine specifikke arbejdsområder. Der er strenge tidsfrister, idet grupperne normalt skal afslutte behandlingen af et emne inden for en periode på 4 år. Herefter præsenteres resultaterne for Plenarforsamlingen, der kan vedtage dem som rekommendationer. Inden for datakommunikation har rekommendationer for følgende områder især interesse:

V-normerne: Standardiserer funktioner for dataoverførsel over telefonnettet, normalt via MODEMs.

X-normerne: Standardiserer grænseflader inden for det offentlige datanet.

American National Standards Institute - ANSI

ANSI er den nationale standardiseringsorganisation i USA. Den er en ikke-statslig, selvejende institution, der støttes af over 1000 organisationer og firmaer. Arbejdet udføres af omkring 300 Standards Committees i samarbejde med Technical Committees (TC) og Task Groups (TG). Standards Committee X3 kaldes Computers & Information Processing og er en spejludgave af ISO/TC 97

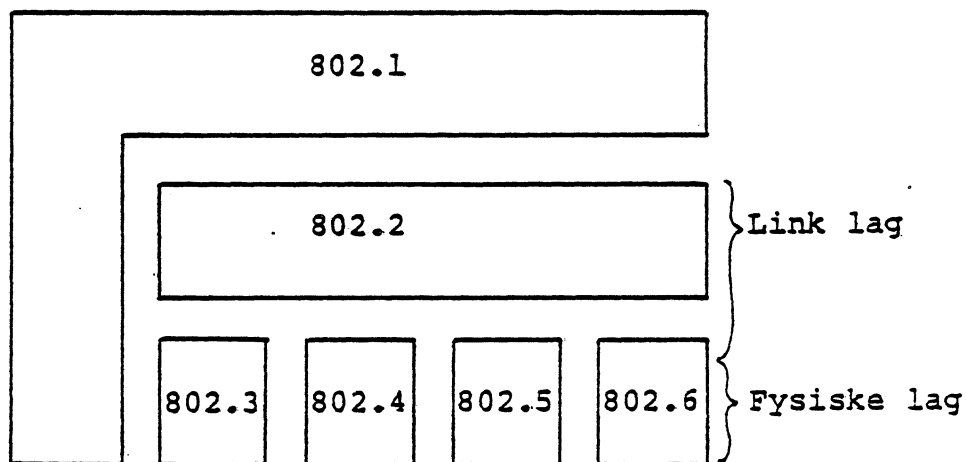
Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE

IEEE er en teknisk ingeniørforening, og er medlem af ANSI. Arbejdet med standardisering på EDB-området foregår normalt i Computer Society's regi, hvor arbejdsproceduren meget minder om ISO's.

Dansk Standardiseringsråd - DS

DS har en organisation svarende til ISO's på dataområdet. Standardiseringsteknisk udvalg no. S142, EDB svarer til TC 97. Et sådant udvalg er normalt på 10 til 20 mand og repræsenterer fabrikanter, fagbevægelse, forbrugere, forhandlere, forskning og forskriftsudstedende myndigheder. Det tekniske arbejde udføres af underudvalg med de samme numre som ved ISO, dvs. U6 og U16. På dataområdet godkendes danske standarder med navnet DS/ISOxxxx.

IEEE PROJEKT 802 LOCAL AREA NETWORK



- 802.3 CSMA/CD acces metode for en bus-topologi
- 802.4 Token Passing access metode for en bus-topologi
- 802.5 Token Passing access metode for en ring-topologi
- 802.6 Metropolitan netværk
- 802.2 Logisk Link Kontrol protokol
- 802.1 Beskriver 802 standarderne set i relation til ISO's Open System Interconnection model

STANDARDISERING

ISO DOKUMENTER

- o Er identificeret ved nummer.
- o Evt. bogstaver angiver status:
 - IS International Standard
 - DIS Draft International Standard
 - DP Draft Proposal
 - TC97/SCxx/N Arbejdsdokument for TC97/SCxx
- o Nummerering fortløbende, siger ikke noget om indhold. IS'er og DIS'er får samme nummer som det tilsvarende DP, men dette har ingen relation til numrene på de foregående arbejdsdokumenter.
- o Udkommer løbende.
- o IS'er, DIS'er og DP'er fås fra ISO eller fra Dansk Standardiseringsråd, IS'er mod betaling. Arbejdsdokumenter er derimod ikke alment tilgængelige.

ECMA DOKUMENTER

- o Er identificeret ved nummer.
- o Nummerering fortløbende, siger ikke noget om indhold -- men ECMA producerer kun standarder, der har med edb at gøre.
- o Supplerende oplysninger findes i "Tekniske rapporter", der ikke har status af standarder.
- o Udkommer løbende.
- o Fås gratis ved henvendelse til ECMA.

STANDARDISERING

CCITT REKOMMENDATIONER.

- o Er identificeret ved:
 - Et bogstav, der angiver emneområdet
 - Et nummer, der specificerer emnet
- o Aktuelle emneområder med relevans for datakommunikation:
 - Datakommunikation over telefonnettet (V-seri
 - Datakommunikationsnet (X-seri
 - Digitale net (G-seri
 - Telegraf- og telematiktjenester, operationer og tariffer (F-ser
 - Telegraf- og telematiktjenester, terminaludstyr og protokoller (S- og T-ser
- o Nummerering hidtil "fortløbende", fremover mere systematisk:
 - fx. X.2yz refererer til OSI model
 - y=1: Tjenestebeskrivelse
 - 2: Protokolbeskrivelse
 - z=n: Refererer til n'te OSI lag
- o Udkommer i afslutningen af CCITT's arbejdsperiode (næste gang 1984), i form af bøger dækkende beslutninger af plenarmøder.
- o Fås ved at købe bøgerne!

STANDARDISERING

STANDARDER INDEN FOR OSI "RAMMEN":

Layer	ISO	CCITT	ECMA
Network (Connection-mode)	IS8348 DIS8208	X.25/3 X.21 X.75 X.121	ECMA-II
(Connection-less mode) (Addressing)	IS8348/DAD1 DIS8347 IS8348/DAD2		ECMA-92
Transport (Connection-mode)	DIS8072 DIS8073	(X.214) (X.224) S.70 S.71) ECMA-72)
(Connection-less mode)	DIS8072/DAD1 DP8602		
Session (Connection-mode)	DIS8326 DIS8327 DIS8326/DAD1 DIS8327/DAD1	(X.215) (X.225) S.62) ECMA-75)

STANDARDISERING

RAMMESTANDARDER:

Subject	ISO	CCITT	ECMA
Reference Model (Connection-mode) (Connection-less mode)	IS7498 IS7498/DAD1	X.200	
Service conventions	DP8509	X.210	

STANDARDER INDEN FOR OSI "RAMMEN":

Layer	ISO	CCITT	ECMA
Physical (General)	IS2110 IS2593 IS4902 IS4903	V.24	
(LAN)	DP8802.3 DP8802.4 DP8802.5	X.20 X.21 X.25/1	ECMA-80 ECMA-81 ECMA-90 ECMA-89
Data Link (HDLC, etc.)	IS3309 IS4335 IS7809 IS7478	X.25/2	ECMA-71
(LAN LLC)	DP8802.2		ECMA-82
(LAN MAC)	DP8802.3 DP8802.4 DP8802.5		ECMA-81 ECMA-90 ECMA-89

STANDARDISERING

TANDARDE INDEKSE FOR OSI "RAMMEN":

Layer	ISO	CCITT	ECMA
Presentation (General)	DP8822		ECMA-84
	DP8823		ECMA-86
(Abstract Syntax)	DP8824		
(Teletex)	DP8825	S.61	
Application (CASE Intro.)	DP8649/1		
	DP8650/1		
(CASE Kernel)	DP8649/2		
	DP8650/2		
(CASE CCR)	DP8649/3		
	DP8650/3		
(Virtual terminal)			ECMA-87
			ECMA-88
(File Transfer)	DP8571/1		ECMA-85
	DP8571/2		
	DP8571/3		
	DP8571/4		
(Job Transfer)	DP8831		
	DP8832		
(Message Handling)	DP8505		

OPENVB 4.



ROUTING WORKSHOP - FACTS 2

GIVEN THE ROUTING ASSIGNMENTS YOU HAVE DEVELOPED AND THE TRAFFIC LEADING ON EACH LINK SELECT THE PROPER LINK SPEED FOR EACH LINK USING THE FOLLOWING PACKET CARRYING CAPACITIES

<u>SPEED</u>	<u>CAPACITY (FULL DUPLEX)</u>	
2400 BPS	10 PACKETS/SECOND	7
4800 BPS	20 PACKETS/SECOND	14
9600 BPS	40 PACKETS/SECOND	28

WHEN SIZING THE LINES MAKE SURE THAT NO LINE OPERATES AT MORE THAN 70% OF CAPACITY TO AVOID EXCESSIVE LOADING

YOU HAVE 10 MINUTES TO COMPLETE THIS EXERCISE.

CNDP-7-37.



ROUTING WORKSHOP - WORKSHEET 2

LINK	TRAFFIC	SPEED (BPS)
A - B	14	<u>4800</u>
A - D	2	<u>2400</u>
A - F	13	<u>4800</u>
B - E	10	<u>4800</u>
B - D	14	<u>4800</u>
C - E	5	<u>2400</u>
C - F	6	<u>2400</u>
D - F	10	<u>4800</u>

CNDP-7-38



ROUTING WORKSHOP – FACTS 1

GIVEN THE FOLLOWING TRAFFIC MATRIX AND TARIFF TABLE
PREPARE A ROUTING MATRIX FOR LEAST COST ROUTES BETWEEN
NODES ON THIS NETWORK

TRAFFIC MATRIX

	A	B	C	D	E	F
A	-	3	1	2	1	2
B	420	-	4	12	2	9
C	930	985	-	3	1	2
D	365	490	1120	-	2	7
E	655	610	605	840	-	1
F	215	530	895	430	675	-

TARIFF TABLE

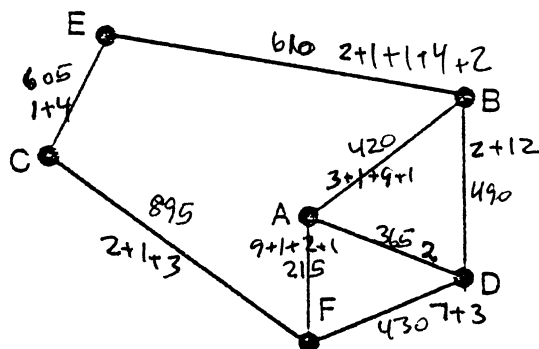
YOU HAVE 5 MINUTES TO COMPLETE THIS EXERCISE.

CNDP-7-35

All materials copyrighted by Integrated Computer Systems. Not to be reproduced without prior written consent. All rights reserved.



ROUTING WORKSHOP – WORKSHEET 1



	A	B	C	D	E	F
A	-	dir	AFC	dir	ABE	dir
B	1260	-	BEC	dir	dir	BAF
C	1110	4860	-	CFD	dir	dir
D	730	5880	3975	-	DBE	dir
E	1030	1220	605	2200	-	EBAF
F	430	6615	1790	3010	1245	-

CNDP-7-36

All materials copyrighted by Integrated Computer Systems. Not to be reproduced without prior written consent. All rights reserved.



NETWORK DESIGN WORKSHOP - FACTS 2

BASED ON THE FOLLOWING COST MATRIX WHICH REPRESENTS THE COMMON CARRIER TARIFF CHARGES FOR DEDICATED PRIVATE LINE SERVICE BETWEEN OUR NETWORK NODES CALCULATE THE COST OF YOUR NETWORK:

	A	B	C	D	E	F
A	-	420	930	365	655	215
B	420	-	985	490	610	530
C	930	985	-	1120	605	895
D	365	490	1120	-	840	430
E	655	610	605	840	-	675
F	215	530	895	430	675	-

YOU HAVE 5 MINUTES TO COMPLETE THIS EXERCISE.

CNDP-3-15

All materials copyrighted by Integrated Computer Systems. Not to be reproduced without prior written consent. All rights reserved.



NETWORK DESIGN WORKSHOP-WORKSHEET 2

- 0 ENTER EACH LINK FROM YOUR TOPOLOGICAL DESIGN IN THE TABLE BELOW
- 0 FIND THE COST OF THAT LINK IN THE TARIFF TABLE AND ENTER IT IN THE SPACE PROVIDED
- 0 ADD UP THE COSTS TO CALCULATE THE TOTAL MONTHLY COST OF THE NETWORK TOPOLOGY YOU HAVE DESIGNED.

LINK	FROM	TO	COST
1	A	C	930
2	A	F	215
3	B	D	490
4	B	E	610
5	C	E	605
6	C	---	---
7	D	---	---
8	D	---	---
9	E	---	---
10	E	---	---
11	F	---	---
12	F	---	---

TOTAL COST

2850

CNDP-3-16

All materials copyrighted by Integrated Computer Systems. Not to be reproduced without prior written consent. All rights reserved.

OR GIVE 1.



NETWORK DESIGN WORKSHOP - FACTS 1

WE WILL DESIGN A NETWORK CONNECTING NODES A B C D E AND F WITH A MINIMUM CONNECTIVITY OF 2.

THE PROCEDURE TO BE USED IN DESIGNING THE NETWORK IS TO TRY TO MINIMIZE THE TOTAL DISTANCE BETWEEN CONNECTED NODES.

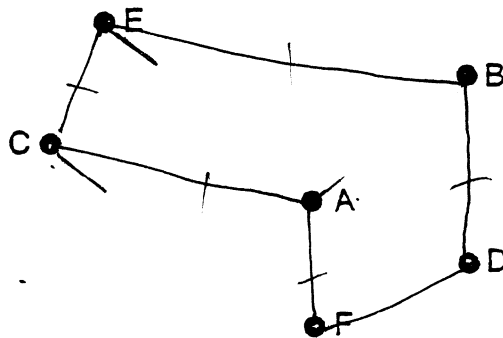
YOU WILL HAVE 5 MINUTES TO COMPLETE THIS EXERCISE.

CNDP-3-13

All materials copyrighted by Integrated Computer Systems. Not to be reproduced without prior written consent. All rights reserved.



NETWORK DESIGN WORKSHOP WORKSHEET 1



CNDP-3-14

All materials copyrighted by Integrated Computer Systems. Not to be reproduced without prior written consent. All rights reserved.

PAKKEKOBLEDE NET

INDHOLDSFORTEGNELSE

<u>I</u>	<u>Indledning</u>	side 7 4
	a. Definition	
	b. Eksempler	
	c. Fordele	
	d. Topologi	
<u>II</u>	<u>Opbygning af en pakke</u>	side 7 5
	a. Indledning	
	b. Logisk kanal	
	c. Pakketype	
	d. Vindue, P(s) og P(R), RR	
	e. M-bit	
	f. Generelt format	
	g. D-bit	
	h. Q-bit	
	i. Andre pakkefelter	
<u>III</u>	<u>Opbygning af en ramme</u>	side 7 8
	a. Checksekvens	
	b. Styrefelt	
	c. Adressefelt	
	d. Flag	
<u>IV</u>	<u>Nettilslutning</u>	side 7 10
<u>V</u>	<u>Specielle forhold vedr. pakke-/kreds- løbskobling</u>	side 7 10
	a. DCE	
	b. Dataoverføringssikkerhed	
<u>VI</u>	<u>Opkald i pakkekoblingsnet</u>	side 7 12
	a. Opkald, faciliteter	
	b. Nedbrydning	

VII Service og faciliteter

side ~~8~~ 12

- a. VC, PVC og DG
- b. E og A
- c. Fast select
- d. Styring af datastrøm
- e. Andre faciliteter

VIII Rekommandationer

side ~~11~~ 14

- a. X.25 og X.75
- b. PAD
- c. X.3
- d. X.28
- e. X.29
- f. Tilslutninger

IX Sammenligninger pakke-/kredsløbskobling

side ~~15~~ 16

- a. Sammenkoblingsmuligheder
- b. Svartider
- c. Økonomi

FIGURFORTEGNELSE

- 1. Udvikling af pakke og ramme
- 2. Kodning af pakketypefelt
- 3. Kodning af generelt format felt
- 4. Format af datapakke
- 5. Tilslutningsstik
- 6. Format af opkaldspakke
- 7. Format af facilitetselementer
- 8. Eksempler på kodning af facilitetselementer
- 9. Format af nedbrydningspakke
- 10. Kodning af nedbrydnings-årsag felt
- 11. Kodning af diagnosefelt
- 12. Liste over pakkekoblingsfaciliteter
- 13. Opdeling af logiske kanaler
- 14. PAD parametre, X.3
- 15. PAD kommandoer, X.28
- 16. Format af PAD kommandoer, X.28
- 17. Format af Call user data, X.29
- 18. PAD meddelelser, X.29
- 19. Format af PAD meddelelse, sæt, læs, sæt og læs, X.29

- Ia Et pakkekoblet net er et datanet, hvor data overføres mellem abonnent og central hhv. mellem centraler på den måde, at data først samles i blokke (pakker), som derefter ved afsendelsen får tilføjet en slags adresse, et kendingsnummer, således at et liniestrek abonnent - central eller central - central kun bliver "optaget" af en vilkårlig forbindelse mellem to abonnenter i den tid, det varer at overføre datablokken (pakken).
- Ib Det man opnår herved er at linier ikke blokkeres unødigt, d.v.s. når der ikke er nogen trafik. F.eks. ved en telefonforbindelse er linien optaget i begge retninger under hele samtalen selv om der (normalt!) kun snakkes i én retning ad gangen. Som et andet eksempel kan man tænke på et billetbureau. Efter at have fået oplyst ledige afgangstider skal kunden måske gruble i længere tid over, om han vil afsted kl. 10 eller kl. 11 og linien kan således være optaget i lang tid uden at den faktisk bærer nogen trafik. For at klare efterspørgslen kan billetbureauet derfor blive nødt til at have et urimeligt stort antal linier.
- Ic Det vi lærer heraf er at pakkekobling virker attraktivt, når man kun har adgang til få og/eller dyre linier (abonnentledninger, satellitkanaler), som fører forbindelser, der varer "lange" i forhold til den mængde information, der overføres. Den anden hovedfordel ved pakkekoblede net fremfor andre transmissionsnet er, at den faktiske opbygning af pakkekoblede net tillader forbindelser mellem dataterminaler med forskellig datasignaleringshastighed.
- Id Hvordan et pakkekoblet net skal opbygges topologisk, dvs. hvor og hvormange centraler, der skal placeres, afhænger af trafikmønstret. Her er mængden af lokal trafik afgørende, og giver ikke anledning til overvejelser for det pakkekoblede net, som er væsentlig forskellige fra andre typer transmissionsnet. I Danmark går de fleste dataforbindelser til/fra København, og man vil derfor forvente en centraliseret opbygning; dvs. få men store centraler, hvilket netop også er tilfældet for det kredsløbskoblede net.

Naturligvis er der argumenter både for og imod en centraliseret løsning og den vægt som disse indgår med vil i nogen grad afhænge af den tekniske udformning af selve centralen. Generelt for en centraliseret løsning kan vi f.eks. nævne:

For: Enkelt mellemcentral net; ingen "køretid" ved fejlretning.

Imod: Mere sårbar ved brand, krig; længere abonnentledninger.

- IIa For at få en fornemmelse af hvordan et pakkekoblingsnet fungerer, og derved bedre blive i stand til at vurdere og anvende de faciliteter, (tjenester) der ligger i et pakkekoblet net, vil vi se lidt på, hvordan en datapakke bygges op.
- IIb Vi antager, at vi har nogle data (en bitstrøm), som skal overføres fra en terminal A til en terminal B, se figur 1, linie 1. Disse data skal først samles i blokke af en passende længde, se figur 1, linie 2. For nu at angive at en bestemt datablok hører til en bestemt forbindelse (den mellem terminal A og terminal B), må vi give den et kendingsnummer, et logisk-kanal nummer, idet man siger, at forbindelsen kører på en bestemt logisk kanal for derved at understrege, at ikke hele kapaciteten på et bestemt liniestræk er reserveret til den pågældende forbindelse. Der kan nemlig f.eks. i næste øjeblik komme en datablok med et andet logisk-kanal nummer, dvs. i en anden logisk kanal på det pågældende liniestræk, og som derfor hører til en anden forbindelse, f.eks. mellem terminal A og en terminal C. Til at angive det logiske kanal nummer er der reserveret 12 bit, som transmitteres foran selve datablokken, se figur 1, linie 3. De 4 første bit kaldes egentlig det logiske-kanal-gruppe nummer.
- IIc Der kan nu være tale om, at det er en ny forbindelse, der skal sættes op, en eksisterende forbindelse der skal afsluttes/nedbrydes, eller blot en datablok i en længere serie. Dette angives med et pakketype-identifikationsfelt, som indskydes efter det logiske-kanal-nummer felt, se figur 1, linie 4.

For datapakker (ikke opkaldspakker, nedbrydpakker m.m.) er pakke-typefeltet udfyldt med et 0 på 1. plads, se figur 1, linie 5. Derefter følger nogle numre som dels angiver, hvor mange datapakker vi har sendt, $P(s)$, og dels hvormange datapakker, vi har modtaget, $P(r)$. Herved kan vi dels holde rede på rækkefølgen af vores datapakker og dels får vi en kontrol fra centralen på, at den har modtaget vores datapakker, idet et $P(r)$ fra centralen svarer til et $P(s)$ fra terminalen, tilsvarende med $P(r)$ fra terminalen som svar på $P(s)$ fra centralen.

- IIId Man definerer i denne forbindelse et såkaldt vindue, hvilket betyder at en terminal kun må/bør sende et begrænset antal pakker svarende til vinduesstørrelsen afsted mod centralen uden at få en kvittens tilbage, altså: Det afsendte $P(s)$ fra terminalen må ikke være for langt foran det tilsvarende modtagne $P(r)$ fra centralen, og analogt den anden vej. $P(s)$ og $P(r)$ steppes normalt modulo 8. Hvis den ene terminal ikke har nogen data at sende, må den kvittere for modtagne datapakker på anden måde og hertil benyttes de såkaldte modtage-klar pakker, Receive Ready pakker, som også indeholder $P(r)$. Disse pakker indeholder ingen data og har en anden kode iøvrigt i pakketypefeltet, se figur 2.
- IIe Vi mangler at omtale M-bitten i pakketypefeltet for datapakker. M står for mere data (more data), og angiver, at flere data følger efter den pågældende blok. Dette kan under visse omstændigheder udnyttes af centralen til at sætte kortere pakker sammen til længere pakker.
- IIIf Vi nævnede før, at $P(s)$ og $P(r)$ steppes modulo 8. Det begrænser derved vinduet til 7, da $P(r)$ ellers ikke er entydig. Normalt er vinduesstørrelsen 2, men under visse betingelser bl.a. i forbindelse med liniestræk med store tidsforsinkelser, f.eks. satellitstræk, ønsker man et vindue større end 8, og man må i så fald have mere end 3 bit til rådighed til $P(s)$ hhv. $P(r)$. Hertil anvender vi generelt-format identifikationsfeltet, GFI-feltet. Det indskydes i det logiske-kanal-nummer felt således, at GFI-feltet, som er på 4 bit, følger direkte efter de første 4 bit i logisk-kanal-nummer feltet, som vi egentlig kaldte logisk-kanal-gruppenummer feltet. Efter

GFI-feltet følger så 8 bit til (resten af) logisk-kanal-nummer feltet, se figur 1, linie 6.

Ved i GFI-feltet at sætte den 1. hhv. den 2. bit lig med 1 angiver man, om der er 3 hhv. 7 bit til rådighed for $P(s)$ og $P(R)$, hvilket bl.a. for datapakke betyder, at pakke-typefeltet bliver 1 hhv. 2 oktetter langt, se figur 3 og figur 4. Med 7 bit kan vi opnå, at $P(s)$ og $P(R)$ kan steppes modulo 128.

- IIg Af de to figurer 3 og 4 ser vi, at den 3. bit i GFI-feltet hedder D, delivery bit. Den angiver, om et $P(R)$, som vi modtager i vores terminal, er en kvittens fra nærmeste central på, at den har modtaget en datapakke fra os med et tilhørende $P(s)$ - eller om kvittensen kommer helt ude fra terminalen i den anden ende af forbindelsen. Der er flere grunde til ikke altid at sætte D-bitten lig 1, dvs. have terminal-terminal kvittens, end to end significance. Hvis man f.eks. kører med et forholdsvis lille vindue på liniestræk med store tidsforsinkelser såsom sattelitforbindelser, vil det medføre en langsomme dataudveksling mellem terminalerne, da den ene i så fald hele tiden skal vente på kvittens fra den anden, hver gang den har sendt et par datapakke afsted bestemt af vinduesstørrelsen, og ikke alle pakkenetleverandører tilbyder vinduesstørrelser over 8. En anden grund til at nøjes med terminal-central kvittens, local significance, er at dette ikke kræver så meget buffer/lager kapacitet i hvert fald i visse centraludformninger.

- IIh Den 4. og sidste bit i GFI-feltet er Q-bitten, Qualifier-bitten. Den har mere speciel anvendelse og kun et enkelt eksempel skal nævnes. Hvis en asynkron terminal skal tilsluttes et pakkekoblingsnet, sker det via en såkaldt PAD, packet assembler disassembler, og hvis en pakke-terminal ønsker at sende information til denne PAD i stedet for til den asynkrone terminal den på det givne tidspunkt måtte være i forbindelse med, sker det ved at sætte Q-bitten lig 1 i den pågældende datapakke.

- IIIi Det vi ser i figur 1, linie 6, er formatet for en datapakke. For en opkaldspakke f.eks. indskydes yderligere felter mellem pakke-typefeltet og selve datablokken, hvori bl.a. B-terminalens nummer og eventuelle facilitetsønsker angives.

Når centralen imidlertid af pakke-typefeltet har læst, at der er tale om en opkaldspakke, er den klar over, at der følger flere felter efter, som den skal kikke på.

- IIIa Vi har indtil nu ikke talt om datasikkerheden, som man ellers hører så meget om i forbindelse med pakkekoblede net. Den første tanke er at knytte en checksekvens til selve datablokken altså de data man vil have overført til B-terminalen. Dette er en udmærket idé, men det er ikke tilstrækkeligt. Vi må nemlig også være sikre på, at f.eks. det logiske-kanal nummer overføres korrekt til centralen, da vores datablok ellers kunne havne hos en forkert modtageterminal. Følgen er at man danner en checksekvens for alle bittene i en pakke, altså en checksekvens for hele linie 6 i figur 1. Alle bit indgår i en algoritme der som resultat giver en checksekvens på 16 bit, der sættes umiddelbart efter pakken, se figur 1, linie 7. I modtageenden udføres samme algoritme og resultatet sammenlignes, dvs. skal være det samme som den modtagne checksekvens. Nu er det sådan, at det ville være urimeligt at belaste den centrale processor med denne slaveregning. Det ville være meget u hensigtsmæssigt at nedsætte dens koblingskapacitet med den slags rutinearbejde, som jo skal foregå for hver eneste pakke, der sendes og modtages. I overensstemmelse med almindelig arbejdsdeling har man derfor en frontenhed, som udfører checksekvens-beregningerne. Disse beregninger er principielt helt ens for alle pakker på en linie, og iøvrigt for alle linier. Den praktiske udformning af en central er derfor, at man til en frontenhed knytter én eller ganske få linier. Frontenheden undersøger altså, om en vilkårlig pakke på en linie er overført korrekt mellem terminal og central eller mellem to centraler. Man kontrollerer således hvert liniestræk for sig, og det er man også nødt til bl.a. af den grund, at det logiske-kanal nummer ikke behøver at være det samme på alle liniestræk, der indgår i en forbindelse mellem to terminaler. Hvis terminal A f.eks. kalder op på logisk-kanal nummer 1, må terminal B modtage opkaldet fra centralen på en anden logisk kanal, hvis terminal B f.eks. allerede har en anden forbindelse i gang på sin logiske-kanal nummer 1. Centralen holder rede på sammenhængen mellem de logiske-kanal numre på de forskellige liniestræk.
- IIIb Når nu frontenheden således ønskes frigjort fra den centrale processor, er det en fordel, hvis den selv f.eks. kan fordre retransmission, hvis/når en checksekvenssammenligning viser bitfejl, uden at skulle ulejlige den centrale processor. Fremfor at lade frontenheden gå ind i pakkerne og holde rede på hvilke P(s) og P(R), der er udvekslet på hvilke logiske kanaler, lader man den se på pakkerne under ét. Dette skal forstås på den måde, at den til hver checksekvens

knytter et nummer $N(s)$. Når den pågældende checksekvens er blevet godkendt i den anden ende af liniestrækket, modtager vores front-enhed herfra et tilhørende nummer $N(R)$, som kvittens. Vi er således i den situation, at linieenheden til en pakke udover checksekvensen knytter et nummer $N(S)$, som angiver hvilket nummer pakke, for alle de logiske kanaler i alt, der er tale om, og desuden et nummer $N(R)$, som angiver hvor mange pakker, der er modtaget korrekt, stadig for alle de logiske kanaler på liniestrækket taget samlet. Disse numre $N(S)$ og $N(R)$ anbringes i et felt, som sættes foran pakken og kaldes styrefeltet, se figur 1, linie 8. Dette felt er altså stort set for liniestrækket, hvad pakketypefeltet er for terminal-terminal forbindelsen. For at undgå enhver forveksling med pakketypefeltet kan vi kalde styrefeltet for rammestyrefeltet, idet vi med ordet ramme angiver noget, der er knyttet til et bestemt liniestræk.

Rammestyrefeltet hedder på engelsk control field og bør ikke skødesløst oversættes til dansk med kontrolfelt, idet man herved, på dansk intuitivt vil tænke på checksekvensfeltet, rammechecksekvensfeltet. Dette felt checker så selvfølgelig også styrefeltet.

For liniestrækket genoplever vi en række fænomener, som vi så tidligere for terminal-terminal forbindelsen. Hvis f.eks. den ene front enhed ikke har nogen pakker i det hele taget at overføre til den anden, må den kvittere, dvs. overføre sit $N(R)$ på anden måde. Det gør den ved at overføre en såkaldt modtage-klar ramme, Receive Ready frame som kun indeholder et $N(R)$ men ikke et $N(S)$ i styrefeltet, de øvrige bit i dette felt er så kodet på en måde, som viser, at der er tale om en RR-ramme. En sådan ramme indeholder ingen pakke, som de ovenfor omtalte "informationsrammer", men består af styrefeltet efterfulgt direkte af checksekvensfeltet. Ligeledes findes der rammer til at klarmelde liniestrækket. Dette vil vi ikke se så meget på her, idet den normale situation for en pakkekoblingsterminal er, at linien skal være klar hele tiden.

- IIIc Vi skal dog lige nævne, at bl.a. af historiske årsager findes der foran rammestyrefeltet endnu et felt, adressefeltet, som er kodet forskelligt alt efter om det er terminalen eller centralen, der udsender f.eks. en "opsæt-linien" kommandoramme, se figur 1, linie 9. Dette felt omfattes også af checksekvensen.

IIId En pakke indlægges således i en ramme af frontenheden. For at adskille de forskellige rammer, og dermed pakker, afgrænses rammerne i hver ende af et såkaldt flag, se figur 1, linie 10. Flaget består af et 0 efterfulgt af seks 1'ere og igen et 0 til sidst, se figur 1, linie 11. Det er nu klart, at inde i rammen må der ikke forekomme en bitfølge, som kan forveksles med et flag. Frontenheden gør derfor også det, at den overvåger de afsendt bit i rammen, og hvis der optræder 5 på hinanden følgende 1'ere, indskyder den straks et 0 umiddelbart efter de fem 1'ere. Frontenheden i modtagerenden fungerer tilsvarende, således at ethvert 0 som følger umiddelbart efter fem 1'ere bliver smidt væk. På den måde sikrer man korrekt overførsel af rammen.

IV I vores omtale af dataoverførsel i pakkekoblede net mangler vi stadig en væsentlig ting, nemlig hvordan vi overhovedet tilslutter vores terminal, DTE, til nettet. Dataoverførsel mellem pakke-DTE og pakkekoblingsnet er generelt beskrevet i CCITT rekommandation X.25. Heri henvises specielt vedrørende den fysiske tilslutning til rek. X.21, afsnit 2. Her beskrives antallet af ledninger, tilslutningsstikket med ben og disses betydning, spændinger og funktioner, se figur 5. I en overgangsperiode "tillades" også tilslutning ifølge rek. X.21bis afsnit 2.

Vi vil ikke her gøre mere ud af den fysiske tilslutning, men i stedet fremhæve et par forhold, hvor der tilsyneladende hersker en vis forvirring, når man sammenligner pakkekoblede og kredsløbskoblede datanet.

Va I diverse rekommandationer omtales altid grænsesnittet DTE-DCE. DCE er nettets afslutning, centralens forlængede arm. Det er dog ikke noget, vi rigtigt har hørt om, kun i datanettet, men ikke fx. i Euronet. Det skal understreges, at det ikke er datanettet, som er specielt besværligt i denne henseende. X.25 omtaler også status og sløjfesætninger (se nærmere X.150). Selv om rigtig konvolutstruktur som findes i datanettet kun omtales i X.50 og X.51, må man også i et pakkenet forestille sig status og alignmentbit overført i en konvolutstruktur, hvis man ønsker virkelig abonnentledningsovervågning. Hvis man i en pakke-central sidder og kikker på flag fra en

DTE, kan man ikke umiddelbart vide, om det er DTE fejl eller liniefejl, hvis flagene ikke kommer korrekt. Leverandører til pakkenet har hidtil sprunget let hen over dette punkt, men det er værd at bide mærke i, at netop abonnentledningsovervågning og den veldefinerede skarpe grænse mellem abonnentudstyr og administrationsudstyr absolut er en væsentlig følgeforskel af at indføre særlige datanet i stedet for f.eks. faste kredsløb. I Post- og Telegrafvæsenet kan man tænke sig, at pakketjenesten føjes til det kredsløbskoblede datanet på den måde, at abonnenttilslutningerne sker via kredsløbsnettet, således at man derved får abonnentledningsovervågning. Det afgørende er hvor dyrekøbt en sikker fejludpegnung bliver.

Vb Et andet punkt som ikke forekommer at være helt afklaret i mere løs omtale af datanettet er datatransmissionssikkerheden; det fremføres ofte, at et kredsløbskoblede net er uintelligent og ikke har samme sikkerhed i data overførslen som et pakkenet, som er intelligent. Der er her tale om, at man sammenligner to slags datatransmission helt ukritisk.

Ved enhver dataoverførsel fra én DTE til en anden DTE, ønsker man en eller anden form for kontrol af at ens data er overført korrekt. Det man derfor altid bør gøre er at indlægge en passende checksum på passende steder i sine data. Dette gælder fuldstændig uafhængigt af hvordan selve dataoverførslen end måtte foregå.

I det kredsløbskoblede net gælder, at i datafase vil en hvilken som helst bit som afleveres fra afsenderterminalen blive overført uændret til modtagerterminalen. En checksum som afsenderterminalen indsetter i sine data bliver derfor også uændret overført til modtagerterminalen som så direkte kan kontrollere om checksummen er korrekt i forhold til de data som er modtaget. D.v.s. at det er helt unødvendigt at det kredsløbskoblede net blander sig i overførslen af checksummen.

Dette er ikke tilfældet i det pakkekoblede net. Alle de bit som den pakkekoblede afsenderterminal afleverer til nettet overføres netop ikke uændret til modtagerterminalen. Selve "brugerdata feltet" i pakkerne overføres naturligvis uændret men desuden er det jo først og fremmest det logiske kanalnummer som jo også må kontrolleres for at pakken ikke skal blive fejlaflleveret. Det logiske kanalnummer kan ændre sig fra liniestræk til liniestræk og derfor er det pakkekoblede net nødt til aktivt at deltage i, og justere, checksum overførslen.

VIA Nu vil vi se lidt nøjere på hvordan man foretager et opkald, og på hvor anvendelsen af de forskellige særtjenester, faciliteter, i pakkenettet kommer ind. Vi vil se på pakkeniveauet, dvs. pakkerne, idet vi går ud fra, at linien mellem abonnent og central, DTE-DCE, er i orden.

Når vi skal opsætte en logisk forbindelse finder vores DTE en ledig logisk kanal og afsender så en opkaldspakke, call request pakke, se figur 6. For den kaldte abonnent hedder pakken incoming call.

Vi genfinder her det logiske-kanal nummer felt, generel-format feltet og pakketypetfeltet som her er udfyldt med koden for en opkaldspakke. Herefter følger så adresse-længde felter og de tilhørende felter med selve adresserne, adressefelterne, både for den kaldende og den kaldte DTE. Endelig følger så felter til bestilling af diverse særtjenester, faciliteter. Først kommer et felt som angiver den samlede længde af faciliteterne og derefter kommer så selve facilitetfeltet, som igen består af forskellige elementer, hvor hvert element først består af koden for den pågældende facilitet og derefter et antal oktetter, der indeholder de parametre, der er knyttet til den pågældende facilitet, se figur 7.

I figur 8 ser vi nogle eksempler på kode og parametre for nogle faciliteter.

VIB Når man er færdig med sin dataudveksling bryder man forbindelsen mellem de to DTE'er ved at sende en nedbrydepakke, en clearpakke, se figur 9. Denne indeholder også en række felter, bl.a. et som angiver årsagen til nedkoblingen, se figur 10. Årsagen skulle gerne være "DTE originated". Til angivelse af årsagen til bl.a. mislykkede opkald anvendes dianosefeltet. Kodningen af dette fremgår af figur 11.

VIIa Vi vil imidlertid nu se lidt nøjere på de forskellige særtjenester, faciliteter.

For offentlige datanet findes der i X.2 en liste over faciliteterne, både for kredsløbskoblede net og pakkekoblede net. Faciliteterne, særtjenesterne, er opdelt i dem som bestilles som en slags abonnement for en bestemt periode, og dem som bestilles for hvert opkald og som derfor optræder i call request pakken, se figur 12.

Det fremgår heraf, at man må vide hvilken type service der er tale om, forstået på den måde, at man skal bestemme sig for hvilken type

forbindelse man vil have, a) opkoblet til lejligheden, virtuel call service, VC, b) fastopkoblet, permanent virtuel circuit service, PVC, c) datagram, DG, hvilket løst sagt vil sige, at man sender en kort meddelelse afsted i én eneste pakke, som er et afsluttet hele, idet den både indeholder opkald, data og nedbrydning i sig. I facilitetsskemaerne er der angivet, om man kan have en bestemt facilitet i VC, PVC og DG.

- VIIb Vi ser, at mange faciliteter naturligt nok forekommer både i kredsløbskoblet og pakkekoblet net. Desuden er de inddelt i Essential og Additional, hvor E er dem, man ønsker skal forekomme i ethvert net, mens A-faciliteterne kan forekomme, hvis den pågældende administration ønsker dem. E faciliteter er noget nettet skal have, ikke at forveksle med noget terminalen/abonnenten skal have.
- VIIc Løber vi listen igennem kan vi for eksempel specielt se på fast select, som er en speciel pakkenet-facilitet. Den kan anvendes, hvis man har en kort meddelelse at sende. Her kunne man anvende datagram som tidligere omtalt. Problemet med datagram er imidlertid, at man sender sine data afsted uden at få en kvittens på, at disse data er nået frem. Man kan dog for nettets vedkommende råde bod herpå ved at abonnere på Datagram Delivery Confirmation, men man har ingen garanti for, at modtagerterminalen har forstået meddelelsen. Så kan man foretrække et almindeligt VC, men det er lidt besværligt, idet der så skal udveksles 4 pakker, nemlig call request (med data), call confirmation, clear request og clear confirmation. Det kompromis man har fundet frem til hedder fast select og har bevirket, at datagramservicen ikke tilbydes af mange pakkenetleverandører. Fast select faciliteten i call request pakken, se evt. figur 6, 7 og 8, udvider datafeltet og bevirker, at man som svar i stedet for en call connected pakke kan få en clear indication pakke, som også indeholder data fra B-abonnenten. Til sidst skal man kvittere lokalt med en clear confirmation pakke. Vi har herved reduceret antallet af pakker, og samtidig fået en kvittens på, at data er modtaget fra B-terminalen. Ser vi på listen over "periode"-faciliteter ser vi, at der er noget, der hedder fast select acceptance. Der er til kontrol af at B-terminalen forstår den facilitet, den modtager, ligeledes for reverse charging acceptance.

- VIIId På samme figur er der en del faciliteter til at redigere pakkerne: Extended packet sequence numbering, man kan så have flere udestående pakker, det skal kombineres med Non standard default window sizes, som angiver hvor mange pakker DTE/DCE rent faktisk tillader, at der er ukvitterede. Man kan her også anvende Flow control parameter negotiation, som kan ændre vinduesstørrelsen pr. opkald. Selve pakkestørrelsen kan også ændres enten fast med Non-standard default packet sizes eller pr. opkald med flow control parameter negotiation. Det kan man have glæde af bl.a. hvis man kun har meget korte meddelelser, eller meget lange. Throughput class negotiation giver tilladelse til en ændring af Throughput class som i realiteten angiver den mængde bit, den datahastighed, som ens terminal er i stand til at behandle, dvs. at DCE'en ikke skal/bør sende flere pakker ud til en DTE end den er i stand til at tage sig af. Dette er ikke nødvendigvis det samme som den datasignaleringshastighed linien har, hvis f.eks. en linie kører 9600 bit/s er det ikke sikkert, at terminalen er i stand til at behandle en ubrudt strøm af pakker. Man kunne f.eks. have valgt en relativ høj datasignaleringshastighed af hensyn til tiden for dataoverførslen. Normalt er der dog en nøje sammenhæng mellem Throughput class og DTE'ens datasignaleringshastighed.
- VIIIE Lidt længere nede i listen finder man: One-way logical channel outgoing og incoming. Dette er specielt for pakkenettet og er et kompromis mellem incoming calls barred f.eks og ingen restriktion, se figur 13. Man har således altid en kanal ud selvom der er mange indkommende opkald.
- VIIIa Hvad vi hidtil har set på har vi mest hentet fra X.25. X.25 beskriver tilslutningen af en pakketerminal til et pakkekoblingsnet. Hvordan man kommer fra et pakkenet til et andet beskrives af X.75. X.25 og X.75 er meget lig hinanden. Forskellene er i nogen grad af historiske grunde og skyldes bl.a. at en privat DTE og en offentlig DCE ikke har været betragtet som ligeværdige, symmetriske partnere. Af standardiseringshensyn, hvilket i sidste ende vil sige leverandørafhængighed, ønsker flere og flere administrationer også X.75 mellem et pakkenets egne knuder, centraler.

VIIIb Hvad angår asynkrone terminaler kan disse tilsluttes både kredsløbsnet og pakkenet. I datanettet ved hjælp af en VC-DCE. I pakkenettet må man have en såkaldt PAD, som sætter de forskellige tegn fra teleprinteren ind i pakken, som så selve pakkekoblingscentralen kan behandle og sende videre i rammer til B-terminalen, som enten kan være en pakke-terminal eller en anden asynkron terminal. Her kommer en længere række procedurer ind som er beskrevet ved X-trilling, triple-X, hvilket er en forkortelse for X.3, X.28, X.29 hvor følgende kort kan siges:

VIIIc X.3 redegør for de såkaldte PAD-profiler, hvilket dækker over følgende:

- hvornår skal en pakke afsendes, f.eks. når man trykker på CR, carriage return, vogn tilbage-knappen
- hvor mange bogstaver/tegn kan der stå på min linie,
- hvor mange fyldtegn skal man have efter modtaget CR, dvs. i hvor lang tid kan man ikke opfatte/nedskrive tegn, når vognen kører tilbage o.s.v., se iøvrigt figur 14, hvor der er en liste over de såkaldte PAD-parametre, som danner PAD-profilerne.

VIIId X.28 redegør for hvordan man sætter forbindelsen op til PAD'en (i centralen), herunder hvornår og hvordan man skal slå sit eget identifikationstegn, B-abonnent adresse, hvordan man sender clear o.s.v., se iøvrigt figur 15, hvor der er en liste over kommandoer, som den asynkrone terminal kan sende til PAD'en. Figur 16 viser, hvordan disse kommandoer ser ud.

VIIIe X.29 redegør for hvordan PAD'en taler med en anden PAD eller en pakke DTE, f.eks. hvordan en pakke DTE kan læse eller sætte forskellige PAD-parametre, standardprofiler. X.29 skal overholde de spille-regler, der allerede er fastlagt i X.25, se i denne forbindelse figur 17, 18 og 19.

VIIIf Mens pakketerminaler normalt er tilsluttet fast til pakkenettet, er de asynkrone terminaler normalt tilsluttet via telefonnettet. Dette bevirker bl.a., at man i mange pakkenet ikke kan kalde den asynkrone terminal. En del pakkenetleverandører har derved også kun et begrænset udbud af faciliteter til disse terminaler, f.eks. mangler lukket brugergruppe hos nogle.

IXa Som afslutning kan vi foretage nogle sammenligninger mellem et pakkenet og et kredsløbsnet.

a) Sammenkoblingsmuligheder for terminaler:

I det pakkekoblede net kan terminaler med forskellig datasignaleringshastighed tale sammen. Samtalen styres bl.a. af Throughput class-værdien for den langsomme terminal.

IXb b) Svartider, transmissionstider.

Sammenkoblingsmuligheder er sket på bekostning af svar- og transmissionstider, fordi en central skal have modtaget en hel pakke, evt. ramme, før den kan sende denne pakke videre. I kredsløbsnettet er de forskellige tidluger, konvolutter ind/ud i centralen, knyttet fast sammen, når forbindelsen er stillet op, og data overføres konvolut for konvolut, ja man kan også overføre bit for bit (afhængig af leverandør) så tidsforsinkelsen gennem centralen har ikke en nedre grænse som i pakkenettet, nemlig tiden for at modtage en hel pakke, evt. ramme.

IXc c) Økonomien i pakkenettet i forhold til kredsløbsnettet afspejler sig på flere punkter:

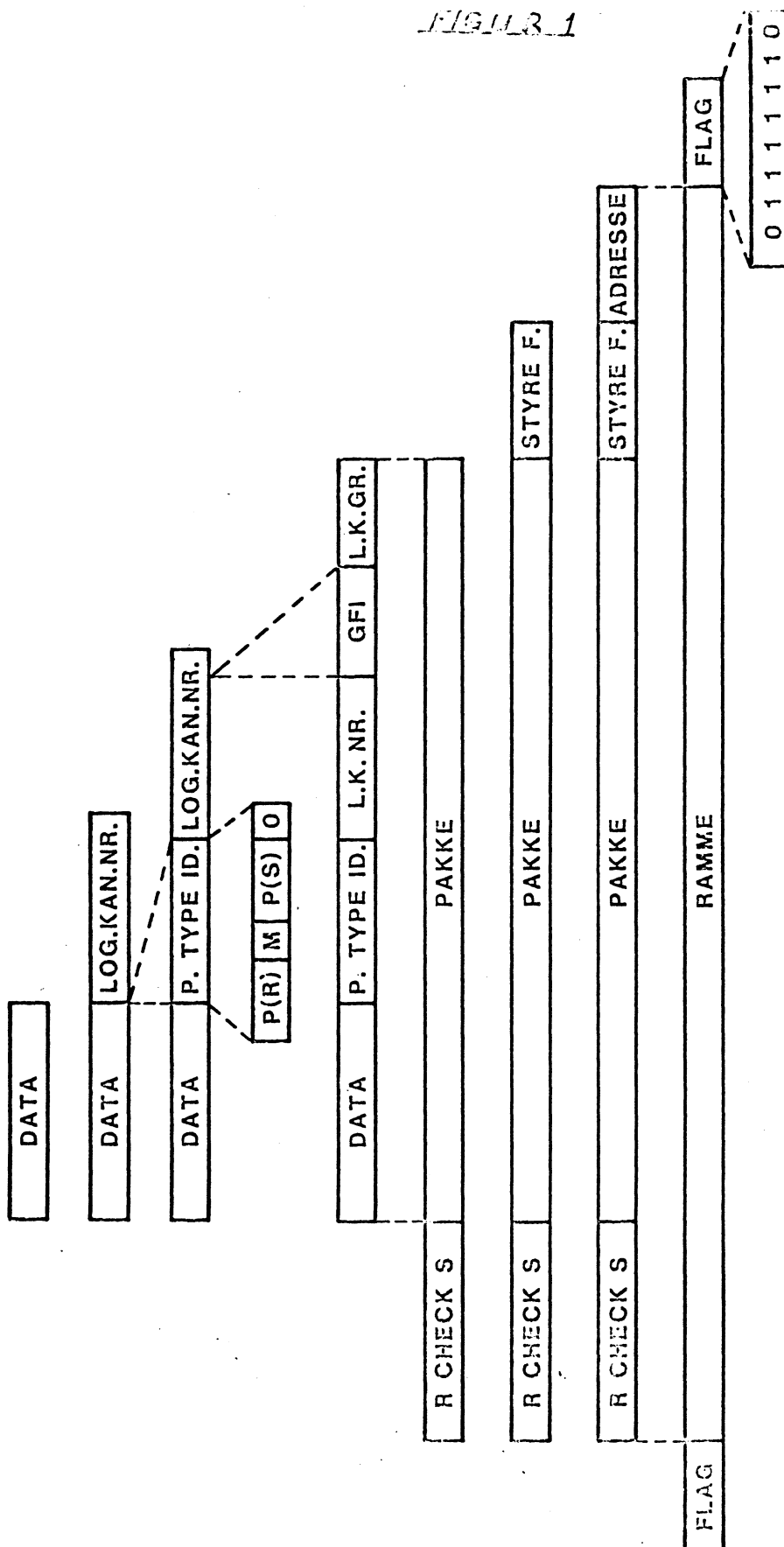
1. Abonnementafgiften i pakkenettet må forventes at være større, da pakkenettets funktioner, procedurer, er mere indviklet.

2. Trafikafgiften vil være delt i to dele i pakkenettet.

Dels vil der være en formodentlig forholdsvis mindre afgift for den tid linien, linket, er sat op idet der er stillet ressourcer til rådighed selv om de evt. ikke bliver benyttet. Dette gælder især ved PAD-tilslutninger, asynkrone terminaler, hvor tidafgiften derfor vil være noget højere.

Dels vil der være en afgift for selve trafikmængden dvs antal pakker der udveksles. Dette er betaling for den faktiske anvendelse af ressourcer i nettet.

Hvordan priserne vil være i Danmark er ikke afgjort endnu, da Post- og Telegrafvæsenet ikke har foretaget leverandørvalg til det kommende danske pakkenet, (Danpak?).



FIGUR 1

6.1.4 Packet type identifier

FIG. 2

Each packet shall be identified in octet 3 of the packet according to Table 8/X.25.

TABLE 8/X.25
Packet type identifier

Packet type		Octet 3 Bits							
From DCE to DTE	From DTE to DCE	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>Call set-up and clearing</i>									
Incoming call	Call request	0	0	0	0	1	0	1	1
Call connected	Call accepted	0	0	0	0	1	1	1	1
Clear indication	Clear request	0	0	0	1	0	0	1	1
DCE clear confirmation	DTE clear confirmation	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Data and interrupt</i>									
DCE data	DTE data	X	X	X	X	X	X	X	0
DCE interrupt	DTE interrupt	0	0	1	0	0	0	1	1
DCE interrupt confirmation	DTE interrupt confirmation	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Datagram ^{a)}</i>									
DCE datagram	DTE datagram	X	X	X	X	X	X	X	0
Datagram service signal		X	X	X	X	X	X	X	0
<i>Flow control and reset</i>									
DCE RR (modulo 8)	DTE RR (modulo 8)	X	X	X	0	0	0	0	1
DCE RR (modulo 128) ^{a)}	DTE RR (modulo 128) ^{a)}	0	0	0	0	0	0	0	1
DCE RNR (modulo 8)	DTE RNR (modulo 8)	X	X	X	0	0	1	0	1
DCE RNR (modulo 128) ^{a)}	DTE RNR (modulo 128) ^{a)}	0	0	0	0	0	1	0	1
	DTE REJ (modulo 8) ^{a)}	X	X	X	0	1	0	0	1
	DTE REJ (modulo 128) ^{a)}	0	0	0	0	1	0	0	1
Reset indication	Reset request	0	0	0	1	1	0	1	1
DCE reset confirmation	DTE reset confirmation	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Restart</i>									
Restart indication	Restart request	1	1	1	1	1	0	1	1
DCE restart confirmation	DTE restart confirmation	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diagnostic</i>									
Diagnostic ^{a)}		1	1	1	1	0	0	0	1

^{a)} Not necessarily available on every network.

Note – A bit which is indicated as "X" may be set to either 0 or 1 as indicated in the text.

6 Packet formats

FIG. 3

6.1 General

The possible extension of packet formats by the addition of new fields is for further study.

Note – Any such field:

- would only be provided as an addition following all previously defined fields, and not as an insertion between any of the previously defined fields;
- would be transmitted to a DTE only when either the DCE has been informed that the DTE is able to interpret this field and act upon it, or when the DTE can ignore the field without adversely affecting the operation of the DCE;
- would not contain any information pertaining to a user facility to which the DTE has not subscribed.

Bits of an octet are numbered 8 to 1 where bit 1 is the low order bit and is transmitted first. Octets of a packet are consecutively numbered starting from 1 and are transmitted in this order.

6.1.1 General format identifier

The general format identifier field is a four bit binary coded field which is provided to indicate the general format of the rest of the header. The general format identifier field is located in bit positions 8, 7, 6 and 5 of octet 1, and bit 5 is the low order bit (see Table 7/X.25).

Bit 8 of the general format identifier is used for the Qualifier bit in *data* packets. It is set to 1 in *datagram service signal* packets and is set to 0 in all other packets.

Bit 7 of the general format identifier is used for the delivery confirmation procedure in *data* and *call set-up* packets and is set to 0 in all other packets.

Bits 6 and 5 are encoded for four possible indications. Two of the codes are used to distinguish packets using modulo 8 sequence numbering from packets using modulo 128 sequence numbering. The third code is used to indicate an extension to an expanded format for a family of general format identifier codes which are a subject of further study. The fourth code is unassigned.

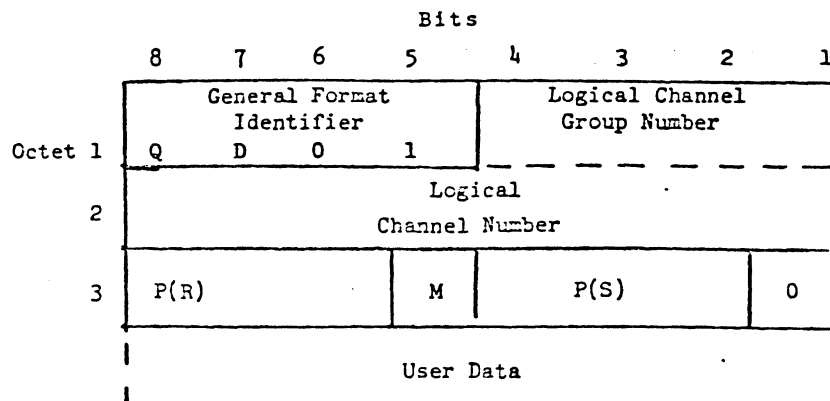
138 Fascicle VIII.2 – Rec. X.25

TABLE 7/X.25
General format identifier

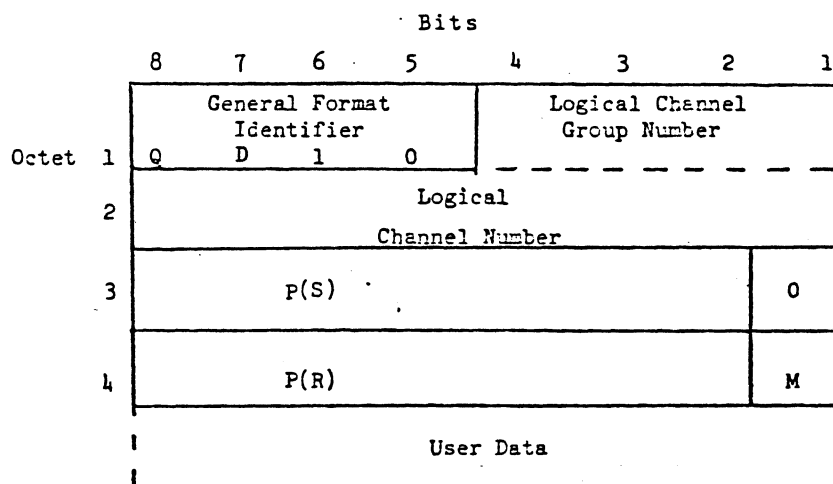
General format identifier		Octet 1 Bits			
		8	7	6	5
Call set-up packets	Sequence numbering scheme modulo 8	0	X	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	0	X	1	0
Clearing, datagram, flow control, interrupt, reset, restart and diagnostic packets	Sequence numbering scheme modulo 8	0	0	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	0	0	1	0
Data packets	Sequence numbering scheme modulo 8	X	X	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	X	X	1	0
Datagram service signal packets	Sequence numbering scheme modulo 8	1	0	0	1
	Sequence numbering scheme modulo 128	1	0	1	0
General format identifier extension		*	*	1	1

* Undefined.

Note – A bit which is indicated as "X" may be set to either 0 or 1 as indicated in the text.



(Modulo 8)



(When extended to modulo 128)

D = Delivery Confirmation bit

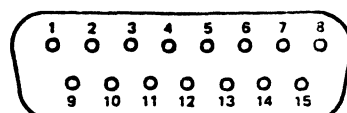
M = More Data bit

Q = Qualifier bit

Figure 6.5/X.25 - DTE and DCE data packet format

Dansk Standard	Datateknik. Stikforbening for datakommunikationsudstyr. 15-pin DTE/DCE	DS:ISO 4903 side 3
----------------	---	-----------------------

FIGUR 5



Dimensions in millimetres

DTE connector face
contact numbering

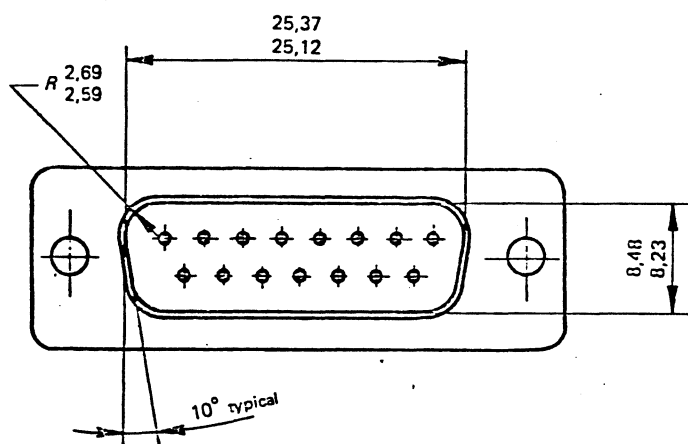
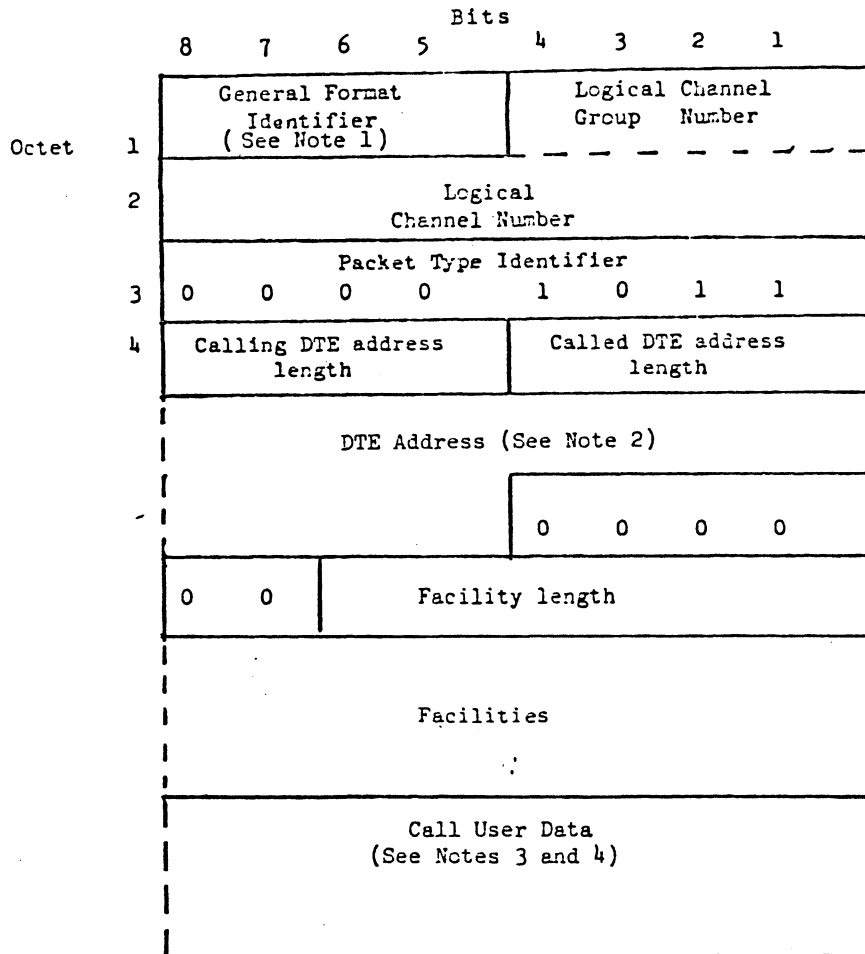


TABLE 1/X.21

Interchange circuit	Name	Direction		Remarks
		to DCE	from DCE	
G	Signal ground or common return			see note 1
Ca	DTE common return	X		
T	Transmit	X		
R	Receive		X	
C	Control	X		
I	Indication		X	
S	Signal element timing		X	see note 2
B	Byte timing		X	see note 3

FIGURE 6



- Note 1: Coded 0X01 (modulo 8) or 0X10 (modulo 128).
Note 2: The figure is drawn assuming a single address is present consisting of an odd number of digits.
Note 3: Bits 8 and 7 of the first octet of the Call User Data field may have particular significance (see 6.2.1).
Note 4: Maximum length of the Call User Data field is 16 octets.

Figure 6.1/X.25 - Call request and incoming call packet format

7.4 Formats for optional user facilities

Fig 7a

7.4.1 General

The *facility* field is present only when a DTE is using an optional user facility requiring some indication in the *call request, incoming call, call accepted, call connected, clear request, clear indication, DTE datagram* or *DCE datagram* packet.

The facility field contains one or more facility elements. The first octet of each facility element contains a facility code to indicate the facility or facilities requested.

Note — The action taken by the DCE when a facility code appears more than once is for further study.

The facility codes are divided into four classes, by making use of bits 8 and 7 of the facility code field, in order to specify facility parameters consisting of 1, 2, 3, or a variable number of octets. The general class coding of the facility code field is shown in Table 15/X.25.

TABLE 15/X.25

Bits	8	7	6	5	4	3	2	1	
Class A	0	0	X	X	X	X	X	X	for single octet parameter field
Class B	0	1	X	X	X	X	X	X	for double octet parameter field
Class C	1	0	X	X	X	X	X	X	for triple octet parameter field
Class D	1	1	X	X	X	X	X	X	for variable length parameter field

For class D the octet following the facility code indicates the length, in octets, of the facility parameter field. The facility parameter field length is binary coded and bit 1 is the low order bit of this indicator.

The formats for the four classes are shown in Table 16/X.25.

The facility code field is binary coded and, without extension, provides for a maximum of 64 facility codes for classes A, B and C and 63 facility codes for class D giving a total of 255 facility codes.

Facility code 11111111 is reserved for extension of the facility code. The octet following this octet indicates an extended facility code having the format A, B, C or D as defined above. Repetition of facility code 11111111 is permitted and thus additional extensions result.

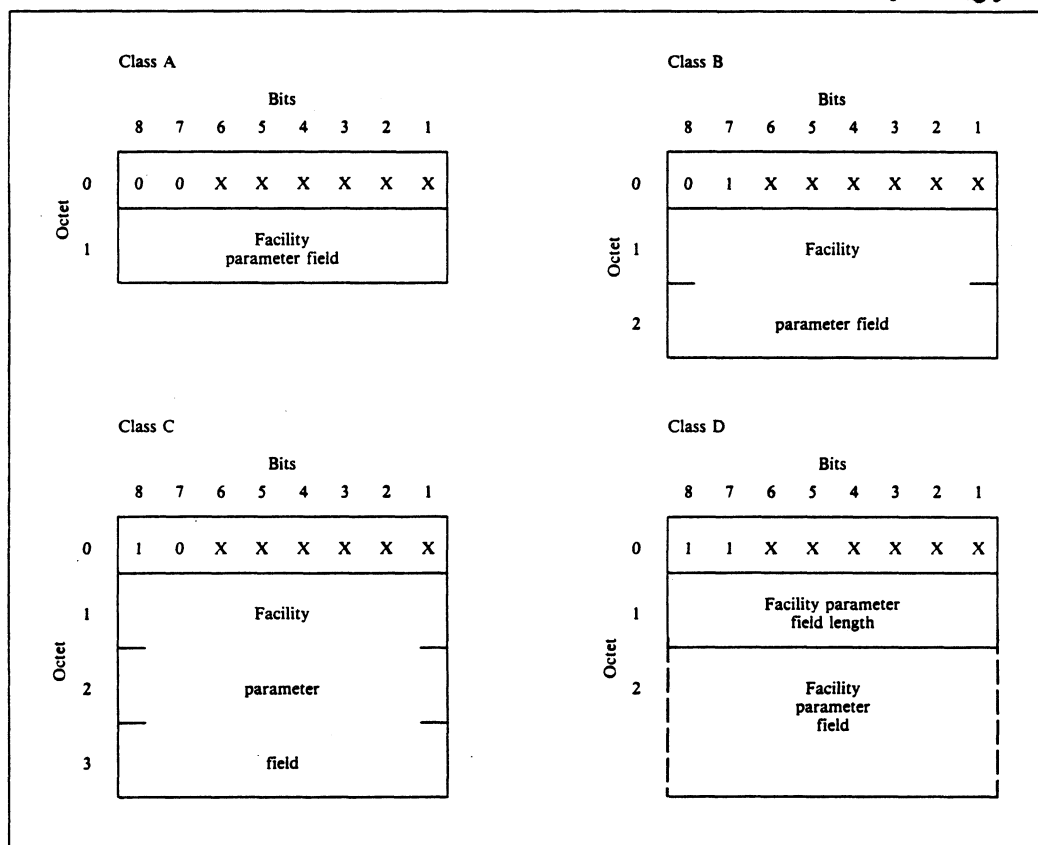
The coding of the facility parameter field is dependent on the facility being requested.

A facility code may be assigned to identify a number of specific facilities, each having a bit in the parameter field indicating facility requested/facility not requested. In this situation, the parameter field is binary encoded with each bit position relating to a specific facility. A 0 indicates that the facility related to the particular bit is not requested and a 1 indicates that the facility related to the particular bit is requested. Parameter bit positions not assigned to a specific facility are set to zero. If none of the facilities represented by the facility code are requested for a virtual call or datagram, the facility code and its associated parameter field need not be present.

A *facility marker*, consisting of a single octet pair, is used to separate requests for X.25 facilities, as defined in this section, from requests for non-X.25 facilities that may also be offered by an Administration. The first octet is a facility code and is set to zero and the second octet is the facility parameter field.

TABLE 16/X.25

FIG 7b.



The coding of the parameter field will be either all zeros or all ones depending on whether the facility requests following the marker refer to facilities offered by the calling/source or called/destination network, respectively. For intranetwork virtual calls or datagrams, the parameter field should be all zeros.

Requests for non-X.25 facilities offered by the calling/source and called/destination networks may be simultaneously present within the facility field and in such cases two *facility markers* will be required with parameter fields coded as described above.

Within the facility field, requests for X.25 facilities will precede all requests for non-X.25 facilities and *facility markers* need only be included when requests for non-X.25 facilities are present.

7.4.2 Coding of facility field for particular facilities

7.4.2.1 Coding of closed user group facility

The coding of the facility code field and the format of the facility parameter field for *closed user groups* are the same in *call request*, *incoming call*, *DTE datagram* and *DCE datagram* packets.

7.4.2.1.1 Facility code field

Fig 8a

The coding of the facility code field for *closed user groups* is:

bit:	8 7 6 5 4 3 2 1
code:	0 0 0 0 0 0 1 1

7.4.2.1.2 Facility parameter field

The index to the *closed user group* selected for the virtual call or datagram is in the form of two decimal digits. Each digit is coded in a semi-octet in binary coded decimal with bit 5 being the low order bit of the first digit and bit 1 being the low order bit of the second digit.

Indexes to the same *closed user group* at different DTE/DCE interfaces may be different.

7.4.2.2 Coding of bilateral closed user group facility

The coding of the facility code field and the format of the facility parameter field for the *bilateral closed user group* are the same in *call request*, *incoming call*, *DTE datagram* and *DCE datagram* packets.

7.4.2.2.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *bilateral closed user group* is:

bit:	8 7 6 5 4 3 2 1
code:	0 1 0 0 0 0 0 1

7.4.2.2.2 Facility parameter field

The index to the *bilateral closed user group* selected for the virtual call or datagram is in the form of 4 decimal digits.

Each digit is coded in a semi-octet in binary coded decimal with bit 5 of the first octet being the low order bit of the first digit, bit 1 of the first octet being the low order bit of the second digit, bit 5 of the second octet being the low order bit of the third digit, and bit 1 of the second octet being the low order bit of the fourth digit.

Indexes to the same *bilateral closed user group* at different DTE/DCE interfaces may be different.

7.4.2.3 Coding of reverse charging facility

The coding of the facility code and parameter fields for *reverse charging* is the same in *call request*, *incoming call*, *DTE datagram*, and *DCE datagram* packets.

7.4.2.3.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *reverse charging* is:

bit:	8 7 6 5 4 3 2 1
code:	0 0 0 0 0 0 0 1

7.4.2.3.2 Facility parameter field

The coding of the facility parameter field is:

bit 1 = 0 for *reverse charging* not requested

bit 1 = 1 for *reverse charging* requested

Note — Bits 6, 5, 4, 3 and 2 may be used for other facilities; if not, they are set to 0. Use of bits 8 and 7 are described in § 7.4.2.7.

Fig 8b

7.4.2.4 Coding of RPOA selection facility

The coding of the facility code and parameter fields for *RPOA selection* is the same in *call request*, *incoming call*, *DTE datagram* and *DCE datagram* packets.

7.4.2.4.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *RPOA selection* is:

bit:	8 7 6 5 4 3 2 1
code:	0 1 0 0 0 1 0 0

7.4.2.4.2 Facility parameter field

The parameter field contains the data network identification code for the requested RPOA transit network, and is in the form of 4 decimal digits.

Each digit is coded in a semi-octet in binary coded decimal with bit 5 of the first octet being the low order bit of the first digit, bit 1 of the first octet being the low order bit of the second digit, bit 5 of the second octet being the low order bit of the third digit, and bit 1 of the second octet being the low order bit of the fourth digit.

7.4.2.5 Coding of the flow control parameter negotiation facility

7.4.2.5.1 Coding for packet sizes

The coding of the facility code field and the format of the facility parameter field for packet sizes are the same in *call request*, *incoming call*, *call accepted*, and *call connected* packets.

7.4.2.5.1.1 Facility code field

The coding of the facility code field for packet sizes is:

bit:	8 7 6 5 4 3 2 1
code:	0 1 0 0 0 0 1 0

7.4.2.5.1.2 Facility parameter field

The packet size for the direction of transmission from the called DTE is indicated in bits 4, 3, 2 and 1 of the first octet. The packet size for the direction of transmission from the calling DTE is indicated in bits 4, 3, 2 and 1 of the second octet. Bits 5, 6, 7 and 8 of each octet must be zero.

The four bits indicating each packet size are binary coded and express the logarithm base 2 of the number of octets of the maximum packet size.

Networks may offer values from 4 to 10, corresponding to packet sizes of 16, 32, 64, 128, 256, 512, or 1024, or a subset of these values. All Administrations will provide a packet size of 128.

7.4.2.5.2 Coding for window sizes

The coding of the facility code field and the format of the facility parameter field for window sizes are the same in *call request*, *incoming call*, *call accepted*, and *call connected* packets.

7.4.2.5.2.1 Facility code field

The coding of the facility code field for window sizes is:

bit:	8 7 6 5 4 3 2 1
code:	0 1 0 0 0 0 1 1

Fig 8c

7.4.2.5.2.2 Facility parameter field

The window size for the direction of transmission from the called DTE is indicated in bits 7 to 1 of the first octet. The window size for the direction of transmission from the calling DTE is indicated in bits 7 to 1 of the second octet. Bit 8 of each octet must be zero.

The bits indicating each window size are binary coded and express the size of the window. A value of zero is not allowed.

Window sizes of 8 to 127 are only valid if extended numbering is used (see § 7.1.1). The ranges of values allowed by a network for calls with normal numbering and extended numbering are network dependent. All Administrations will provide a window size of 2.

7.4.2.6 Coding of throughput class negotiation facility

The coding of the facility code field and the format of the facility parameter field for *throughput class negotiation* are the same in *call request*, *incoming call*, *call accepted* and *call connected* packets.

7.4.2.6.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *throughput class negotiation* is:

bit:	8	7	6	5	4	3	2	1
code:	0	0	0	0	0	0	1	0

7.4.2.6.2 Facility parameter field

The throughput class for transmission from the calling DTE is indicated in bits 4, 3, 2 and 1. The throughput class for transmission from the called DTE is indicated in bits 8, 7, 6 and 5.

The four bits indicating each throughput class are binary coded and correspond to throughput classes as indicated in Table 17/X.25.

TABLE 17/X.25

Bits: or Bits:	4	3	2	1	Throughput class (bit/s)
	8	7	6	5	
0	0	0	0	0	Reserved
0	0	0	0	1	Reserved
0	0	0	1	0	Reserved
0	0	0	1	1	75
0	0	1	0	0	150
0	0	1	0	1	300
0	0	1	1	0	600
0	0	1	1	1	1 200
1	0	0	0	0	2 400
1	0	0	0	1	4 800
1	0	0	1	0	9 600
1	0	0	1	1	19 200
1	0	1	0	0	48 000
1	0	1	0	1	Reserved
1	0	1	1	0	Reserved
1	0	1	1	1	Reserved

7.4.2.7 Coding of fast select facility

The coding of the facility code and parameter fields for *fast select* is the same in *call request* and *incoming call* packets.

7.4.2.7.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *fast select* is:

bit:	8	7	6	5	4	3	2	1
code:	0	0	0	0	0	0	0	1

FIG 8d

7.4.2.7.2 Facility parameter field

The coding of the facility parameter field is:

bit 8 = 0 and bit 7 = 0 or 1 for *fast select* not requested

bit 8 = 1 and bit 7 = 0 for *fast select* requested with no restriction on response

bit 8 = 1 and bit 7 = 1 for *fast select* requested with restriction on response

Note — Bits 6, 5, 4, 3 and 2 may be used for other facilities; if not, they are set to 0. Use of bit 1 is described in § 7.4.2.3.

7.4.2.8 Coding of datagram nondelivery indication facility

The coding of the facility code and parameter fields is the same in the *DTE datagram* and *DCE datagram* packets.

7.4.2.8.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *datagram nondelivery indication* is:

bit:	8	7	6	5	4	3	2	1
code:	0	0	0	0	0	1	1	0

7.4.2.8.2 Facility parameter field

The coding of the facility parameter field is:

bit 2 = 0 for *datagram nondelivery indication* not requested

bit 2 = 1 for *datagram nondelivery indication* requested

Note — Bits 8, 7, 6, 5, 4 and 3 may be used for other facilities; if not, they are set to 0. Use of bit 1 is described in § 7.4.2.9.

7.4.2.9 Coding of datagram delivery confirmation facility

The coding of the facility code and parameter fields is the same in the *DTE datagram* and *DCE datagram* packets.

7.4.2.9.1 Facility code field

The coding of the facility code field for *datagram delivery confirmation* is:

bit:	8	7	6	5	4	3	2	1
code:	0	0	0	0	0	1	1	0

7.4.2.9.2 Facility parameter field

The coding of the facility parameter field is:

bit 1 = 0 for *datagram delivery confirmation* not requested

bit 1 = 1 for *datagram delivery confirmation* requested

Note — Bits 8, 7, 6, 5, 4 and 3 may be used for other facilities; if not, they are set to 0. Use of bit 2 is described in § 7.4.2.8.

ANNEX A

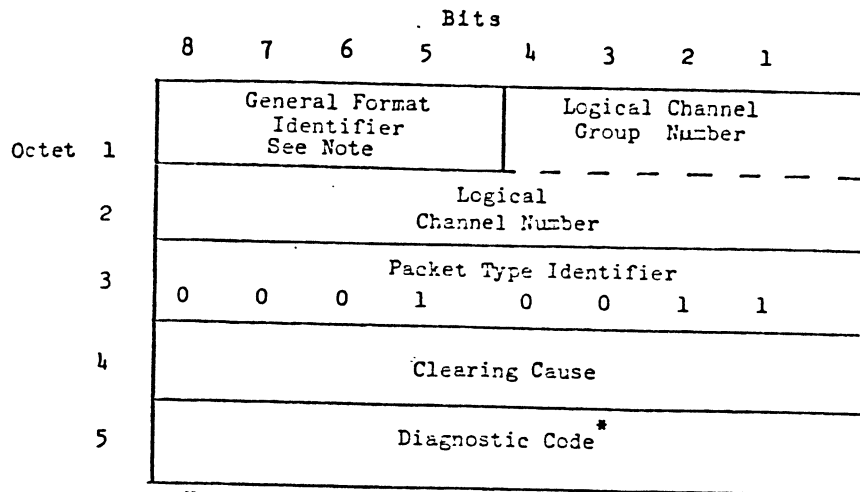
(to Recommendation X.25)

Range of logical channels used for virtual calls, permanent virtual circuits and datagrams

In the case of a single logical channel DTE, logical channel 1 will be used.

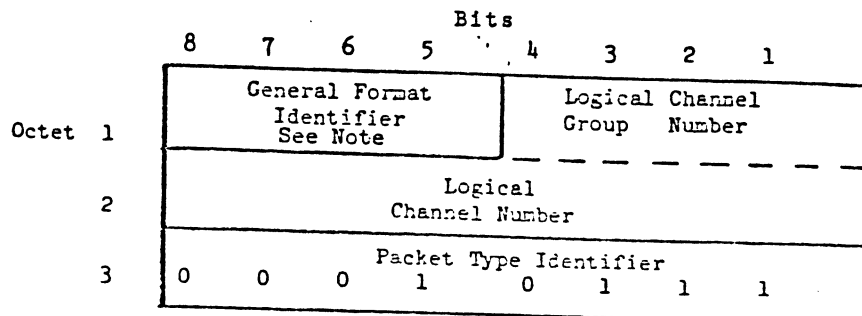
For each multiple logical channel DTE/DCE interface, a range of logical channels will be agreed upon with the Administration according to Figure A-1/X.25.

FIGURE 9.



* Note: Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128)
This field is not mandatory in CLEAR REQUEST packets.

Figure 6.3/X.25 - Clear request and clear indication packet format



Note: Coded 0001 (modulo 8) or 0010 (modulo 128)

Figure 6.4/X.25- DTE and DCE clear confirmation packet format

The coding of the Clearing Cause field in CLEAR INDICATION packets is given in Table 6.3/X.25.

TABLE 6.3/X.25
CODING OF CLEARING CAUSE FIELD IN CLEAR INDICATION PACKET

	8	7	6	5	4	3	2	1
DTE originated	0	0	0	0	0	0	0	0
Number busy	0	0	0	0	0	0	0	1
Out of order	0	0	0	0	1	0	0	1
Remote procedure error	0	0	0	1	0	0	0	1
Reverse charging acceptance not subscribed*	0	0	0	1	1	0	0	1
Incompatible destination	0	0	1	0	0	0	0	1
Fast select acceptance not subscribed*	0	0	1	0	1	0	0	1
Invalid facility request	0	0	0	0	0	0	1	1
Access barred	0	0	0	0	1	0	1	1
Local procedure error	0	0	0	1	0	0	1	1
Network congestion	0	0	0	0	0	1	0	1
Not obtainable	0	0	0	0	1	1	0	1
RPOA out of order*	0	0	0	1	0	1	0	1

* May be received only if the corresponding optional user facility is used.

Diagnostic Code

Octet 5 is the Diagnostic Code and contains additional information on the reason for the clearing of the call.

In a CLEAR REQUEST packet, the Diagnostic Code is not mandatory.

In a CLEAR INDICATION packet, if the Clearing Cause field indicates "DTE originated", the Diagnostic Code is passed unchanged from the clearing DTE. If the clearing DTE has not provided a Diagnostic Code in its CLEAR REQUEST packet, then the bits of the Diagnostic Code in the resulting CLEAR INDICATION packet will all be zero.

Fig 11

ANNEX E
(to Recommendation X.25)

Coding of X.25 network generated diagnostic fields in clear, reset and restart indication and diagnostic packets
(see Notes 1, 2 and 3)

Diagnostics	Bits								Decimal
	8	7	6	5	4	3	2	1	
<i>No additional information</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Invalid P(S)	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Invalid P(R)	0	0	0	0	0	0	1	0	2
	0	0	0	0	1	1	1	1	15
<i>Packet type invalid</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	16
For state r1	0	0	0	1	0	0	0	1	17
For state r2	0	0	0	1	0	0	1	0	18
For state r3	0	0	0	1	0	0	1	1	19
For state p1	0	0	0	1	0	1	0	0	20
For state p2	0	0	0	1	0	1	0	1	21
For state p3	0	0	0	1	0	1	1	0	22
For state p4	0	0	0	1	0	1	1	1	23
For state p5	0	0	0	1	1	0	0	0	24
For state p6	0	0	0	1	1	0	0	1	25
For state p7	0	0	0	1	1	0	1	0	26
For state d1	0	0	0	1	1	0	1	1	27
For state d2	0	0	0	1	1	1	0	0	28
For state d3	0	0	0	1	1	1	0	1	29
	0	0	0	1	1	1	1	1	31
<i>Packet not allowed</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	32
Unidentifiable packet	0	0	1	0	0	0	0	1	33
Call on one way logical channel	0	0	1	0	0	0	1	0	34
Invalid packet type on a permanent virtual circuit	0	0	1	0	0	0	1	1	35
Packet on unassigned logical channel	0	0	1	0	0	1	0	0	36
Reject not subscribed to	0	0	1	0	0	1	0	1	37
Packet too short	0	0	1	0	0	1	1	0	38
Packet too long	0	0	1	0	0	1	1	1	39
Invalid general format identifier	0	0	1	0	1	0	0	0	40
Restart with nonzero in bits 1-4, 9-16	0	0	1	0	1	0	0	1	41
Packet type not compatible with facility	0	0	1	0	1	0	1	0	42
Unauthorized interrupt confirmation	0	0	1	0	1	0	1	1	43
Unauthorized interrupt	0	0	1	0	1	1	0	0	44
	0	0	1	0	1	1	1	1	47
<i>Timer expired</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	48
For incoming call	0	0	1	1	0	0	0	1	49
For clear indication	0	0	1	1	0	0	1	0	50
For reset indication	0	0	1	1	0	0	1	1	51
For restart indication	0	0	1	1	0	1	0	0	52
	0	0	1	1	1	1	1	1	63
<i>Call set-up problem</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	64
Facility code not allowed	0	1	0	0	0	0	0	1	65
Facility parameter not allowed	0	1	0	0	0	0	1	0	66
Invalid called address	0	1	0	0	0	0	1	1	67
Invalid calling address	0	1	0	0	0	1	0	0	68
	0	1	0	0	1	1	1	1	79
<i>Not assigned</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	80
	0	1	0	1	1	1	1	1	95
<i>Not assigned</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	96
	0	1	1	0	1	1	1	1	111

FIG 12

b2) Facilities of packet switched data networks (see Notes 1 - 3)

User facility	User classes of service					
	1 - 2 (see Notes 4 and 5)			8 - 11 (see Notes 4 and 5)		
	VC	PVC	DG	VC	PVC	DG
1. Optional user facilities assigned for an agreed contractual period						
1.1 Extended packet sequence numbering (module 128)	—	—	—	A	A	A
1.2 Nonstandard default window sizes	—	—	—	A	A	A
1.3 Nonstandard default packet sizes 16, 32, 64, 256, 512, 1024	—	—	—	A	A	—
1.4 Default throughput class assignment	—	—	—	A	A	A
1.5 Flow control parameter negotiation	—	—	—	E	—	—
1.6 Throughput class negotiation	—	—	—	E	—	—
1.7 Packet retransmission	FS	FS	FS	E	A	—
1.8 Incoming calls barred	A	—	FS	A	—	A
1.9 Outgoing calls barred	A	—	FS	E	—	E
1.10 One-way logical channel outgoing	—	—	—	E	—	E
1.11 One-way logical channel incoming	—	—	—	A	—	A
1.12 Closed user group	E	—	E	E	—	E
1.13 Closed user group with outgoing access	A	—	A	A	—	A
1.14 Closed user group with incoming access	A	—	A	A	—	A
1.15 Incoming calls barred within a closed user group	A	—	A	A	—	A
1.16 Outgoing calls barred within a closed user group	A	—	A	A	—	A
1.17 Bilateral closed user group	A	—	A	A	—	A
1.18 Bilateral closed user group with outgoing access	A	—	A	A	—	A
1.19 Reverse charging acceptance	A	—	A	A	—	A
1.20 Fast select acceptance	A	—	A	A	—	—
1.21 Datagram queue length selection	—	—	A	—	—	A
1.22 Datagram service signal logical channel	—	—	FS	—	—	A
1.23 Datagram nondelivery indication	—	—	FS	—	—	E
1.24 Datagram delivery confirmation	—	—	FS	—	—	E
1.25 Multiple circuits to the same DTE	—	—	—	A	A	A
1.26 Charging information	A	—	FS	FS	—	FS
1.27 Direct call	A	—	FS	FS	—	FS
1.28 Multiple terminals with the same data number	A	—	FS	FS	—	FS
1.29 On-line facility registration	A	—	A	A	—	A
1.30 D-bit modification	—	—	—	A	A	—
2. Optional user facilities requested by the DTE on a per-call basis						
2.1 Closed user group selection	E	—	E	E	—	E
2.2 Bilateral closed user group selection	A	—	A	A	—	A
2.3 Reverse charging	A	—	A	A	—	A
2.4 RPOA selection	A	—	A	A	—	A
2.5 Flow control parameter negotiation	—	—	—	E	—	—
2.6 Fast select	A	—	—	A	—	—
2.7 Throughput class negotiation	—	—	—	E	—	—
2.8 Abbreviated address calling	A	—	A	FS	—	A
2.9 Datagram nondelivery indication	—	—	E	—	—	E
2.10 Datagram delivery confirmation	—	—	E	—	—	E
2.11 Multi-address calling	A	—	FS	A	—	FS
2.12 Charging information	A	—	FS	FS	—	FS
3. Optional user facilities only applicable when a DTE in user classes 1 and 2 is communicating with a network-provided interworking unit, e.g., a PAD						
3.1 Setting values of PAD parameters	E	—	FS	E	E	FS
3.2 Reading values of PAD parameters	E	—	FS	E	E	FS
3.3 Automatic detection of data rate, code and operational characteristics	A	—	—	—	—	—
3.4 Provision of PAD parameters (see Notes 6 and 7)						
3.4.1 National parameter separator	A	—	—	—	—	—
3.4.2 PAD recall	E	—	—	—	—	—
3.4.3 Echo	E	—	—	—	—	—
3.4.4 Selection of data forwarding signal	E	—	—	—	—	—
3.4.5 Selection of idle timer delay	E	—	—	—	—	—
3.4.6 Auxiliary device control	E	—	—	—	—	—
3.4.7 Suppression of PAD service signals	E	—	—	—	—	—
3.4.8 Selection of operation of PAD on receipt of break	E	—	—	—	—	—
3.4.9 Discard output	E	—	—	—	—	—
3.4.10 Padding after carriage return	E	—	—	—	—	—
3.4.11 Line folding	E	—	—	—	—	—
3.4.12 Binary speed (read only)	E	—	—	—	—	—
3.4.13 Flow control of PAD by start-stop mode DTE	E	—	—	—	—	—
3.4.14 Linefeed insertion (see Note 9)	A	—	—	—	—	—
3.4.15 Linefeed padding (see Note 9)	A	—	—	—	—	—
3.4.16 Editing functions (see Note 9)	A	—	—	—	—	—
3.4.17 Parity functions	A	—	—	—	—	—
3.4.18 Code conversion	A	—	—	—	—	—
3.5 Standard profile selection	A	—	—	—	—	—

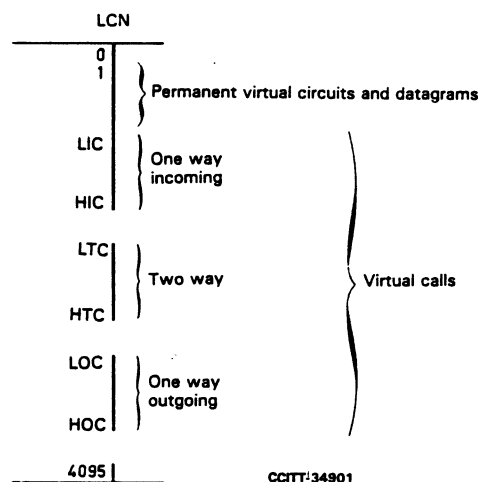
ANNEX 1

(to Recommendation X.25)

Range of Logical Channels Used for Virtual Calls,
Permanent Virtual Circuits and Datagrams

In the case of a single logical channel DTE, logical channel 1 will be used.

For each multiple logical channel DTE/DCE interface, a range of logical channels will be agreed upon with the Administration according to the following figure:



LCN Logical channel number
 LIC Lowest incoming channel
 HIC Highest incoming channel
 LTC Lowest two-way channel
 HTC Highest two-way channel
 LOC Lowest outgoing channel
 HOC Highest outgoing channel

Logical channels 1 to LIC-1: range of logical channels which may be assigned to permanent virtual circuits and datagrams.
 Logical channels LIC to HIC: range of logical channels which are assigned to one-way incoming logical channels for virtual calls (see § 7.1.8).

Logical channels LTC to HTC: range of logical channels which are assigned to two-way logical channels for virtual calls.

Logical channels LOC to HOC: range of logical channels which are assigned to one-way outgoing logical channels for virtual calls (see § 7.1.7).

Logical channels HIC+1 to LTC-1, HTC+1 to LOC-1, and HOC+1 to 4095 are non-assigned logical channels.

Note 1 - The reference to the number of logical channels is made according to a set of contiguous numbers from 0 (lowest) to 4095 (highest) using 12 bits made up of the 4 bits of the logical channel group number (see § 6.1.2) and the 8 bits of the logical channel number (see § 6.1.3). The numbering is binary coded using bit positions 4 through 1 of octet 1 followed by bit positions 8 through 1 of octet 2 with bit 1 of octet 2 as the low order bit.

Note 2 - All logical channel boundaries are agreed with the Administration for a period of time.

Note 3 - In order to avoid frequent rearrangement of logical channels, not all logical channels within the range for permanent virtual circuits and datagrams are necessarily assigned.

Note 4 - In the absence of permanent virtual circuits and datagram channels, logical channel 1 is available for LIC. In the absence of permanent virtual circuits, datagram channels and one-way incoming logical channels, logical channel 1 is available for LTC. In the absence of permanent virtual circuits, datagram channels, one-way incoming logical channels and two-way logical channels, logical channel 1 is available for LOC.

Note 5 - DCE search algorithm for a logical channel for a new incoming call will be to use the lowest logical channel in the *ready* state in the range of LIC to HIC and LTC to HTC.

Note 6 - In order to minimize the risk of call collision, the DTE search algorithm is suggested to start with the highest numbered logical channel in the *ready* state. The DTE could start with the two-way logical channel or one-way outgoing logical channel ranges.

FIGURE A-1/X.25

Fig 14.

TABLE 1/X.28

PAD parameter settings

The parameter references and values relate to Recommendation X.3 [13] (see Note 1)

Parameter reference number (see Note 3)	Parameter description	Parameter setting for standard profiles (see Note 2)	
		Transparent standard profile (see Note 4)	Simple standard profile (see Note 4)
1	PAD recall using a character	Set to <i>not possible</i> (value 0)	Set to <i>possible</i> (value 1)
2	Echo	Set to <i>no echo</i> (value 0)	Set to <i>echo</i> (value 1)
3	Selection of <i>data forwarding</i> signal	Set to <i>no data forwarding signal</i> (value 0)	Set to <i>all characters in columns 0 and 1 and character 7/15 (DEL) of International Alphabet No. 5</i> (value 126)
4	Selection of <i>idle timer delay</i>	Set to <i>one second</i> (value 20)	Set to <i>no time out</i> (value 0)
5	Ancillary device control	Set to <i>no use of X-ON and X-OFF</i> (value 0)	Set to <i>use of X-ON and X-OFF</i> (value 1)
6	Control of <i>PAD service</i> signals	Set to <i>no service signals sent to the start-stop mode DTE</i> (value 0)	Set to <i>service signals are sent</i> (value 1)
7	Selection of operation of PAD on receipt of <i>break</i> signal from the start-stop mode DTE	Set to <i>reset</i> (value 2)	Set to <i>reset</i> (value 2)
8	Discard output	Set to <i>normal data delivery</i> (value 0)	Set to <i>normal data delivery</i> (value 0)
9	Padding after carriage return (CR)	Set to <i>no padding after CR</i> (value 0) (see Note 5)	Set to <i>no padding after CR</i> (value 0) (see Note 5)
10	Line folding	Set to <i>no line folding</i> (value 0)	Set to <i>no line folding</i> (value 0)
11	Binary speed of start-stop mode DTE	Set to speed of DTE as <i>110 bit/s</i> , (value 0) <i>200 bit/s</i> (value 8), or <i>300 bit/s</i> (value 2)	Set to speed of DTE as <i>110 bit/s</i> (value 0), <i>200 bit/s</i> (value 8), or <i>300 bit/s</i> (value 2)
12	Flow control of the PAD by the start-stop mode DTE	Set to <i>no use of X-ON and X-OFF</i> (value 0)	Set to <i>use of X-ON and X-OFF</i> (value 1)
13 (see Note 6)	Linefeed insertion after carriage return	Set to <i>no linefeed insertion</i> (value 0)	Set to <i>no linefeed insertion</i> (value 0)
14 (see Note 6)	Linefeed padding	Set to <i>no padding after LF</i> (value 0)	Set to <i>no padding after LF</i> (value 0)
15 (see Notes 6 and 7)	Editing	Set to <i>no editing in data transfer state</i> (value 0)	Set to <i>no editing in data transfer state</i> (value 0)
16 (see Note 6)	Character delete	(see Note 8)	(see Note 8)
17 (see note 6)	Line delete	Set to character <i>1/8 (CAN)</i> (value 24)	Set to character <i>1/8 (CAN)</i> (value 24)
18 (see Note 6)	Line display	(see Note 8)	(see Note 8)

3.2.1.3 PAD command (state 6)

The DTE may transmit a PAD command signal when the interface is in the PAD waiting state (state 5) and the interface enters the PAD command state at the start of a PAD command signal.

The DTE may also transmit PAD command signals after escaping from the data transfer state of a virtual call (see 4.9.1 below).

TABLE 1/X.28 - Summary of PAD command signals

PAD command signals	Valid before virtual call set up	Valid after escaping from data transfer state
a) Selection (Section 3.2.1.3)	X	
b) Profile Selection (Sections 3.3.1 & 4.9.2.5)	X	X
c) Set (Sections 3.3.2 & 4.9.2.5)	X	X
d) Set and read (Sections 3.3.2 & 4.9.2.5)	X	X
e) Read (Sections 3.4 & 4.9.2.5)	X	X
f) Clear request (Sections 3.2.2.1 (a.i.) & 4.9.2.1)		X
g) Status (Section 4.9.2.2)	X	X
h) Reset (Section 4.9.2.3)		X
i) Interrupt (Section 4.9.2.4)		X

(3827)

If parameter 2 is set to 1, characters in PAD command signals are echoed, except the characters following the character P in a selection PAD command signal, which are not echoed.

If parameter 6 is set to 1 or 5, the PAD will ignore all characters received from the DTE following the receipt of a PAD command signal until the associated PAD service signal or sequence of PAD service signals has been transmitted to the DTE by the PAD.

If parameter 6 is set to 0, the PAD will not transmit a PAD service signal, therefore it is for the user to define the way in which information regarding the completion of the connection is signalled to the start-stop mode DTE.

The formats of PAD command signals are given in 3.5 below.

The DTE may request the establishment of a virtual call by transmitting a selection PAD command signal. The information content of the selection PAD command signal is the subject of future recommendations.

The DTE may edit PAD command signals before they are actioned by the PAD by using the procedures in 3.6 below.

FIGURE 16

ANNEX 1

(to Recommendation X.28)

PAD command signals and PAD service signals

TABLE A-1/X.28

PAD command signals

PAD command signal format	Function	PAD service signal sent in response (see Note)
STAT	To request status information regarding a virtual call connected to the DTE	FREE or ENGAGED
CLR	To clear down a virtual call	CLR CONF or CLR ERR (in the case of local procedure error)
PAR? List of parameter references	To request the current values of specified parameters	PAR (list of parameter references with their current values or INV)
SET? List of parameter references and corresponding values	To request changing or setting of the current values of the specified parameters and to request the current values of specified parameters	PAR (list of parameter references with their current values or INV)
PROF (identifier)	To give to PAD parameters a standard set of values	Acknowledgement
RESET	To reset the virtual call	Acknowledgement
INT	To transmit an <u>interrupt packet</u>	Acknowledgement
SET List of parameters with requested values	To set or change parameter values	Acknowledgement
<u>Selection</u> <u>PAD command</u> <u>signal</u>	To set-up a virtual call	Acknowledgement

Note : PAD Service Signals are not sent when Parameter 6 is set to 0.

FIG 17

4.2 Call user data format (see Figure 1/X.29)

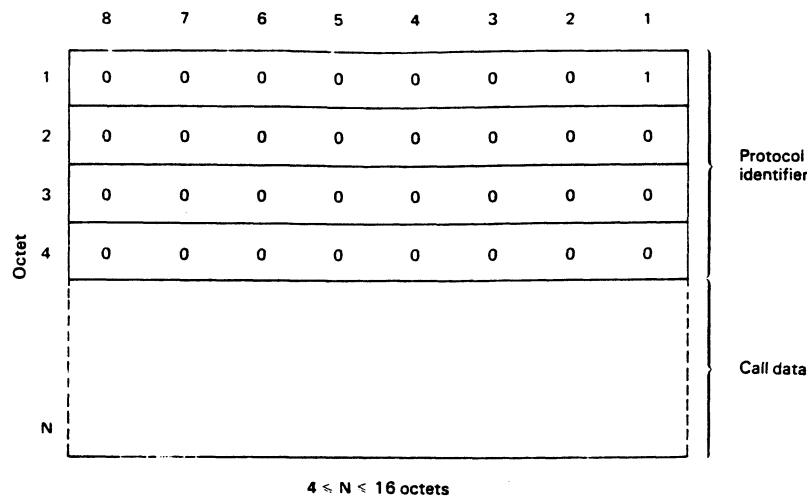


FIGURE 1/X.29

Call user data field format

4.2.1 Protocol identifier format

The protocol identifier field standardized by CCITT consists of four octets.

The first octet is coded as follows:

- bits 8 and 7 = 00 for CCITT use
- = 01 for national use
- = 10 reserved for international user bodies
- = 11 for DTE-DTE use

When bits 8 and 7 are equal to 00, bits 6 to 1 are equal to 000001 for indicating *PAD* messages relating to the *packet assembly/disassembly* facility for the start-stop mode DTE. Other coding of bits 6 to 1 is reserved for future standardization by the CCITT. The use of octets 2, 3 and 4 is reserved and all bits are set to 0. Octets 2, 3 and 4 are reserved as a future mechanism for providing the called *PAD* or packet mode DTE with additional information pertinent to the calling party.

4.2.2 Call data format

Octets of the call data field will contain the user characters received by the *PAD* from the start-stop mode DTE during the call establishment phase. The coding of these octets is similar to that of user sequences (see § 4.3 below). The call data field is limited to 12 octets (see Figure 1/X.29).

4.3 User sequence format

4.3.1 The order of bit transmission from the *PAD* is the same as the order that bits are received from the start-stop mode DTE. The order of bit transmission to the start-stop mode DTE is the same as the order that bits are received.

4.3.2 No maximum is specified for the length of a user sequence.

4.4 Control message format

4.4.1 Bits 8, 7, 6, 5 of octet 1 of a user data field of complete packet sequences with $Q = 1$ is the *control identifier field*, used to identify the facility, such as *PAD*, to be controlled. The control identifier field coding for *PAD* messages to control a *PAD* for a start-stop mode DTE is 0000. Other codings of the control identifier field are reserved for future standardization.

FIG 18

Note — The possibility of extending the control identifier field is for further study.

4.4.2 When the control identifier field (see § 4.4.1 above) is set to 0000, bits 4, 3, 2, 1 of octet 1 are defined as a message code field. The *message code* field is used to identify specific types of *PAD* messages, as given in Table 2/X.29.

TABLE 2/X.29
Type and coding of octet 1 of *PAD* messages

Type	Message code				
	Bits	4	3	2	1
Set <i>PAD</i> message		0	0	1	0
Read <i>PAD</i> message		0	1	0	0
Set and read <i>PAD</i> message		0	1	1	0
Parameter indication <i>PAD</i> message		0	0	0	0
Invitation to clear <i>PAD</i> message		0	0	0	1
Indication of break <i>PAD</i> message		0	0	1	1
Error <i>PAD</i> message		0	1	0	1

Note — The possibility of extending the message code field is for further study.

4.4.3 All *PAD* messages consist of a control identifier field (bits 8, 7, 6, 5 of octet 1 equal to 0000) and a message code (bits 4, 3, 2, 1 of octet 1).

Set, *read*, *set and read* and *parameter indication PAD* messages consist of octet 1 which may be followed by one or more parameter fields. Each parameter field consists of a parameter reference octet and a parameter value octet.

The parameter value octets of the *read PAD* message contain the value 0.

The *error PAD* message consists of octet 1 and one or two octets giving the reason for the error.

The *indication of break PAD* message consists of octet 1 which may be followed by a parameter field. The parameter field, if present, consists of a parameter reference octet followed by a parameter value octet.

The *invitation to clear PAD* message consists of octet 1 only.

4.4.4 The maximum length of *PAD* message is for further study.

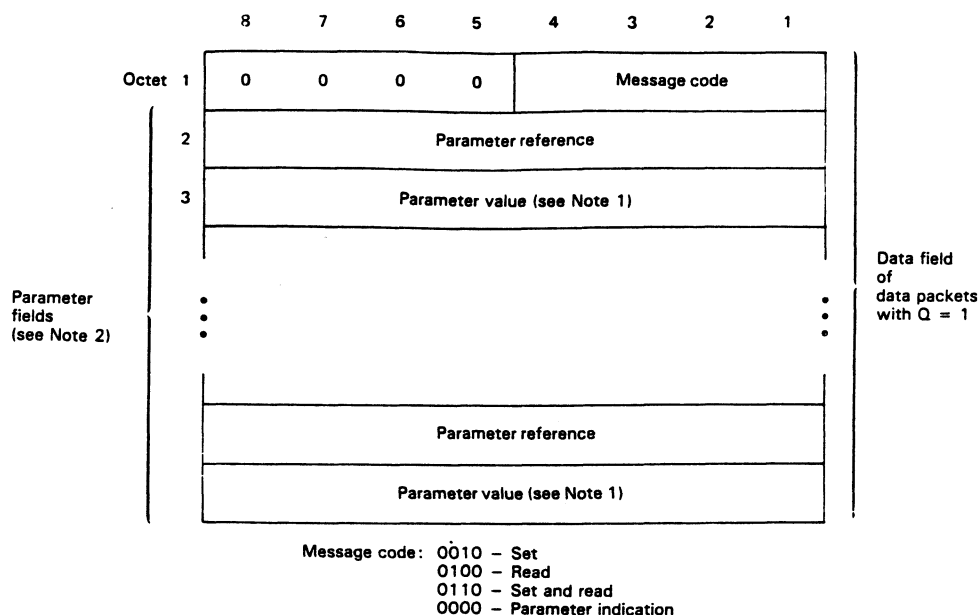
4.4.5 *Parameter field for set, read, set and read, and parameter indication PAD messages* (see Figure 2/X.29)

The parameter field of these *PAD* messages, when present, will consist of successive parts of reference fields and value fields. Each one of these fields will be one octet long.

4.4.5.1 A reference field consists of a parameter reference, identified as a decimal number in Recommendation X.3 [4], and is binary coded in bits 7 to 1, where bit 1 is the low order bit. Reference fields need not be ordered by increasing parameter reference numbers.

4.4.5.2 In *PAD* messages received by the *PAD*, bit 8 of each reference field will be ignored. In *parameter indication PAD* messages, bit 8 of each reference field set to 1 will indicate an invalid access to the referred parameter as described in § 3.5 above.

FIG 19



Note 1 - These octets contain all 0s in read PAD messages.

Note 2 - Parameter field need not be present (see Table 1/X.29).

FIGURE 2/X.29

Set, read, set and read, and parameter indication PAD message format

4.4.5.3 A parameter value field consists of a value of the parameter reference, identified as a decimal number in Recommendation X.3 [4], and is binary coded in bits 8 to 1, where bit 1 is the low order bit. Value fields in *read* PAD messages are coded as all binary 0s. In *set* and *set and read* PAD messages, they will indicate the requested values of parameters. In *parameter indication* PAD messages, they will indicate the current values of PAD parameters, after modification if any. If bit 8 (error bit) is set to 1 in the preceding octet (i.e. reference field), they will be set to 0.

The code 1111111 (decimal 127) in bits 7 to 1 of the reference field will be used for the extension of this field. Such coding will indicate that there is another octet following. The following octet is coded with the parameter reference of Recommendation X.3 [4] minus 127.

4.4.5.4 To provide for the existence of parameters not standardized by CCITT, provision is made to indicate that these parameters are to be *set*, *set and read* or *read* in appropriate PAD messages.

To indicate the separation between parameters listed in Recommendation X.3 [4] and any others implemented nationally or only locally, the parameter reference field in the appropriate PAD messages is set to 00000000 and the parameter value field is also set to 00000000.

It is for further study whether or not this mechanism is also used in *parameter indication* PAD messages to distinguish national or local parameters and their values.

Note - It is recommended that packet mode DTEs use only the parameters defined in Recommendation X.3 [4] when communicating with a PAD in a different country or network.

Datapak

Midlertidig

X.25

Beskrivelse

Indhold

1. FORORD	Side	1
2. INDLEDNING, herunder definitioner	"	2
3. TILSLUTNING til DATAPAK		
3.1 X.25-tilslutning	"	4
3.2 PAD-tilslutning	"	5
4. NUMMEROPBYGNING		
4.1 Abonnementnummer (NUA)	"	7
4.2 Brugerkode (NUI)	"	8
5. OPKALDSFORMER		
5.1 Virtuelt opkald (VC)	"	9
5.2 Permanent opkald (PVC)	"	11
5.3 Internationale opkald	"	11
6. GRUNDTJENESTER		
6.1 Logiske kanaler	"	12
6.2 Hastighedskonvertering	"	13
6.3 Samtrafik mellem pakke- og tegnterminaler	"	14
6.4 Throughput Class (kanalkapacitet)	"	14
6.5 Vinduesstørrelse	"	15
6.6 Pakkestørrelse	"	17
7. EKSTRATJENESTER		
7.1 Viderestilling	"	18
7.2 Fællesnummer	"	19
7.3 Minisamtale	"	20
7.4 Lukket brugergruppe	"	20
7.5 Modtager betaler	"	22
7.6 Spærring for ankommende/afgående opkald	"	22
7.7 Strømstyringsforhandling	"	23
7.8 Takseringsinformation	"	25
8. PAD-KOMMUNIKATION	"	26
9. TAKSERINGSFORM	"	27
10. SIKKERHED OG KVALITET	"	29
11. ANBEFALINGER m.v.	"	31
12. ORDLISTE	"	34
13. HER FINDER DE P&T	"	38

Bilag 1 Facilitetsliste

Bilag 2 Takster.

1. FORORD

Med etableringen af DATAPAK har P&T udvidet sine tilbud indenfor datatransmissionstjenesterne. DATAPAK anvender en teknik, der gør denne tjeneste særdeles velegnet ved datatransmission over lange afstande, såvel internationalt som indenfor Danmark. International datatransmission bliver ved hjælp af DATAPAK betydeligt nemmere. DATAPAK vil også være fordelagtig ved mange andre anvendelser, såsom kalkulationer, databasesøgning, dataindsamling, opdateringer af lagerbeholdninger, reservationssystemer m.m.

I DATAPAK er en automatisk hastighedskonvertering indbygget i nettet, hvilket gør at terminaler af vidt forskellige typer kan kommunikere. Eksempelvis kan PC'ere, såfremt de er forsynet med det nødvendige kommunikationsprogrammer, tilsluttes DATAPAK og kommunikere med datamater. Mulighed for at have flere samtidige forbindelser på én fysisk tilslutning til nettet, er med til at gøre DATAPAK attraktiv til mange anvendelser.

DATAPAK er opbygget efter CCITT^{*)} anbefaling X.25. Anvendelsen af internationale standarder sikrer, at DATAPAK kan sammenkobles med andre tilsvarende datanet i udlandet. Da DATAPAK er et offentligt net, er det muligt, at foretage opkald til andre abonnenter. Der er dog i DATAPAK også mulighed for, at begrænse den frie trafikudveksling for de abonnenter, der måtte ønske det bl.a ved anvendelsen af relevante ekstratjenester, såsom Lukket brugergruppe eller andre former for spærringer (herom senere).

Denne X.25 beskrivelse omtaler, hvilke muligheder abonnenterne vil kunne få ved anvendelsen af DATAPAK som bærenet for dataoverføring.

*) I afsnit 12 findes forklaring på de forkortelser, tegn og særlige udtryk, der anvendes i denne X.25 beskrivelse

2. INDLEDNING

DATAPAK er en udvidelse af P&T's offentlige datanet. Transmissionen foregår over det offentlige datanet ved hjælp af den såkaldte pakkekoblingsteknik (packet switching). For disse net, hvor der anvendes pakkekobling, har den internationale organisation CCITT opstillet en række anbefalinger. Set fra brugerside er der først og fremmest X.25-anbefalingen, som beskriver hvordan de avancerede terminaler (pakketerminaler o.l.) tilsluttes, dvs. anbefalingen er en grænseflade beskrivelse. Mere enkle terminaler fx. tegnterminaler kan også tilsluttes DATAPAK dette sker via en såkaldt PAD efter de principper, der er beskrevet i CCITT's anbefaling X.28.

X.25 protokollen er en protokol i 3 niveauer, hvor det første dækker den fysiske og elektriske forbindelse (grænsefladen) til nettet. Niveau 2 dækker de procedurer, som etablerer og overvåger en sikker forbindelse mellem abonnenten og centralen, d.v.s sørger for bl.a fejlkontrol. Det tredje niveau beskriver desuden reglerne for etablering af opkald og styring af datastrømmen, herunder hvordan brugerdata "pakkes" i pakker.

Ved den mere traditionelle kredsløbskoblingsteknik, som kendes fra fx. telefonnettet og datex, stilles der transmissionskapacitet til rådighed mellem sender og modtager, sålænge en samtale foregår. Ved anvendelsen af pakkekoblingsteknik udnyttes det faktum, at mange datakommunikationsprocesser ikke har behov for en konstant transmissionskapacitet under en datasamtale. I pakkekoblingsnet udnyttes eventuelle pauser i en datasamtale til, at sende data fra andre datasamtaler.

DATAPAK adskiller sig fra P&T's øvrige datatjenester på 2 væsentlige punkter:

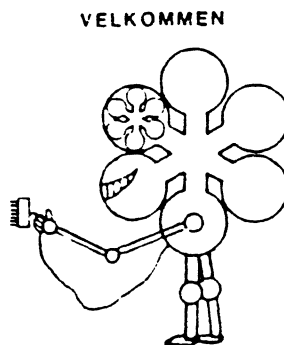
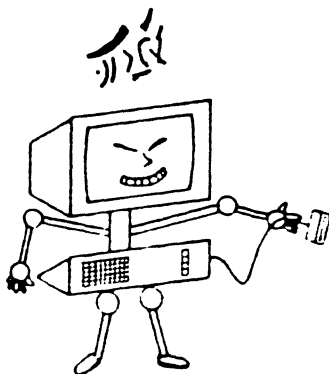
- a. Automatisk hastighedskonvertering;
- b. Flere samtidige forbindelser på én linie.

Pakkekoblingsteknikken adskiller sig fra bl.a. datex ved, at der kan foretages en automatisk hastighedskonvertering. Ved hjælp af denne hastighedskonvertering bliver det således muligt for en terminal med en 9600 bit/s tilslutning til DATAPAK at kommunikere med en terminal, der fx. kun kører 300 bit/s.

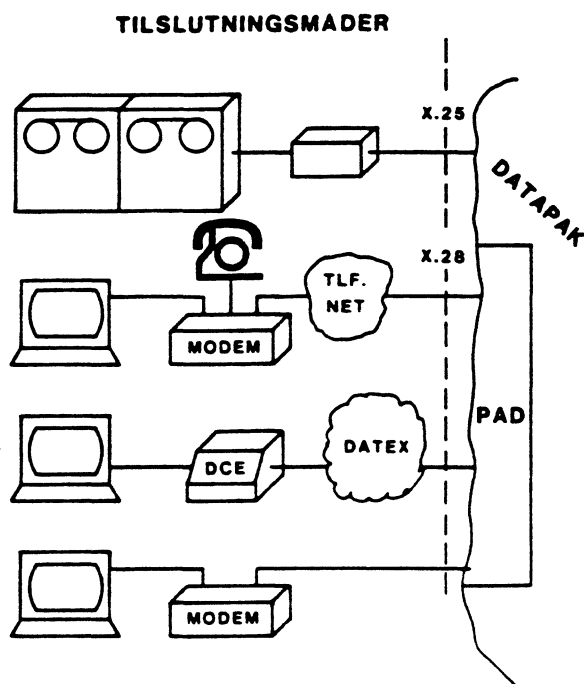
Anvendelsen af pakkekoblingsteknikken gør det endvidere muligt for abonnenter med kun én fysisk tilslutning, samtidigt at føre flere samtaler med forskellige modtagere. Derved bliver det muligt for abonnenten samtidigt fx. at overføre filer, foretage beregninger, overføre tekst, søge informationer o.s.v på én og samme fysiske forbindelse.

DATAPAK er velegnet til EDB-applikationer, hvor der forekommer tænkepauser eller kalkulationer ind imellem, eller hvor trafikintensiteten på linien af andre grunde er forholdsvis lav. Den specielle natrabat, der ydes i DATAPAK kan med fordel anvendes til at foretage fx. opdateringer af lagerbeholdninger, dataindsamlinger m.v i dette tidsrum.

INTERNATIONAL STANDARD



3. TILSLUTNING til DATAPAK



3.1 X.25-tilslutning

Terminaler, der følger X.25 protokollen, tilsluttes DATAPAK enten gennem en datex eller gennem en Datel linie (tilslutningsformen vælges af P&T). Vælges fremføring via Datel, benyttes grænsefladen V.24 (telefonnet modemer) i overensstemmelse med V.26, V.27, V.27 bis eller V.29 (afhængigt af datasignaleringshastigheden).

Vælges tilslutning via datex, sker tilslutningen ifølge X.21 bis. Grænsefladestikket er 25-polet ISO 2110 og elektrisk set i overensstemmelse med V.28. Såfremt abonnentens udstyr kan håndtere signalering, service-meddelelser m.m i datex, kan X.21 og X.22 benyttes.

Den fysiske tilslutning sker ved hjælp af et modem, når det drejer sig om Datel (fast kredsløb) eller via en DCE (Data Circuit-terminating Equipment) når tilslutningen sker via datex. (Se evt. beskrivelsen af DCE i P&T's datex brochure).

X.25 tilslutning til DATAPAK tilbydes indtil videre i følgende hastighedsklasser:

2400 bit/s

4800 bit/s

9600 bit/s

På den fysiske forbindelse kan anvendes 2 linieprotokoller. X.25 anbefalingen foreskriver to alternative procedurer for opkobling af linien til DATAPAK centralen; Link Access Procedure (LAP) og Link Access Procedure Balanced (LAPB). LAP er en tidlig udgave, der kræver, at forbindelsen etableres uafhængigt af hinanden i hver retning. LAPB er en senere forenkling, idet den tillader, at forbindelsen etableres i begge retninger samtidigt. DATAPAK tilbyder begge disse procedurer, men det anbefales, at LAPB anvendes.

3.2 PAD-tilslutning

Asynkrone terminaler (tegnterminaler), der ikke er istand til selv at "pakke" dataene, kan opnå adgang til DATAPAK ved hjælp af en PAD-funktion. Denne PAD funktion er placeret ved bestemte indgange (porte) til DATAPAK. Adgang til disse porte sker enten via **telefonnettet** eller **datex**. Anvendes telefonnettet, skal der være telefon og modem ved terminalen. Anvendes datex skal terminalen have et datex-abonnement.

PAD'en modtager de enkelte tegn fra terminalen, og samler dem i pakker, der kan sendes i DATAPAK nettet. I den modsatte retning, modtager PAD'en pakkerne, "pakker" dem ud og afleverer meddelelsen til tegnterminalen tegn for tegn. PAD'en ændrer ikke de sendte data, meddelelser modtages nøjagtigt, som de er blevet sendt. En PAD-terminal er kun i forbindelse med DATAPAK, så længe der afvikles en datasamtale. En PAD-terminal kan dog også tilsluttes "fast" til en "egen" PAD-indgang. Derved bliver det muligt at kalde en sådan terminal.

En fast tilslutning kan desuden være økonomisk fordelagtig, hvis der skal afvikles en stor trafikmængde.

PAD-tilslutning (X.28) tilbydes indtil videre i følgende hastighedsklasser:

50-300 bit/s (fuld duplex)

1200 bit/s (fuld duplex)

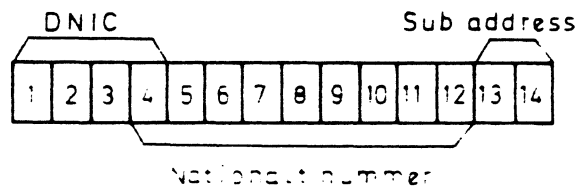
75/1200 bit/s split-mode (teledata-modem)

Flere tegnterminaler kan ved hjælp af en såkaldt "black-box", der varetager PAD-funktionen, tilsluttes til DATAPAK via en X.25-tilslutning. En sådan "black-box" anskaffes af den enkelte abonnent.

4. NUMMEROPBYGNING

4.1 Abonnentnummer (NUA)

I DATAPAK tildeles hver abonnent et abonnentnummer (NUA). Dette abonnentnummer opbygges på følgende måde:



De første fire cifre i abonnentnummeret kaldes DNIC'en. De tre første cifre i DNIC'en identificerer det land, hvori abonnentnummeret er hjemmehørende. Det 4. ciffer i DNIC'en angiver hvilken tjeneste, det drejer sig om i det pågældende land. Hvis der sammenlignes med internationale telefonsamtaler, svarer DNIC'en til det internationale retningsnummer. DNIC'en for DATAPAK er 2382, hvor 238 angiver, at det er Danmark, og 2 angiver, at det er tjenesten DATAPAK.

Cifrene 5-12 i abonnentnummeret identificerer den tilsluttede terminal. Cifrene 13-14 angiver en sub-adresse dvs. et slags lokalnummer, der kan anvendes af pakketerminaler. Pakketerminaler, der fungerer som "gateway" til terminaler tilsluttet et privat net, kan anvende det 13. og 14. ciffer til at dirigere opkald ud til de enkelte terminaler. Anvendes sub-adressering skal både cifrene 13 og 14 medsendes ved opkald til abonnenten.

4.2 Brugerkoden (NUI)

Tegnterminaler (PAD-terminaler), der ikke er tilsluttet DATAPAK via fast forbindelse, tildeles udover abonnentnummeret en brugerkode, der skal anvendes, når abonnenten ønsker at komme i forbindelse med DATAPAK. Tegnterminaler skal ved opkald til PAD'en "identificere" sig overfor DATAPAK af hensyn til afgiftsdebiteringen, til dette anvendes brugerkoden.

Brugerkoden består af 12 tegn. Abonnenten har mulighed for selv at bestemme de første 6 tegn, de resterende 6 tegn tildeles af P&T.

Da afgiftsdebiteringen baseres på brugerkoden, er brugerkoden et meget personligt "password", der ikke bør oplyses til uvedkommende.

5. OPKALDSFORMER

5.1 Virtuelt opkald (VC)

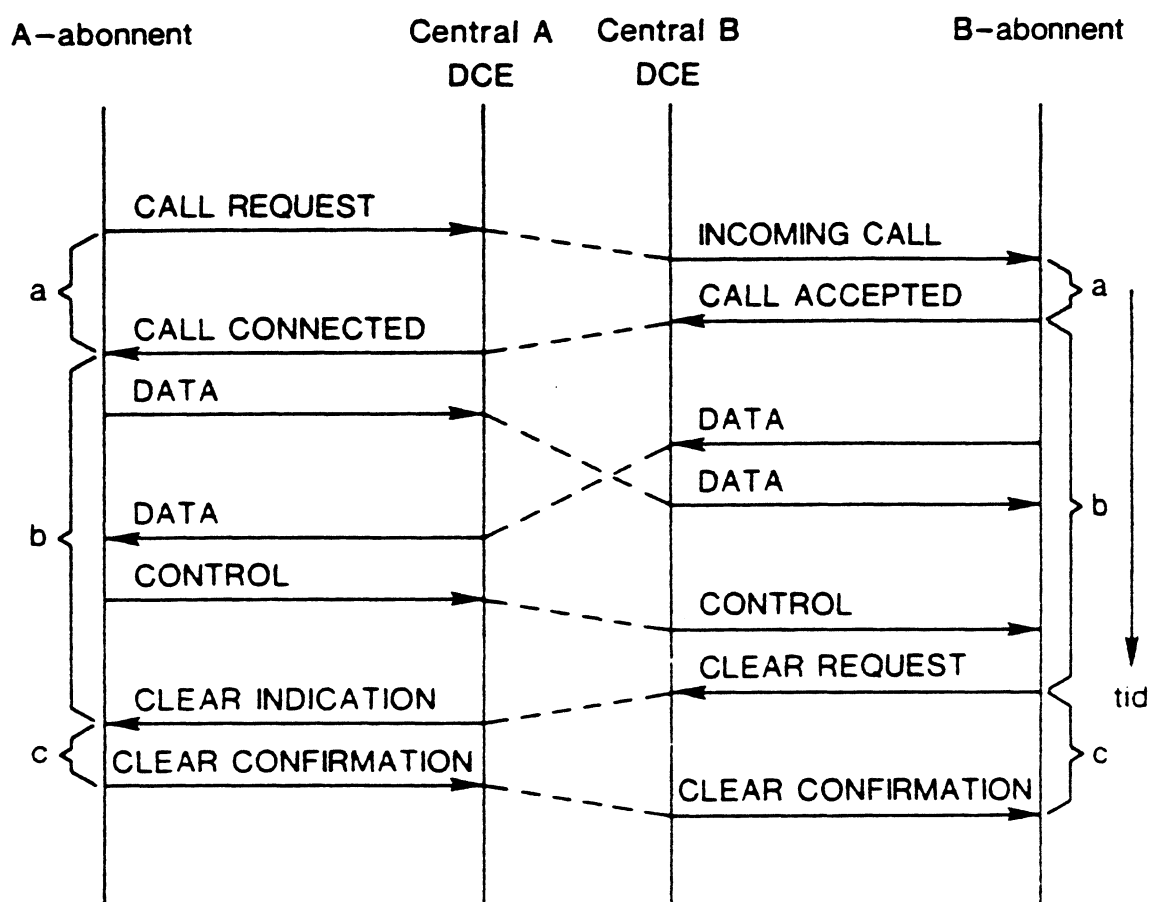
Et virtuelt opkald er en "datasamtale", hvor der er en opkoblingsprocedure, en tidsperiode hvori der kan udveksles data, og en nedkoblingsprocedure. Alle brugerdata, der afleveres til det pakkekoblede net, afleveres til modtageren i samme rækkefølge, som nettet modtager dem.

Når der skal opkobles en datasamtale i DATAPAK, vælger den kaldende terminal (A) en ledig logisk kanal (se nærmere beskrivelse side 11) frem til DATAPAK, og sender en CALL REQUEST pakke. DATAPAK centralen læser "adressen" (nummeret på den kaldte abonnent), og vælger en ledig logisk kanal frem til denne abonnent (B). Pakken videresendes til B-terminalen som en INCOMING CALL pakke.

Såfremt B-terminalen accepterer opkaldet, besvares INCOMING CALL pakken med en CALL ACCEPTED pakke, der sendes tilbage ad den samme logiske kanal. Centralen videresender pakken som en CALL CONNECTED pakke til A-terminalen.

Der er nu etableret en fuld duplex forbindelse på den udpegede logiske kanal mellem A og B. Datasamtalen kan begynde. Alle pakker, der sendes mellem A og B, sendes på den logiske kanal. Den udpegede logiske kanal kan ikke benyttes af andre, sålænge A og B er i datafase.

Når datasamtalen skal nedkobles, sendes en CLEAR REQUEST pakke, der videresendes som en CLEAR INDICATION. Modtageren besvarer anmodningen med en CLEAR CONFIRMATION pakke.



En virtuel samtale mellem A og B i det pakkekoblede X.25 net. A tager initiativ til opkobling af samtalen (a) og B til at bryde den (c). I datafasen (b) udveksles der kontrol- og datapakker.

5.2 Permanent opkald (PVC)

PVC kan med fordel anvendes når man:

1. ønsker at undgå opkaldsproceduren;
2. ofte kalder til den samme abonnent.

Ved at anvende PVC kan opkaldsproceduren undgås, hvilket betyder, at forbindelsen til B-abbonnten altid er i "datafase".

PVC kan også anvendes i tilfælde, hvor abonnenten ofte har brug for, at overføre data til og fra en bestemt abonnent. Ved på forhånd, at udpege en bestemt logisk kanal til dette formål overflødiggøres opkaldsproceduren. Det er ligeledes unødvendigt, at adressere et sådant opkald. Den logiske kanal er altid i "datafase", derfor kan meddelelser sendes eller modtages, i begge retninger på et vilkårligt tidspunkt. PVC er kun mulig i forbindelse med indenlandske opkald.

5.3 Internationale opkald

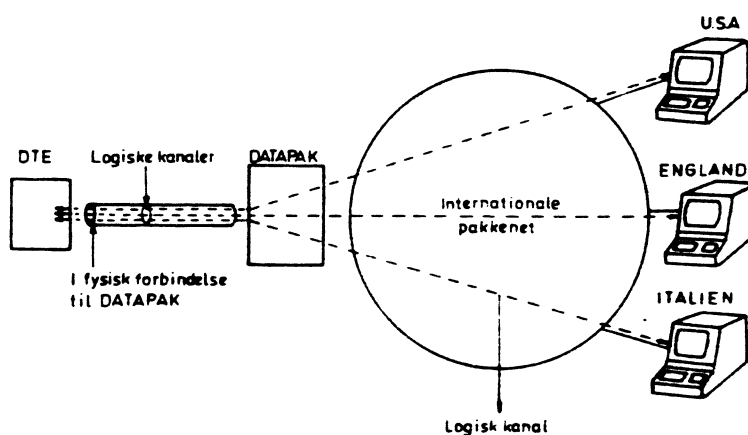
Der kan foretages opkald til en række andre lande. Oplysning om hvilke findes i særlig fortegnelse, der kan rekvireres hos P&T (se side 38).

Opkaldsproceduren adskiller sig ikke fra den indenlandske, dog kan visse grund- og ekstratjenester ikke benyttes. På nuværende tidspunkt gælder det: Permanent opkald (PVC) og Modtager betaler. Herudover gælder der andre begrænsninger i den reelle valg mulighed af ekstratjenester, afhængigt af hvilket land der kaldes til.

6. GRUNDTJENESTER

6.1 Logiske kanaler

Som et særkende ved DATAPAK har X.25 abonnenter mulighed for, at have flere logiske kanaler. Det betyder i korte træk, at man på én fysisk forbindelse (ledning) til DATAPAK, er istand til at afvikle flere opkald samtidigt (hver datasamtale beslaglægger én logisk kanal mellem X.25 abonnenten og DATAPAK centralen).



Antallet af logiske kanaler, der kan betjenes effektivt, er i praksis begrænset af den måde, hvorpå terminaludstyret fungerer. Har man for få logiske kanaler, i forhold til den trafik der skal afvikles, vil opkald blive afvist. På den anden side, vil for mange i nogen grad bevirke, at man ikke er istand til at behandle de opkald, der kommer ind eller foretage nye opkald, medens andre logiske kanaler har datatrafik. Som rettesnor kan siges, at man skal have et antal logiske kanaler, der nogenlunde svarer til det antal processer/jobs den tilsluttede datamat kan køre "ud af huset" samtidigt.

Der er fire forskellige former for logiske kanaler:

- a. Kanaler til trafik i begge retninger
- b. Kanaler udelukkende til ankommende trafik
- c. Kanaler udelukkende til afgående trafik
- d. Kanaler der anvendes til PVC

Der kan frit vælges mellem de enkelte former. Fordelen ved en dobbeltrettet logisk kanal er, at opkald aldrig vil blive afvist, såfremt der er en fri logisk kanal. Fordelen ved ensrettede ankommende/afgående kanaler er, at disse ikke kan belægges med modsat rettede kald. Det vil således være muligt, at foretage et afgående opkald på en ensrettet afgående kanal selv om de dobbeltrettede og ensrettede ankommende kanaler er belagt. Herved har man sikret sig mod, at blive "kvalt" af for mange ankommende opkald. Det totale antal af logiske kanaler og antallet indenfor hver gruppe må tilpasses til den enkelte abonnents behov.

Ved abonnementstegning på X.25-tilslutning til DATAPAK skal antallet af ønskede logiske kanaler opgives (kontakt P&T eller terminalleverandøren).

6.2 Hastighedskonvertering

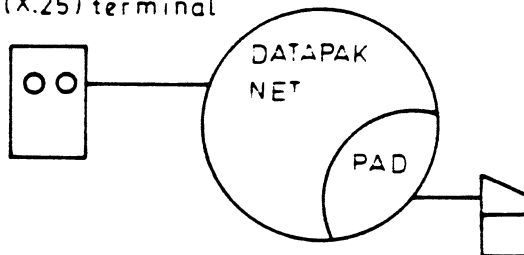
Ved datatransmission har det tidligere været kendetegnende, at modemerne på fx. et lukket net opererede med den samme hastighed for alle terminalerne, der var tilsluttet dette net. Hastigheden skulle vælges ud fra kriteriet, at den totale trafik skulle afvikles rimeligt hurtigt, selvom det måske ikke altid var hverken nødvendigt eller særlig økonomisk for de enkelte terminaler.

DATAPAK fjerner disse ulemper, ved at tilbyde tilslutning af både pakke- og tegnterminaler, der desuden kan køre med vidt forskellige hastigheder (se side 4 og 5). Det er således muligt at vælge en terminal, der passer til behovet ved den enkelte terminaltilslutning, DATAPAK omsætter automatisk alle samtaler til den hastighed, terminalen opererer med. Det er således muligt, at fx. øge hastigheden på en enkelt terminal i en Lukket brugergruppe, uden at det berører de andre terminaler i gruppen.

6.3 Samtrafik mellem pakke- og tegnterminaler

Som tidligere nævnt kan der til DATAPAK tilsluttes tegnterminaler via en PAD-funktion (se side 5 og 26). Pakketerminaler, der er i forbindelse med en tegnterminal, kan vælge en række parametre, som definerer den måde, hvorpå PAD'en skal assistere tegnterminalen.

Synkron (X.25) terminal



Asynkron (X.28) terminal

Parametrene, der også kan sættes/styres af tegnterminalen, er beskrevet i X.3 anbefalingen fra CCITT. Parametrene giver bl.a mulighed for styring af kommunikationen, herunder udskrift af data til tegnterminalen (se iøvrigt beskrivelsen af PAD-parametre for asynkrone terminaler, der kan rekvireres hos P&T's teleregioner adresser findes side 38). Kommunikationen mellem X.25-terminalen og PAD'en foregår efter en protokol, der angives i X.29 anbefalingen. Kommunikationen mellem tegnterminalen og PAD'en er beskrevet i X.28.

6.4 Throughput Class (kanalkapacitet)

Når der benyttes pakkekoblingsteknik, véd A-abonnenten ofte ikke, hvilken datasignaleringshastighed B-abonnenten benytter. Throughput class faciliteten kan her anvendes til bestemmelse af det antal bit/s, der skal overføres på et virtuelt kredsløb under opkaldet. I CALL REQUEST pakken kan A-abonnenten angive en ønsket throughput class, der enten svarer til eller er mindre end datasignaleringshastigheden. Hvis B-abonnenten

eksempelvis har en lavere datasignaleringshastighed end A, kan A vælge at overføre et antal bit/s på det virtuelle kredsløb, der svarer til det B sender.

A kan derved fordele sin datasignaleringshastighed mere effektivt mellem de logiske kanaler. Throughput class berører alle de logiske kanaler, da de alle må deles om den samlede datasignaleringshastighed.

"Forhandlingen" resulterer altid i, at opkaldets throughput class bliver mindre end eller lig med det, der er ønsket af A. B har mulighed for, at anmode om ændring af den af A foreslåede værdi. Alle abonnenter er som udgangsværdi tildelt en fast throughput class, der svarer til terminalens datasignaleringshastighed.

Hvis B-abbonnten ikke har eller benytter sin throughput class forhandling, får opkaldet tildelt en throughput class af nettet. Denne er mindre end eller lig med, den af A-abbonnten ønskede og ligeledes mindre end eller lig med den forudbestemte værdi, B-abbonnten har svarende til datasignaleringshastigheden.

Overholdelse af throughput class'en er i nogen grad overladt til abonnenterne, men nettet vil altid ved hjælp af vinduesstørrelsen, sørge for at dataudvekslingen ikke foregår hurtigere end, at den langsomste terminal kan følge med.

6.5 Vinduesstørrelse

Når kommunikation udveksles i form af datapakker, er det vigtigt for afsenderen, at det bekræftes, når pakken er modtaget og accepteret. Det mest simple er, at få kvittering for hver enkelt pakke, der sendes. Er kvittering ikke modtaget indenfor et bestemt tidsrum, eller accepterer modtageren ikke pakken, sendes den igen, idet kopier af de sidst sendte pakker "opbevares" indtil der modtages kvittering.

For at effektivisere udvekslingen af information har moderne protokoller "mekanismer", der gør det muligt, at sende mere end en datapakke, før kvittering på modtagelsen er nødvendig.

Denne mekanisme kaldes "vinduet". Dette "vindue" forhindrer, at den der sender "oversvømmer" den kaldte abonnent med pakker, der ikke kan behandles. Der må kun sendes et antal pakker svarende til vinduesstørrelsen (1-7 pakker), derefter skal der modtages kvittering på modtagelsen.

Efterhånden som der sendes pakker, modtages kvitteringer fra modtageren. Begge kommunikationsparter holder øje med hvilke pakker, der er sendt, uden at der er modtaget kvittering. Nummeret på sidst sendte pakke sammenlignes med nummeret på sidste pakke, der er modtaget kvittering for. Vinduesstørrelsen angiver, hvor stor denne forskel må være. Når denne værdi er nået, skal afsendelse af yderligere pakker stoppes.

Standardværdien for vinduesstørrelsen er i DATAPAK valgt til 2. En vinduesstørrelse på 2 er tilfredsstillende for de fleste brugere. I særlige tilfælde kan det være fordelagtigt, at benytte andre størrelser end 2. Dette kan være nyttigt, hvis fx. 2 høj-hastighedsterminaler ønsker at opnå maksimal dataoverførsel på et lille antal logiske kanaler, eller hvis der forekommer stor forsinkelse i nettet (sattelitkredsløb).

Faciliteten for valg af vinduesstørrelse tillader A-abonnenten, ved etableringen af en virtuel samtale, at foreslå vinduesstørrelser for hver transmissionsretning, og den kaldte part at "forhandle" disse forslag. Faciliteten er indtil videre begrænset til enkelte lande, idet ikke alle lande tilbyder denne facilitet. Ved opkald til lande, der ikke tilbyder faciliteten anvendes altid standardværdien 2.

Såfremt standardværdien 2 ikke ønskes, skal dette oplyses ved tegningen af abonnementet. Se iøvrigt beskrivelsen af strømstyringsforhandling side 22.

6.6 Pakkestørrelser

DATAPAK overfører normalt information i pakker, der indeholder op til 128 tegn brugerdata. Såfremt den tilsluttede X.25-terminal kan behandle andre pakkestørrelser, er det muligt i forbindelse med hver enkelt virtuel samtale, at "forhandle" med den kaldte abonnent om en anden pakkestørrelse. Pakkestørrelsen kan godt være forskellig i hver transmissionsretning. Anvendelse af denne facilitet kræver, at terminaludstyret i begge ender har denne mulighed. Såfremt dette ikke er tilfældet, er der kun mulighed for standard størrelsen på 128 tegn.

DATAPAK giver mulighed for følgende pakkestørrelser: 16, 32, 64, 128, 256, 512 og 1024 tegn pr. pakke. Ændring af pakkestørrelsen kan berøre takseringen, idet der takseres på segment basis (se beskrivelse af takseringsformen side 26).

Bemærk, at når der forhandles pakkestørrelse, er det den maksimale størrelse, der sættes. Muligheden for, at sende mindre pakker er stadig tilstede.

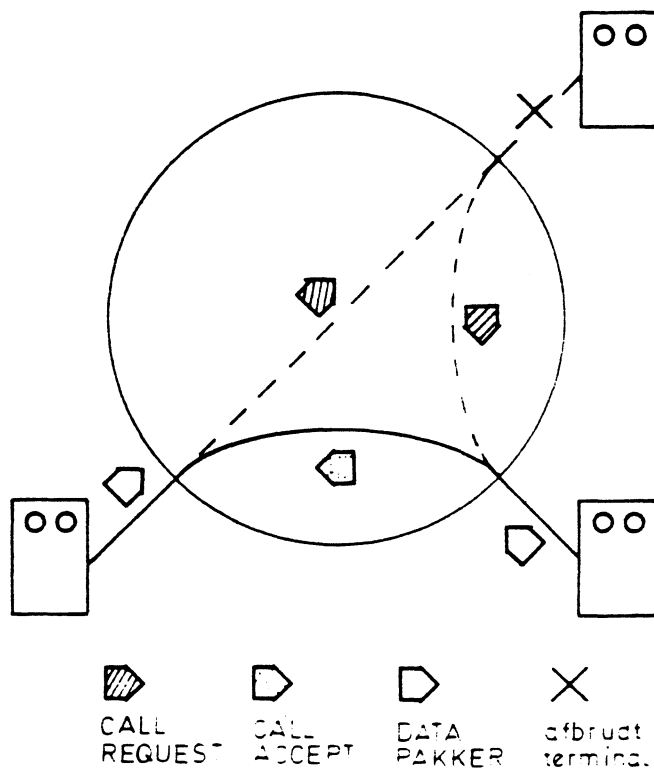
Se iøvrigt beskrivelsen af strømstyringsforhandling side 22.

7. EKSTRATJENESTER

På de følgende sider omtales de ekstratjenester, abonnenter på DATAPAK har mulighed for, at benytte. Ekstratjenesterne kan anvendes for, at få den optimale tilpasning for den enkelte abonnent. X.25-tilslutning giver flest muligheder, idet alle ekstratjenesterne kan benyttes. X.28-tilslutning (PAD) har ikke mulighed for, at drage nytte af alle ekstratjenesterne. Abboneres der på ekstratjenesterne, betales en fast kvartalsafgift for de enkelte ekstratjenester. Derimod er der ingen oprettelsesafgift for ekstratjenesterne.

7.1 **Viderestilling**

DATAPAK giver mulighed for at ankommende opkald, kan omdirigeres til en anden forudbestemt adresse. Viderestilling kan kun anvendes af X.25-terminaler.



Opstår der fejl på terminalen eller forbindelsen til DATAPAK, og der abonneres på denne tjeneste, vil opkald til terminalen blive omdirigeret til et andet forudbestemt abonnentnummer. Abonnenter, der viderestilles bliver orienteret om, at opkaldet er blevet viderestillet til et andet abonnentnummer, end det kaldte. Viderestilling vil fortsætte, indtil terminalen igen er klar til drift.

Viderestilling kan anvendes på flere måder. Den kan fx. anvendes som en automatisk omdirigering i tilfælde af fejl ved linie- eller terminalinstallationen, forudsat at der er 2 fysiske nettilslutninger. Viderestilling kan desuden anvendes til at omdirigere trafik til en anden terminal, hvis den pågældende terminal, der kaldes, ikke er åben alle 24 timer i døgnet. Et viderestillet opkald kan viderestilles, et enkelt opkald kan dog maksimalt viderestilles 2 gange.

Abonneres der på viderestilling, er det desuden som en ekstrasfacilitet muligt, at få viderestillet opkald, når alle logiske kanaler er optaget. Ønskes denne facilitet udover den normale viderestilling, skal dette oplyses til P&T ved bestillingen. Denne udvidede facilitet koster ikke ekstra.

7.2 Fællesnummer

Fællesnummer betyder, at en terminal tilsluttes DATAPAK med mere end en fast fysisk forbindelse, med det samme abonnentnummer (NUA).

Ved hjælp af denne tilslutningsform er det muligt, at sikre fremkommeligheden til/fra abonnenten i tilfælde af liniefejl. Opstår der problemer på den ene linie, medfører dette ikke, at abonnenten bliver ude af stand til at afvikle trafik. Målet med en sådan tilslutning kan desuden være, at opnå en højere trafikkapacitet, uden nødvendigvis, at gå op til en højere datasignaleringshastighed.

7.3 Minisamtale

Minisamtale er en ekstratjeneste, der henvender sig til abonnenter, der ønsker, eller har behov for at sende korte meddelser. Faciliteten minisamtale giver mulighed for samtidig med etableringen af opkaldet at medsende op til 128 tegn brugerdata.

De 128 tegn medsendes som brugerdata i CALL REQUEST og CLEAR REQUEST pakkerne. Således kan der ved hjælp af minisamtale faciliteten udveksles data i begge retninger mellem 2 terminaler uden brug af egentlige datapakker. Dette afspejles i afgiften, idet der kun betales opkaldsafgift for sådanne minisamtaler.

Ønsker den kaldte abonnent, at fortsætte datasamtalen udover minisamtalen kan dette gøres ved, at sende en CALL ACCEPTED, derved gøres minisamtalen til et normalt virtuelt opkald (VC).

For at kunne sende/modtage minisamtaler, skal der abonneres på denne facilitet. Såfremt der ikke abonneres, vil centralen afvise sådanne udvidede CALL REQUEST pakker.

7.4 Lukket brugergruppe

Denne ekstratjeneste kan anvendes af en gruppe abonnenter for, at sikre medlemmerne i denne gruppe mod at blive kaldt af andre, der ikke tilhører gruppen. Der findes 3 forskellige former for lukkede brugergrupper: >Lukket brugergruppe<, >Lukket brugergruppe med opkald ud af gruppen< eller >Lukket brugergruppe med opkald ind i gruppen<.

"Lukket brugergruppe" betyder, at man ikke kan kalde abonnenter udenfor den lukkede brugergruppe. Ligeledes kan abonnenter, der ikke er medlem af brugergruppen ikke kalde ind i brugergruppen. Med denne facilitet er det muligt for flere kommunikationspartnere, at danne deres "eget" net i DATAPAK, der udelukker andre. Er man medlem af en brugergruppe, betyder det ikke, at man begrænser sig til nogle få kommunikationspartnere. En X.25 eller X.28 abonnent kan være medlem af op til 99 forskellige lukkede brugergrupper.

I en lukket brugergruppe kan enkelte eller måske alle, være interesseret i, at have nogle ekstra muligheder. Dette kan opnås ved, at der åbnes mulighed for opkald til andre **udenfor** brugergruppen, eller mulighed for **indkommende** opkald til de pågældende medlemmer. Det enkelte medlem i en brugergruppe kan vælge netop den konfiguration, der passer til transmissionsbehovet. Alle medlemmer af den samme brugergruppe behøver **ikke**, at vælge de samme faciliteter.

»Lukket brugergruppe med opkald ud af gruppen« betyder, at disse medlemmer i gruppen frit kan kalde abonnenter i og udenfor gruppen. Abonnenter udenfor gruppen kan **ikke** kalde ind i gruppen.

»Lukket brugergruppe med opkald ind i gruppen« betyder, at disse medlemmer i gruppen både kan kaldes af abonnenter i, og abonnenter udenfor gruppen.

Er man medlem af en lukket brugergruppe, undersøger DATAPAK automatisk ved opkald, om forudsætningerne for medlemmet i gruppen opfyldes.

Faciliteten er indtil videre kun mulig indenlands.

7.5 Modtager betaler

Normalt betales trafikafgifterne af A-abonnenten (den der kalder op). DATAPAK giver imidlertid mulighed for, at få overført trafikafgifterne til B-abonnenten (den der er blevet kaldt op). Alle abonnenter, der foretager opkald, kan bede om at få trafikafgiften overført, men opkaldene vil kun blive gennemstillet, når B-abonnenten har abonneret på Modtager betaler accept. Hvis dette er tilfældet, er det herefter op til B-abonnenten, at acceptere opkaldet og betale for det, eller afvise det.

Det er dog i denne forbindelse værd at bemærke, at såfremt B-abonnenten nægter at betale for opkaldet og det brydes ned, vil A-abonnenten blive debiteret for opkaldforsøget. Dette gælder for både almindelige opkald og minisamtaler.

X.28-terminaler, der er tilsluttet DATAPAK via en fast forbindelse, kan modtage opkald, og er således istand til, at abonnere på Modtager betaler. Tegnterminaler tilsluttet DATAPAK via dial-up forbindelser, kan ikke abonnere på Modtager betaler accept. X.28 dial-up terminaler, kan i opkaldfasen anmode om overføring af trafikafgiften (se brugervejledningen for asynkrone terminaler).

Faciliteten kan ikke anvendes på internationale opkald, da der ikke foreligger internationale aftaler på nuværende tidspunkt.

7.6 Spærring for ankommende/afgående opkald

Hvis en abonnent kun ønsker, at foretage afgående opkald, kan man ved hjælp af faciliteten »Spærring for ankommende opkald«, forhindre alle ankommende opkald i at blive afleveret til terminalen. Ved opkaldforsøg til en abonnent, der abonnerer på denne facilitet, svarer nettet tilbage til den, der kaldte op, at der er spærret for opkald til den pågældende abonnent.

Tilsvarende findes der en facilitet, der hedder »Spærring for afgående opkald«, der bevirker at DATAPAK nægter modtagelse af opkald fra abonnenten, når der abonneres på denne facilitet. Abonnenten kan således kun modtage opkald.

OBS: Denne ekstratjeneste gælder for alle logiske kanaler under ét, ikke at forveksle med énvejs logiske kanaler (se side 12).

7.7 Strømstyringsforhandling

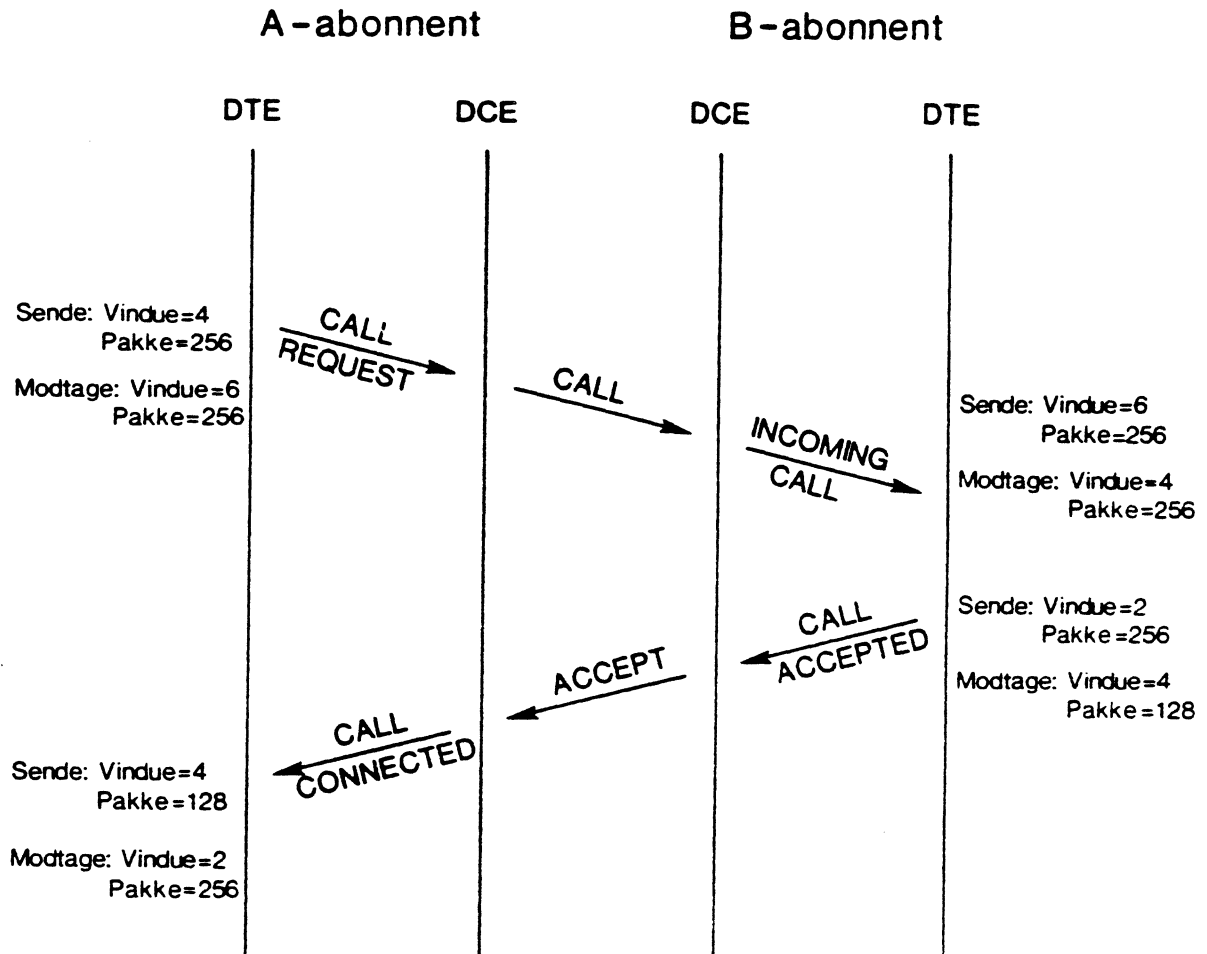
I DATAPAK er der en standard for pakke- og vinduesstørrelsen på hhv. 128 og 2 (se afsnit 6.5 og 6.6). Denne kombination giver mulighed for effektiv transmission ved de fleste anvendelser. I nogle tilfælde kan det dog være mere hensigtsmæssigt, at benytte andre værdier end 128 og 2.

Ved at abonnere på »Strømstyringsforhandling«, kan man få mulighed for, at vælge andre pakke- og vinduesstørrelser gældende for det aktuelle opkald. Det kan man bl.a. have glæde af, når der skal sendes meget korte eller meget lange meddelser.

Forhandlingen begynder, når A-abonnenten foreslår en pakke- og vinduesstørrelse. Via opkaldspakken overføres de pågældende værdier til B-abonnenten. Denne bestemmer så, om de foreslåede værdier kan accepteres, eller om de skal "reduceres". De værdier der bliver endeligt gældende, overføres til A-abonnenten via CALL ACCEPTED/CALL CONNECTED pakkerne.

Ved forhandlingen af størrelsen gælder det, at der skal forhandles henimod en pakkestørrelse på 128 og en vinduesstørrelse på 2. Således kan en ønsket vinduesstørrelse på 7 blive formindsket, medens en ønsket størrelse på fx. 1 kan blive forhøjet til 2. Vinduesstørrelsen og pakkestørrelsen behøver ikke at have de samme værdier for begge transmissionsretninger.

Nedenstående figur illustrerer, hvorledes det kan foregå, såfremt begge har forhandlingsmulighed.



Såfremt B-abonnenten ikke abonnerer på denne facilitet, erstatter nettet A-abonnentens ønskede pakke- og vinduesstørrelser med de faste værdier, der gælder for B-abonnenten.

Det bør derfor undgås at vælge udgangsværdier, der er forskellige fra standardværdierne, hvis ikke der samtidig abonneres på »Strømstyringsforhandling«. Hvis der ikke kan forhandles frem til enighed om vindues- og pakkestørrelse vil nettet ikke gennemstille opkaldet, fx. hvis A-abonnenten kræver vinduesstørrelse 3 uden forhandling, og B-abonnenten kun har standardværdien 2.

7.8 Takseringsinformation

Faciliteten giver ved nedkobling af datasamtalen oplysning om årsagen til nedkoblingen, opkaldsvarighed samt sendte og modtagne segmenter. For X.25 abonnenter er takseringsinformation en ekstratjeneste, som må bestilles seperat.

For dial-up X.28-abonnenter er denne facilitet gratis, og tildeles altid ved nedkoblingen af opkaldet. Takseringsinformationen har følgende udseende:

CLR CONF (00)	00	:	00	:	01	:	20	11	14
	↓		↓		↓		↓	↓	↓
	dage		timer		min.		sek.	modtagne segmenter	sendte segmenter

I det viste eksempel har datasamtalen været opkoblet i 1 minut og 20 sekunder og der er modtaget 11 segmenter og sendt 14.

8. PAD-KOMMUNIKATION

De primære PAD-funktioner er følgende:

- ekspedition af opkald, nedkoblinger, resetting og afbrydelsesprocedurer;
- samling af de enkelte tegn fra tegnterminalen til "pakker";
- at videresende pakker, når visse bestemte forhold optræder, fx. når pakken er "fuld";
- udsendelse af servicemeddelelser;
- at videresende brugerdataene fra pakkerne, til tegnterminalen, tegn for tegn;
- at have en "mekanisme", der gør X.28-abonnenten istand til, at sætte og læse de indstillede PAD-parametre.

PAD-funktionen er nødvendig for tegnterminalen, der ikke selv er istand til, at klare alle disse procedurer. I "Beskrivelse af PAD-parametre", der kan rekvireres hos P&T's teleregioner, er disse parametre udførligt beskrevet. DATAPAK har 18 forskellige parametre, som X.28-abonnenten har mulighed for at sætte. DATAPAK, tilbyder desuden 20 på forhånd fastlagte PAD profiler, der er et komplet sæt værdier for alle PAD-parametre. Disse profiler kan vælges af tegnterminalen i forbindelse med opkaldsproceduren, eller ved hjælp af en bestemt kommando. Generelt anbefales profilen, SP, den skulle dække langt de flestes behov.

9. TAKSERINGSFORM

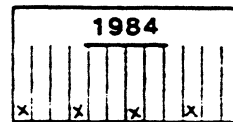
Taksterne for brugen af DATAPAK kan deles op i tre hovedpunkter: en oprettelsesafgift, en abonnementsafgift og en trafikafgift.

FASTE AFGIFTER

OPRETTELSE

BESTILLING

ABONNEMENT



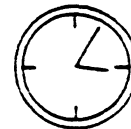
AFGIFTSELEMENTER

TRAFIK

OPKALD



TID



MÆNGDE

sendte og modtagne
datamængde



Ved oprettelsen betales en oprettelsesafgift, der er afhængig af hvilken tilslutning, der ønskes. Abonnementsafgiften betales pr. kvartal, og afhænger ligeledes af hvilket slags abonnement, der ønskes.

Takseringsprincippet i DATAPAK for trafikafgiften er, at der betales for det antal minutter man er opkoblet, og for antallet af tegn/bits, der sendes og modtages. Dette medfører, at den der bruger nettet meget, betaler mere end den, der kun bruger nettet ind imellem. Der er desuden en fast opkaldsafgift.

Trafikafgiften takseres i segmenter, der indeholder op til 512 bit, hvilket svarer til 64 tegn. Sendes således fx. 68 tegn takseres der for 2 segmenter.

Der betales ikke for grundtjenesterne, de hører med til abonnementet, derimod betales der for ekstratjenesterne fx. Lukket brugergruppe.

10. SIKKERHED OG KVALITET

DATAPAK er designet specielt til overføring af data, hvilket betyder, at DATAPAK udgør transmissionsvejen mellem de tilsluttede brugere. En betydende faktor ved datatransmission er en stor grad datasikkerhed. Ved planlægningen og etableringen af DATAPAK, er der derfor lagt stor vægt på sikkerhed og kvalitet i overføringen af brugerdataene.

Transmissionslinierne i nettet overvåges konstant. Opstår der fejl på disse, bliver det registreret og om nødvendigt, vælges der en alternativ transmissionsvej. Det er kendetegnende for DATAPAK, at der ikke eksisterer egentlige fysiske forbindelser mellem kommunikerende abonnenter, hvilket bevirker, at det er muligt bl.a. i en fejlsituation på en forbindelse automatisk, at omlægge transmissionen til en alternativ vej, endda uden at brugerne mærker dette. Centraludstyret er dupleret og opstår der fejl, skiftes der automatisk om til andet udstyr.

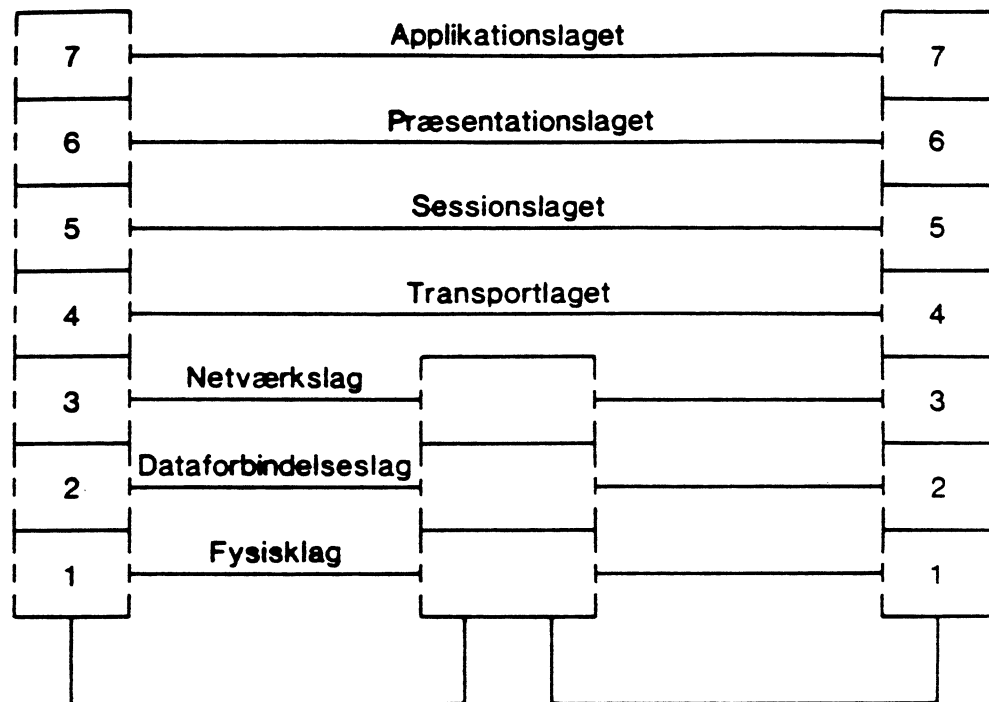
Det kan ikke undgås, at der af og til forekommer afbrydelser af transmissionsvejen, såsom støj og ustabilitet, der kan få uheldige konsekvenser for transmissionen. For at forhindre, at disse fejl rammer brugeren foretager DATAPAK retransmission af forvanskede pakker. Til de enkelte pakker "knyttes" der checksekvenser. Dvs. at der udføres nogle matematiske beregninger på de enkelte pakker, og resultatet af disse medsendes. I modtagerenden foretages en lignende beregning på de modtagne pakker, og resultatet sammenlignes med det overførte beregningsresultat. Forekommer der en uoverensstemmelse mellem de to checksekvenser, foretages der retransmission af den overførte pakke.

End-to-end kvittering er et yderligere sikkerhedselement. Princippet er, at en terminal får kvittering når den afsendte pakke, er modtaget af terminalen i den anden ende af forbindelsen.

Den enkelte abonnent har endvidere mulighed for selv, at øge sikkerheden, ved at benytte ekstratjenesterne. Ved fx. at benytte »Lukket brugergruppe«, er det muligt at udelukke opkald, der ikke kommer fra medlemmer af brugergruppen.

11. ANBEFALINGER m.v

Datatransmission via DATAPAK foregår som tidligere nævnt efter internationale anbefalinger fra CCITT, hvor den dominerende er X.25-anbefalingen. Den er i tråd med ISO's 7 lags reference model (ISO = International Standardisation Organisation) for åbne kommunikationssystemer. Nedenstående figur viser arkitekturen i modellen.



Arkitekturmodel for åbne systemer efter ISO

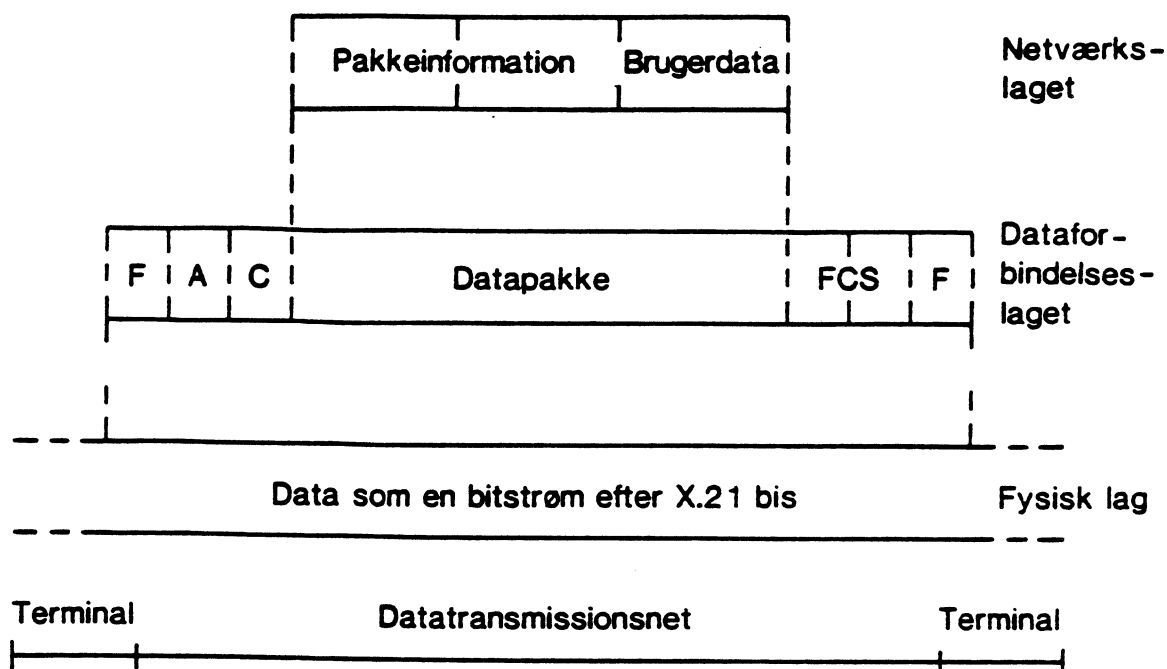
Modellen beskriver en protokol, som er et regelsæt der definerer, hvorledes kommunikationen mellem de deltagende parter skal foregå.

Protokollen kan opdeles i 2 grupper:

1. Transportprotokoller (1 til 4)
2. Brugerprotokoller (højere protokoller)

De 3 nederste af de 4 transportlag er standardiseret i X.25-anbefalingen.

Idet der er refereret til arkitekturmodellen, opbygges pakkerne på følgende måde:



F = Flag (Afgrænsning af en ramme)

A = Adressefelt (ikke at forveksle med abonnentnummer)

C = Styrefelt (control field)

FCS = Ramme check sekvens (frame checking sequence)

Af øvrige anbefalinger, der er væsentlige i forbindelse med DATAPAK kan nævnes:

X.21 bis

Interface, der anvendes på offentlige net ved tilslutning af terminaludstyr (DTE). Anvendes for terminaludstyr, der oprindeligt er udviklet til brug på telefonnettet.

X.3, X.28 og X.29

Disse anbefalinger, der ofte benævnes "trippel X", beskriver de protokoller, der skal anvendes, når pakke- og tegnterminaler skal samarbejde med en PAD.

X.75

Denne anbefaling beskriver en protokol, der angiver, hvorledes kommunikationen skal foregå, når to pakkekoblede net forbindes. Den samme protokol anvendes, når de enkelte centraler i DATAPAK skal sammenkobles.

X.121

Denne anbefaling angiver den internationale nummerplan for offentlige datanet.

12. ORDLISTE

A-abonnent

Den der **kalder** op benævnes A-abonnenten.

B-abonnent

Den der **bliver kaldt** benævnes B-abonnenten.

CCITT

Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique. International organisation for bl.a. standardiseringsspørgsmål inden for telekommunikationsområdet, incl. datakommunikation. Udover teleadministrationer deltager også leverandører, samt andre standardisering- og brugerorganisationer i arbejdet.

DNIC

Data Network Identification Code

De 4 første cifre i abonnentnummeret (NUA'en) betegnes DNIC'en. De første 3 cifre identificerer det land, hvori abonnenten er tilsluttet, medens det fjerde ciffer angiver den pågældende tjeneste i landet. DNIC'en for DATAPAK er 2382.

Strømstyringsforhandling

Angiver pakke- og vinduesstørrelsen.

Logisk kanal

Betegnelsen for en tilsyneladende fast forbindelse til eller fra en DATAPAK-terminal. Antallet af samtidige datasamtaler, der er mulige på én terminal, er det samme som antallet af logiske kanaler. Teoretisk 4095 datasamtaler, dog er det sjældent muligt, hvis man skal have en smidig trafikafvikling, at håndtere mere end ca. 50 samtidige datasamtaler.

Minisamtale

Synonymt med CCITT termen "Fast select". Brugerdata er indeholdt i opkaldspakken, og også i nedkoblingspakken. Takseres med et fast beløb pr. samtale.

NUA

Network User Address. Kaldes abonnentnummer. Abonnentnummeret kan indeholde op til 14 cifre, der bruges til, at identificere terminaler tilsluttet DATAPAK. Abonnentnummeret benyttes til, at dirigere opkald til en given terminal, samt til identificering af den opkaldende terminal til trafikdebiteringsformål.

NUI

Network User Identifier. Kaldes brugerkoden. Tildeles af P&T (til PAD-brugere), ved abonnements-tegning. Indeholder 12 tegn, hvoraf de 6 første kan vælges af abonnenten.

PAD

Packet Assembler/Disassembler. En hjælpeenhed, der giver den nødvendige bistand til tegnterminaler, således at de kan kommunikere via det pakkekoblede net.

PAD-parametre

Et sæt variable værdier, som definerer den måde, PAD'en assisterer terminalerne.

Pakke

En blok af data, der er i en form, som nettet kan behandle. Alle data transmitteres i pakkeform i nettet, undtaget mellem en tegnterminal og dens PAD-indgang.

Pakketerminal

En terminal, der følger X.25-anbefalingen, og derved er istand til selv, at danne "pakker".

Throughput Class

Specificerer det antal bit/s, der kan overføres på et virtuelt kredsløb under et opkald. Svarer maksimalt til terminalens datasignaleringshastighed.

Vindue

"Mekanisme", der begrænser antallet af pakker, som nettet til et givet tidspunkt vil acceptere. Dette sker for, at sikre en smidig trafikafvikling. Vinduesstørrelsen angiver antallet af pakker, der må sendes uden kvittering fra og til centralen (normalt 2).

Port

Det sted (indgang), hvortil signaler fra en terminal kommer ind i og ud fra en central i DATAPAK.

Protokol

Et sæt regler eller instruktioner for at udføre en særlig funktion. DATAPAK følger en protokol i 3 niveauer.

PVC

Permanent Virtual Circuit. En permanent gennemstillet forbindelse.

Segment

Afregningsenheden i DATAPAK. Et segment indeholder op til 64 tegn. Sendes der således fx. 68 tegn, bliver der takseret for 2 segmenter.

Tegnterminal

I modsætning til pakketerminaler, der er udviklet til pakkekoblingsnet, kan disse terminaler ikke selv "pakke" dataene. Ved hjælp af PAD-funktionen kan disse "enkle" terminaler kommunikere med de mere "avancerede" pakketerminaler. Data sendes/modtages tegn for tegn, de kaldes også TTY-terminaler el. asynkrone terminaler. Terminalerne skal følge Internationalt Telegraf Alfabet No. 5, som angivet i CCITT anbefaling V.3.

VC

Et almindeligt opkald i DATAPAK, hvor der mellem opkalds- og nedkoblingsproceduren er et tidsrum, hvori der mellem A- og B-abonnenten kan udveksles brugerdata.

13. HER FINDER DE P&T

Abonnement på DATAPAK tegnes hos P&T's Teleregioner.

Abonnenter Øst for Storebælt

Teleregion 1

Markedsføringsafdelingen

Rødovrevej 241

2610 Rødovre

Telefon: 01-41 50 55

Telex: 27460 telekh dk

Abonnenter i Syd- og Søndersjælland samt på Fyn

Teleregion 2

Markedsføringsafdelingen

Banegårdspladsen 2

6000 Kolding

Telefon: 05-52 41 99

Telex: 51460 telekd dk

Abonnenter i Nord- og Midtjylland

Teleregion 3

Markedsføringsafdelingen

Kannikegade 16

8000 Århus C.

Telefon: 06-12 07 88

Telex: 64670 telear dk

FACILETETSLISTE

De faciliteter, der tilbydes i DATAPAK, kan anvendes alt efter hvilken brugerklasse, der er valgt.

Brugerklasse	Datasignaleringshastighed
Asynkrone terminaler	300/300 bit/s 75/1200 bit/s 1200/1200 bit/s
Synkrone terminaler	2400 bit/s 4800 " 9600 " 19200* " 48000* " 56000* " 64000* "

*) disse hastighedsklasser tilbydes ikke i første omgang.

Opkaldsmuligheder for de enkelte brugerklasser:

	Asynkrone term.	Synkrone term.
Almindeligt opkald	Ja	Ja
Permanent opkald	Nej	Ja
Minisamtale	Nej	Ja

Facilitetslistens numre refererer til CCITT anbefaling X.2 (1980)

Brugerfacilitet	Asynkronterminal- tilslutning	Synkronterminal- tilslutning	
	VC*	VC*	PVC*
1. Valgbare brugerfaciliteter tildelt en given abonnements- periode			
1.2 Ikke standard udgangs- værdi for vinduesstør- relse	-	JA	-
1.3 Ikke standard udgangs- værdi for pakkestørrelse 16, 32, 64, 256, 512 og 1024 bytes	-	JA	JA
1.4 Throughput class til- deling af centralen	-	JA	JA
1.5 Strømstyringsforhandling	-	JA	-
1.6 Forhandling af throughput class	-	JA	-
1.7 Pakkeretransmission	-	JA	JA
1.8 Spærring for ankomende opkald	-	JA	-
1.9 Spærring for afgående opkald	-	JA	-
1.10 Ensrettet logisk kanal afgående	-	JA	-
1.11 Ensrettet logisk kanal ankommende	-	JA	-
1.12 Lukket brugergruppe	JA (2)	JA	-
1.13 Lukket brugergruppe med op- kald ud af gruppen	JA	JA	-
1.14 Lukket brugergruppe med op- kald ind i gruppen	JA	JA	-
1.15 Spærring for ankomende op- kald i en lukket brugergruppe	JA	JA	-

1.16 Spærring for afgående opkald i en lukket brugergruppe	JA	JA	-
1.19 Modtagerbetaler accept	-	JA	-
1.20 Accept af miniopkald	-	JA	-
1.25 Flere linier til samme term.	-	JA	-
1.26 Takseringsinformation	JA	JA	-
1.27 Direkte opkald	JA (3	-	-
1.28 Fællesnummer	JA	JA	-
1.30 Modificering af D-bit	-	JA	JA
2. Valgbare brugerfaciliteter på forlangende af terminalen på opkaldsbasis.			
2.1 Valg af lukket brugergruppe	JA	JA	-
2.3 Modtager betaler (1	JA	JA	-
2.5 Forhandling af strømstyring	-	JA	-
2.6 Minisamtale	-	JA	-
2.7 Forhandling af throughput class	-	JA	-
3. Valgbare brugerfaciliteter, der kun er anvendelige når en asynkron terminal kommunikerer med nettet via en PAD			
3.1 Indstilling af PAD-parameter værdier	JA	JA	-
3.2 Læsning af PAD-parameter værdier	JA	JA	-
3.3 Automatisk detektering af data-signaleringshastighed, kode og brugerfaciliteter	JA	-	-
3.4 Valg af PAD-parametre	JA	-	-
3.5 Standard profil valg	JA	-	-
4. Nationale faciliteter			
4.2 Viderestilling	-	JA	-

*) Se evt. ordlisten

1. Modtager betaler kan ikke anvendes i forbindelse med internationale opkald.
2. Forbundet med NUI'en pr. opkaldsbasis.
3. Kun i forbindelse med fast tilsluttede X.28-terminaler.

EKSTRATJENESTER

Til et grundabonnement kan tegnes abonnement på en eller flere ekstratjenester. Der er ingen oprettelsesafgift for ekstratjenester. Hver gang, der foretages ændringer i de ekstratjenester, der er tilknyttet et grundabonnement, betales en engangsafgift på 200 kr.

	kr./kvartal
Lukket brugergruppe	100
Lukket brugergruppe med opkald ud af gruppen	100
Lukket brugergruppe med opkald ind i gruppen	100
Spærring for afgangende opkald	50
Spærring for ankommende opkald	50
Modtager betaler accept	50
Minisamtale accept	50
Minisamtale opkald	50
Fællesnummer	50
Viderestilling	50
Takseringsinformation	50
Strømstyringsterminaling	50

OVRIGE AFGIFTER

Permanent opkald:	I stedet for opkalds- og minutafgifter betales 900 kr. pr. kvartal.
Minisamtale:	10 ore pr. samtale, inkl. opkaldsafgift (kun indland). "Konverteret minisamtale" debiteres med normale trafikafgifter.
PAD via fast forbindelse:	- normale afgifter for et fast dataløbskredsløb til nærmeste PAD. - oprettelse 4.500 kr., abonnement 600 kr. pr. kvartal. - trafikafgift som for X.25-tilslutning.
PAD-opkald:	Indlægning i flere PAD'er 50 kr. pr. kvartal.
Specifikationsliste over debiterede datasamtaler:	50 kr. pr. kvartal + 0,10 kr. pr. opkald.

TAKSTER

De følgende afgifter er de pr. 1.1.84 gældende takster for DATAPAK. Alle afgifterne er inkl. 22% moms.

X.25-tilslutning			PAD via telefon			PAD via datex		
Oprettelse:			Oprettelse:			Oprettelse:		
2400 bit/s	6.000 kr.		500 kr.			500 kr.		
4800 -	8.000 kr.		Abonnement pr. kvartal:			Abonnement pr. kvartal:		
9600 -	10.000 kr.							
Abonnement pr. kvartal:			200 kr.			200 kr.		
2400 bit/s	4.500 kr.		Der betales ikke for telefonopkald til PAD (frikald)			Der betales ikke for datexopkald til PAD (frikald)		
4800 -	6.000 kr.							
9600 -	7.500 kr.							
logisk kanal	50 kr.							
Trafikafgift/øre								
Pr. opkald			10			10		
Danmark	Pr. minut	3	55			30		
	Pr. segment	0,8	0,8			0,8		
Norden	Pr. minut	20	72			47		
	Pr. segment	2	2			2		
Europa	Pr. minut	35	87			62		
	Pr. segment	2,2	2,2			2,2		
USA	Pr. minut	80	132			107		
Canada	Pr. segment	4,5	4,5			4,5		
Øvrige	Pr. minut	130	182			157		
	Pr. segment	7	7			7		

Minut-afgiften afrundes opad til hele minutter pr. opkald

Et segment = 512 bit normalt svarende til 64 tegn.

Natrabat: For samtaler mellem kl. 01 - 05 ydes 60% rabat (kun indland).
Hele opkaldet skal afvikles indenfor den nævnte periode, for at der kan opnåes rabat.

X.25 explained

M S Sloman describes the CCITT X.25 Recommendations for accessing a public-packet-switched network. The article is intended as an introduction rather than an implementation guide.

The background leading to the evolution of X.25 is summarized, and a detailed description is given of the link and packet levels, including information on the October 1977 amendments. The various interpretations of X.25 as an internal network protocol or as an end-to-end protocol are discussed, and a summary of the imperfections in the design is given.

Packet-switched networks were first designed in the 1960s and a number of research networks such as Arpanet¹, Cyclades² and the NPL network³ were built. The early research networks proved to be technically and economically feasible, particularly with the advent of cheap minicomputers, and this led to many private networks being developed for airlines, banks, large companies, universities etc.

The Postal Telegraph and Telephone (PTT) Authorities who are responsible for supplying public telecommunications in most countries (e.g. the BPO) felt that their monopolistic situation was being threatened by the proliferation of private networks. There was also a growing demand for the provision of public networks from smaller organizations that required computer-communication facilities but could not afford to establish their own networks.

In the early 1970s some experimental packet-switched networks were being designed by the French and British PTTs and by commercial organizations in the USA. As early as 1968, the need for network standards had been recognized and the Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (CCITT) the standards organization of which the PTTs are voting members, had set up a small working party to study digital networks and by 1972 this became a full study group — CCITT Study Group VII. By 1974, public networks were being designed in the USA,

Department of Computing and Control,
Imperial College, London SW7 2BZ, UK

Canada, France, the UK, Spain and Japan. This provided the impetus for reaching agreement on a standard for accessing packet-switched networks and work on this started in 1975 with a draft recommendation being approved by December 1975.

The standard was approved by the VIth plenary session of the CCITT in October 1976⁴, which is a very short time from conception to agreement of an international standard. This was mainly because of pressure from the French and Canadian PTTs and Telenet in the USA who were trying to achieve compatibility. The BPO was also actively involved, but its experimental packet-switched service (EPSS) was too far advanced to be made compatible. The standard was developed by the above mentioned organizations⁶.

What is a public data network?

A public data network (see Figure 1)

provides a means for communication between computers and for accessing computers from remote terminals. The network consists of a number of processors which act as switching nodes to route packets to their destination. The switching nodes are connected by high-speed datalinks which are thus shared by all the users of the network. Only packet-switched networks are being considered, although a circuit-switched network could also provide a communications service.

The computers and terminals using the network are generally under the control of a number of different organizations and are geographically remote, so in order to communicate there must be agreed formats and rules or protocols for exchanging information.

Applicability of X.25

The X.25 Recommendation defines the 'interface between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode on public-data networks⁴. The DTE is the subscriber's equipment that acts as the source or sink for packets of data to or from the network and could physically be a host

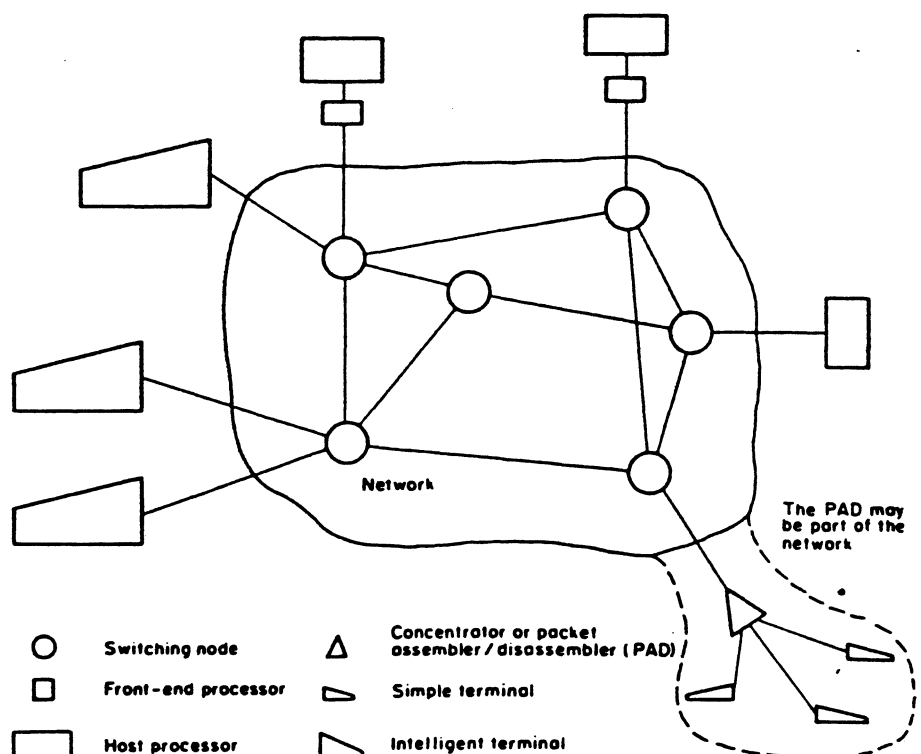


Figure 1. A public data network

computer, front-end processor or intelligent terminal. The DCE is, strictly speaking, the equipment that converts signals seen by the DTE into a form in which they can be transmitted over a transmission line i.e. a modem or line coupler, but in the sense used in X.25 it means the access or switching node to which the DTE is connected. The DCE includes the modem in a subscriber's premises that is used to connect to a remote-access node as indicated in Figures 2 and 3.

X.25 is thus a local interface between a host computer or intelligent terminal and the network. It makes no assumptions about the way in which the network functions, other than that the packets associated with a particular liaison between two DTEs are delivered in the order in which they enter the network.

There are other interpretations of X.25 that are not included in the official recommendation:

- it has been used as the switching-node-to-switching-node protocol internally in the French Transpac and Canadian Datapac networks, as shown in Figure 4, and so could be adapted for use as the point-to-point

communications protocol between any two computers local or remote as shown in Figure 5,

- it is possible to implement a network in which the highest level of X.25 is an end-node to end-node protocol as shown in Figure 6.

X.25 is not applicable as the interface between simple terminals and a packet assembler/disassembler (PAD) which may be a facility offered by a public-data network. The relevant standards for this type of interface are CCITT X.3, X.28 and X.29.

Structure of X.25 Recommendation

Three distinct and independent levels are defined in the X.25 interface. The procedures at one level make use of the functions offered by the level immediately below but are independent of the way in which the latter is implemented. This means a particular level could conceivably be replaced by a completely different implementation which provides the same overall functions.

X.25 specifies the protocols or rules for exchanging information between

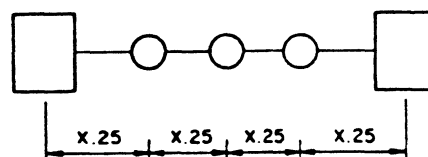


Figure 4. Hop-by-hop protocol

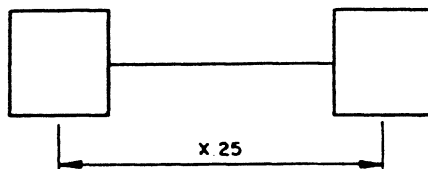


Figure 5. Computer-to-computer protocol

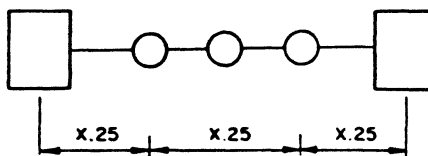


Figure 6. End-node-to-end-node protocol

similar levels in the DTE and DCE as shown in Figure 7. Each level accepts information from a higher level and adds a header and possibly a trailer (Figure 8) before passing the information across the interface presented by the next lower level (Figure 9). The important concepts are:

- **Level 1 – Physical interface:** This specifies the electrical and physical characteristics of the interface to the leased or switched line into the network, and how to establish and control these connections. The voltage levels, physical connector, transmission methods etc. are defined by this level. The important characteristics of this level, as seen by the level immediately above, are that it provides a bit-serial, synchronous, full-duplex, point-to-point circuit for digital transmission,
- **Level 2 – Link access procedure (LAP):** This specifies a datalink-control procedure for converting the error-prone physical circuit into a relatively error-free link. It includes methods for avoiding congestion while exchanging information between the DTE and DCE. It is based on the high-level-data link control (HDLC) defined by the International Standards Organization (ISO), in that it uses the HDLC frame structure for the format of a frame and a subset of the HDLC elements of procedure for

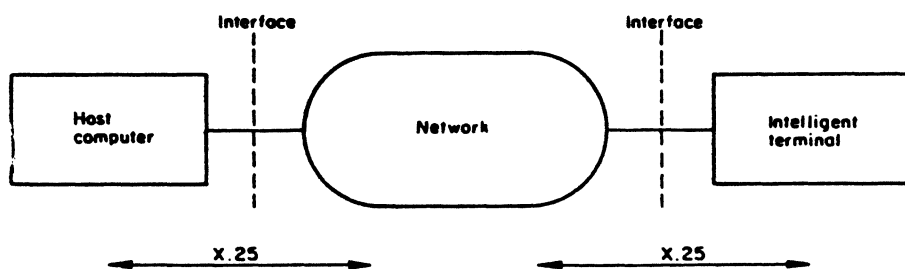


Figure 2. Applicability of X.25

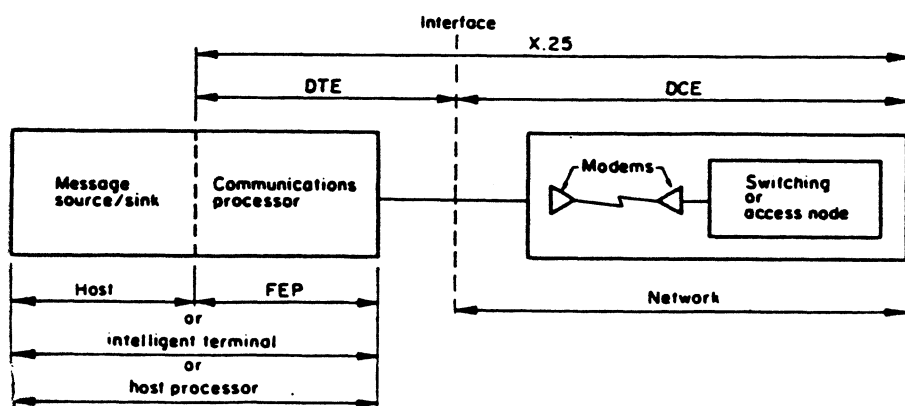


Figure 3. The X.25 interface to a packet-switched network

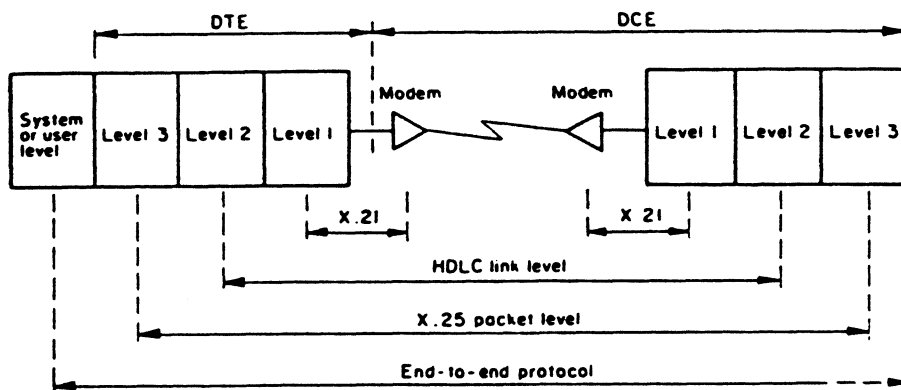


Figure 7. Protocol levels in the DTE/DCE interface

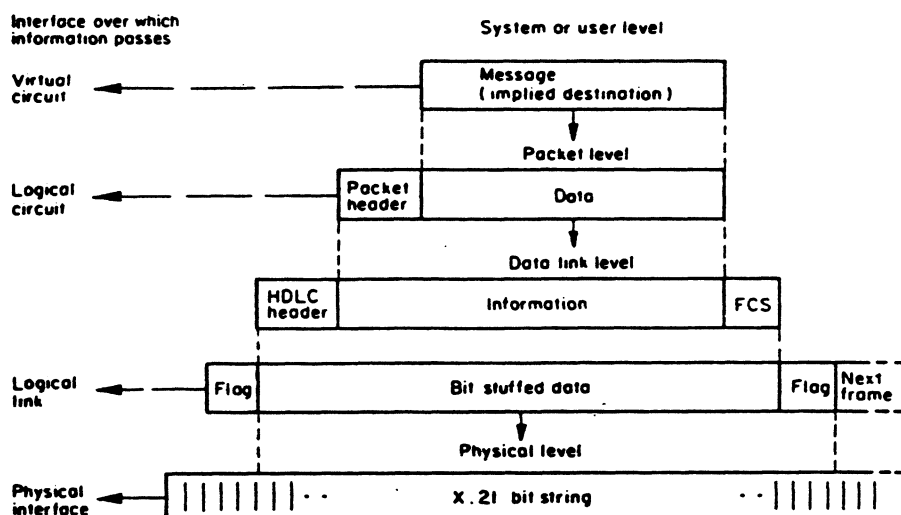


Figure 8. Passage of information through the levels

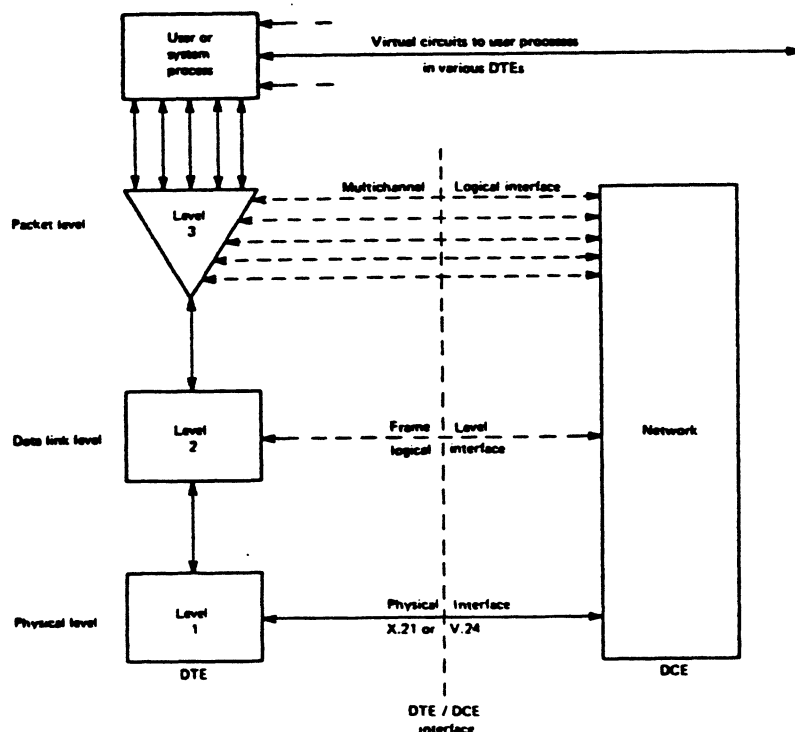


Figure 9. Logical structure of the X.25 interface

- controlling the operation of the link.
- Level 3 – Packet level:** This is the highest level and specifies the manner in which host- or use-level information is structured into packets. It performs a concentrator function in that it multiplexes a number of logical channels onto a single-physical link by interleaving packets from various channels if necessary. Each logical channel has independent control exerted on the flow of packets and error control is also provided for each channel.
- Virtual circuits:** Level 3 provides the facilities for establishing virtual circuits which are bidirectional associations or liaisons between a pair of DTEs, over which packets are exchanged. It is as though there were a 'virtual' circuit, which may traverse a number of switching nodes connecting a logical channel in each DTE. The virtual circuit can be a temporary association (called a virtual call) or permanent (called a permanent-virtual circuit).

There is likely to be one or more layers of software above X.25. This could range from a terminal handler for an intelligent terminal to many levels of end-to-end protocol for file transfer, remote-job entry, interprocess communication etc. within a large host computer.

LEVEL 1 – PHYSICAL INTERFACE

This is specified as CCITT Recommendation X.21 which defines the physical interface between the DTE and DCE, i.e. X.25 is independent of the transmission medium as it assumes that the DCE (modem or line coupler) will take care of line-technology dependencies. The intention is that X.21 should provide a common interface for accessing both packet- and circuit-switched networks. X.21 specifies:

- the physical characteristics of the interface – type of connector and pin assignment (X.24 – 8 wire, 15 pin),
- the electrical characteristics – balanced generators (X.26, X.27 which are the same as EIA RS422, RS423),

- synchronous bit serial transmission,
- point-to-point, full-duplex operation i.e. no multipoint working,
- procedure for establishing a switched circuit,
- procedure for operating a leased circuit.

Figure 10 shows the functional interchange circuits. It provides full transparency for the transfer of data by means of special C and I lines which are used to indicate whether the signals on the T or R lines are to be interpreted as control information or data. The control information is transferred as CCITT IA5 (similar to ASCII) characters.

X.21 is designed for use on digital circuits that are not widely available, so for an interim period X.21 bis, which is compatible with the V.24 interchange circuit, can be used.

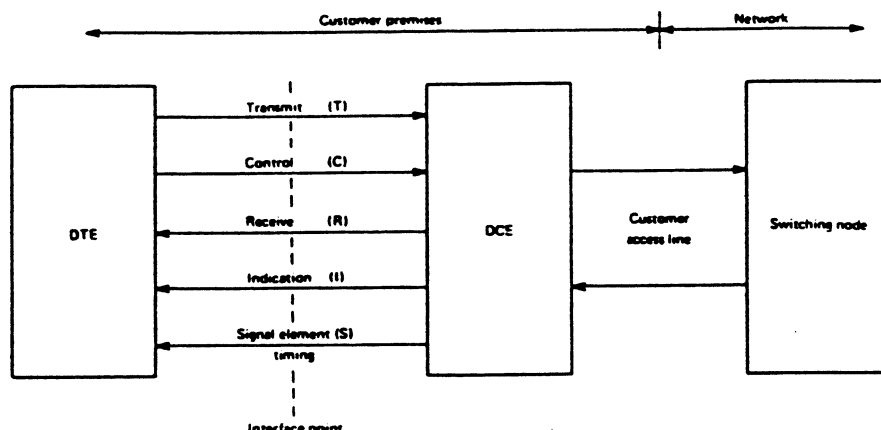


Figure 10. X.21 physical interface

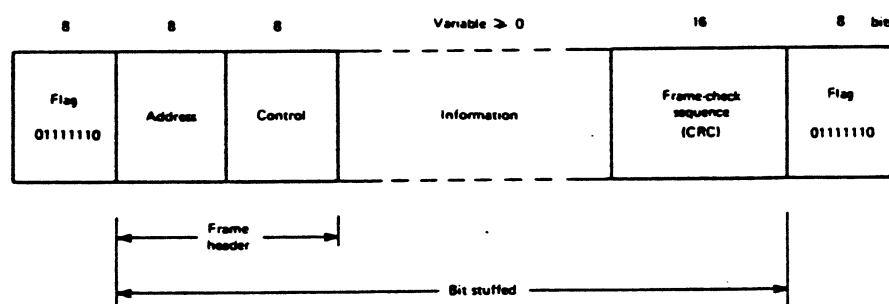


Figure 11. HDLC frame format

LEVEL 2 – LINK ACCESS PROCEDURE

This level corresponds to a point-to-point datalink-control procedure (other examples of which are DEC's DDCMP, IBM's BSC and SDLC) and it is also known as the link level or frame level. It uses the terminology and a subset of the options specified in the ISO HDLC.

Functions of level 2

It converts an error-prone physical circuit into a relatively error-free logical link for transferring data between the DTE and the network, while allowing either side to halt the flow of information and thus avoid congestion. It defines an error-correction method based on the automatic repetition on request (ARQ) techniques in which an incoming block of data is checked for errors and if any are found, the block is discarded. The sender then times out and so retransmits the block. Correctly received blocks are acknowledged by the receiver. This level also provides facilities for sequence checking of the received frames to detect duplication or loss of a frame, detection of the start and end of frame, link initialization, disconnection or resetting. The basic features are:

- bit orientation, not character orientation,
- code independence (transparency),
- error detection by CRC check at end of frame and frame-sequence number,
- error correction by retransmission,
- primary/secondary mode of operation but transmission can be initiated by either side,
- simultaneous bidirectional transfer of data,
- acknowledgements can be 'piggy backed' with data.

The Link level specifications consist of three parts:

- frame structure: this defines the format of a block of data (a frame), how transparency and frame synchronization is achieved, and the error-detection polynomial (CRC) to be employed,
- the elements of procedure: these are the possible commands and responses and the actions to be performed for various conditions; they are a subset of those specified in HDLC,

- classes of procedure: the ISO HDLC specification gives a list of classes or codes of practice, each of which is a subset of the possible elements of procedure for a particular link configuration and mode of operation. The X.25 specification allows two of the possible configurations, of which one is preferred.

Frame structure

Frame format

Figure 11 shows the format of a link-level frame. It consists of a header and trailer enveloping a single (optional) level-3 packet that may contain user-level data. The figure shows the length of the fields of the frame in bits. The information field is of variable length and need not be a multiple of 8 bits. (Note that CCITT use the term 'octet' to mean an 8-bit byte).

- **Flag:** The flag sequence (01111110) defines the frame boundary, and a

single flag can be used between adjacent frames to close one and open the next. The flag also serves as the synchronization character (cf. SYN in traditional basic mode or BSC synchronous communication). It can be transmitted as an interframe fill when there are no frames to transmit or to indicate an active link that has not been initialized. No intraframe fill is allowed (as opposed to basic mode), i.e. a complete frame must be transmitted without pause which implies buffering in both the DTE and the receiving node (DCE). A frame that is not bounded by two flags or contains less than 32 bits is considered invalid.

- **Address:** This field was originally specified in HDLC to perform an addressing function for multipoint working. Within X.25 its sole purpose is to distinguish between commands and responses in opposite directions as shown in Figures 12 and 13. Its action is redundant in that this distinction is accomplished by the

frame-type bits in the control field, but it acts as an additional error check in that it can distinguish between the flow of information in opposite directions and so can detect an accidental loop back.

Address A = 11000000 = 3:
signifies commands from DCE to DTE and responses from DTE to DCE.

Address B = 10000000 = 1:
signifies commands from DTE to DCE and responses from DCE to DTE.

- **Control:** The control field indicates frame type and contains sequence numbering information,
- **Information:** This field is optional in that it does not occur in all frame types, and may contain packet level information.
- **Frame check sequence (FCS):** This is a 16 bit cyclic redundancy check (CRC) used for the detection of information corruption within a frame. It is the remainder left after

dividing the frame contents (address, control and information fields) by a specified polynomial. At the receiving end the whole frame (excluding flags but including the FCS field) is divided by the same polynomial and, if the frame is correct, a specified bit pattern will be left as a remainder. This technique gives very good detection of corruption due to random or burst errors. Additional information on CRC checks can be found in the literature⁹.

Transparency

Any bit sequence is allowed within the HDLC frame and so it is necessary to prevent the flag sequence from occurring in the header, information or FCS fields. This is achieved by the bit-insertion or bit-stuffing technique. Within a frame the transmitter inserts a 0 bit after 5 contiguous 1 bits and the receiver removes a 0 that occurs after 5 contiguous 1 bits as shown in Table 1. Thus if six contiguous 1s are received it must be a flag sequence or an error*.

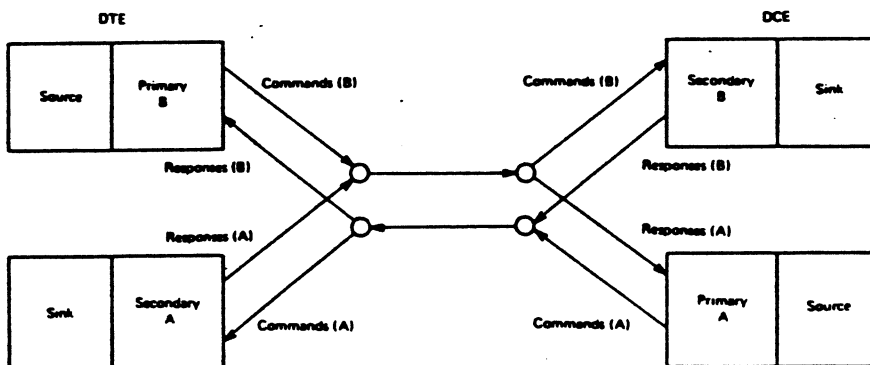


Figure 12. Symmetrical configuration

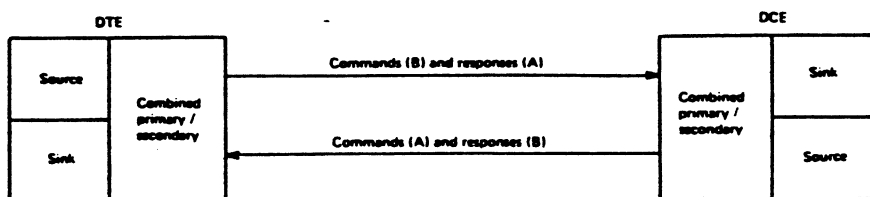


Figure 13. Balanced configuration

Table 1. Bit insertion and removal

	First bit	Last bit
Before bit insertion at transmitter	0 1 1 1 1 0 1 0	
After bit insertion at transmitter	0 1 1 1 1 0 0 1 0	
After bit removal at the receiver	0 1 1 1 1 0 1 0	

Order of bit transmission

The address and control fields are transmitted low-order bit (bit 1) first, whereas the FCS field is transmitted high-order bit first (bit 16). The order of transmitting information bits is not specified in the recommendation but they would probably be grouped as octets (bytes) and transmitted a byte at a time, low-order bit first.

Link configuration and modes of operation (classes of procedure)

So far, only point-to-point configurations have been approved, although multipoint configurations are a subject for further study. There is no overall master/slave relationship between the DCE and DTE, as both ends of the full-duplex link have both primary and secondary properties and can initiate a

* Frame abortion is indicated by at least seven contiguous 1s. A channel is declared idle (nothing happening) when 1s have been detected for 15 bit times. An active channel is transmitting frames, flags or an abort signal.

transmission. The full-duplex link is considered to be two simplex channels. Each channel connects a primary to a secondary, with the primary controlling the channel and initiating commands to which the secondary responds. This simplifies error recovery by making it the responsibility of one primary for each channel, and it avoids contention problems.

There are two specified classes of procedure — symmetrical and balanced, which differ slightly in the way the link is set up and disconnected. Both classes of procedure use the asynchronous response mode (A RM) whereby, once the link has been set up, the secondary can transfer information at its own initiative without receiving permission from the primary. This means there is no master/slave control of information transfer and either side of a link can initiate a transfer. This differs from the normal response mode as used in IBM's SDLC¹⁰, whereby the secondary can only transmit when given permission to do so from a primary.

Symmetrical configuration

In the October 1976 recommendations, only the symmetrical configuration (referred to as LAP) was specified. Each end of the link is considered as two separate stations — a primary and a secondary as shown in Figure 13, 12, with two independent channels, one for each primary-secondary pair. Information can only flow in the form of commands from the primary to the secondary, so for two-way information flow, the link must be initialized first in one direction and then in the other, although after an error one

channel can be reinitialized without the other.

Problems have been detected with this configuration¹². If the DTE fails and loses all state information it will reinitialize the channel to the DCE. If the DCE has no traffic for the DTE it may not realize that there has been complete failure of the DTE and so will not reinitialize the link in the other direction and so it is possible for a deadlock to arise.

The CCITT symmetrical configuration turned out not to be fully compatible with ISO HDLC so a revised class of procedure was approved in October 1977 and is known as the balanced-mode-link-access procedure or LAPB⁵.

Balanced configuration (LAPB)

Each side of the link is a combined primary-secondary. It differs from the symmetrical configuration in that the DTE can initialize the link for two-way transmission by a single command which resets all state information for transmission in both directions and so the reset problem mentioned above does not arise. Information transmission and the use of addresses is the same in both configurations (see Figure 13).

Elements of procedure

This describes the type of commands and the responses to them, i.e. the action to be taken on receipt of a frame and how the frame sequencing works. Only the subset of the HDLC elements of procedure applicable to X.25 will be described.

Control-field format

Table 2 shows the control-field format for the three types of frames:

- **Information frames (I):** These contain level-3 packet including the level-3 header within the information field, and are commands in that they require a response from the secondary; they allow 'piggy backing' of information transfer plus acknowledgements (i.e. responses) to previously received information frames,
- **Supervisory frames (S):** These are generally used as response frames to perform functions such as acknowledging correctly received information frames, request a retransmission, or request a temporary suspension of I frames; they can also be used by the DTE to query the state of the DCE as explained under use of P/F bit below; both supervisory and information frames contain frame sequence numbers,
- **Unnumbered frames (U):** These are frames required to perform functions such as link initialization or clearing and may be used after a sequence error; they are not subject to sequence checking as they set the link into a known state and so it does not matter if they are duplicated, and hence they do not contain sequence numbers.

Poll/final bit (P/F): It is used as a poll bit by a primary to solicit a response from a secondary and as a final bit by the secondary to indicate that the particular frame is a response to a poll (1 = P/F); the poll forces a response from the secondary even when it is in a state in which it would not normally respond and so it is used for recovery from timeouts; when a supervisory frame is being used as a command to query the state of the DCE, it has the P bit set to 1 and contains the command address (B) rather than the response address, *N(S)* i.e. transmitter send sequence count: The sequence number inserted in a frame by the transmitter to identify information frames i.e. it allows the receiver to check that the frame is not out of sequence or duplicated,

Table 2. Control field format for information supervisory and unnumbered frames

Control field bits	1	2	3	4	5	6	7	8
I frame	0	N(S)			P/F	N(R)		
S frame	1	0	S		P/F	N(R)		
U frame	1	1	M		P/F	M		

N(S) = transmitter-send-sequence number (bit 2 = low-order bit)

N(R) = transmitter-receive-sequence number (bit 6 = low-order bit)

S = supervisory-function bits

M = modifier-function bits

P/F = poll bit when issued as a command, final bit when issued as a response (i = poll/final)

N(R) i.e. transmitter receive sequence count: This indicates the sequence number of the next frame expected by the station transmitting this frame and so serves to acknowledge correct receipt of all frames up to N(R) - 1, the N(R) field can be used to acknowledge correct receipt of multiple information frames.

State variables

N(S) and N(R) are the sequence numbers that appear in the frames, but both ends of the link maintain variables to indicate their current state.

- **V(S) i.e. send state variable:** this denotes the sequence number of the next frame to be transmitted i.e. $V(S) \rightarrow N(S)$ of outgoing information frames; $V(S) = \text{modulo } 8 (V(S) + 1)$
- **V(R) i.e. receive state variable:** the sequence number of the next information frame expected i.e. $V(R) \rightarrow N(R)$ of outgoing information and supervisory frames and V(R) is checked against the N(S) field of incoming I frames as described above to make sure they are in sequence.

(All the sequence numbers N(S), N(R), V(S) and V(R) are modulo 8 i.e. they take values 0-7 with 0 following 7. The use of a modulo-128 sequence number is a subject for further discussion for links with long delay e.g. via satellite.)

- **B = mode variable:** 1 = balanced mode. 0 = symmetrical mode; a DCE (and possibly a DTE) may cater for both modes and so must know which disconnection and initialization procedures to use depending on the mode.

Commands and responses

Table 3 shows the commands and responses that can be sent by both DTE and DCE.

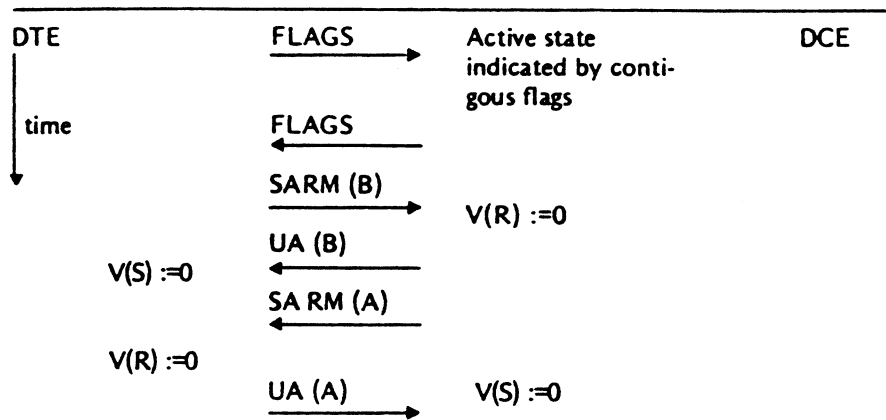
- **I (information command):** The function of the command is to transfer sequentially numbered frames containing higher level data across a link; it can also 'piggy back' an acknowledgement in the N(R) field,

Table 3. Commands and responses set by DTE and DCE

Format	Commands	Responses	Encoding							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Information transfer	I (information)		0	N(S)			P	N(R)		
Supervisory	RR (receive ready)	RR (receive ready)	1	0	0	0	P/F	N(R)		
	RNR (receive not ready)	RNR (receive not ready)	1	0	1	0	P/F	N(R)		
	REJ (reject)	REJ (reject)	1	0	0	1	P/F	N(R)		
Unnumbered	SARM(set asynchronous response mode)	DM (disconnected mode)	1	1	1	1	P/F	0	0	0
	SABM(set asynchronous balanced mode)		1	1	1	1	P	1	0	0
	DISC (disconnect)		1	1	0	0	P	0	1	0
		UA (unnumbered acknowledgement)	1	1	0	0	F	1	1	0
		CMDR(command reject) FRMR(frame reject)	1	1	1	0	F	0	0	1

- **RR (receive ready):** This supervisory frame is used
 - to indicate that a station is ready to receive frames after a temporary suspension due to a busy condition,
 - to acknowledge previously received I frames up to and including N(R) - 1, when there is no information to be sent back so the acknowledgement cannot be done by an I frame,
 - with the P bit = 1 as a command by the DTE to query the state of the DCE or as a response by the DCE to a supervisory-command type of poll i.e. the DTE and DCE are not symmetrical in this respect.
- **REJ (reject):** An REJ is used after the receipt of an out-of-sequence frame to request retransmission of I frames starting from N(R), but it does acknowledge frames up to N(R) - 1; it is not used to reject frames with FCS error as these are ignored,
- **RNR (receive not ready):** It is used by the responder to indicate a Busy condition i.e. a temporary inability to accept additional incoming frames, possibly because of a lack of buffer space; the flow is resumed by the busy station sending an RR or REJ frame,
- **SARM (set asynchronous response mode) and SABM (set asynchronous balanced mode):** These commands set the station into the symmetrical or balanced mode of asynchronous operation; they are used for both link initialization and reset,
- **DISC (disconnect command):** It is used to terminate the mode of operation and inform the secondary that the primary is suspending operations and wishes to close down the link,
- **UA (unnumbered acknowledge response):** It is sent to acknowledge the acceptance of an unnumbered command (U format),
- **DM (disconnected mode response):** It is used in the balanced mode to

Table 4. Link set up — symmetrical mode



indicate that the responder is logically disconnected from the link,

- **FRMR (frame-reject response) and CMDR (command-reject response):** These are alternative names for the same response that is issued by the secondary when it receives a frame with the correct FCS but that contains an error that is not recoverable by retransmission of the identical frame; it reports the fact to the primary by means of a CMDR response and the primary is then responsible for initiating a link reset.

The information field of the CMDR frame contains 3 bytes giving the reason for the rejection. The use of this frame depends on whether the station is a DTE or DCE and whether it is in a balanced or symmetrical mode.

Phases of operation of a link

The phases of the operation of a link are the

- **Idle state:** Nothing is happening, no signals are being exchanged,
- **Active state:** Contiguous flags are being exchanged or frames are being transmitted,
- **Link set up phase:** The link must be initialized by exchanging SABM or SARM commands to reset sequence numbers before transferring information,
- **Information transfer phase:** Normal exchange of information and supervisory frames,
- **Link reset phase:** In any system irrecoverable errors may occur or errors may be detected at a higher

level; the link will be reinitialized when a sequence error occurs or when a frame cannot be interpreted and this is accomplished by following the link-set-up procedure as there is no special reset command,

- **Link disconnection phase:** Either side may indicate that it wishes to end the information-transfer phase and enter the active state by sending a disconnect command.

Link set up

Symmetrical mode

Either primary can send a SARM to initialize a link that is in the active state (See Table 4). The receive-state variable is set to 0 when a SARM is received and the send-state variable is set to 0 when the UA to a SARM is received. The link must be set in both directions i.e. both DTE and DCE must send SARM commands.

Balanced mode

The DTE can initialize an active link by transmitting a SABM to which the DCE responds with a UA and sets both $V(S)$ and $V(R)$ to 0 i.e. the link is set up in both directions. The use of the SABM by the DCE is a subject for further study. (See Table 5).

Information-transfer phase

Both symmetrical and balanced modes use an identical procedure for the transfer of information.

Sending information frames

When the primary has an I frame to transmit it sends it with a sequence number equal to its send-state variable which is then incremented i.e.

$$N(S) = V(S)$$

$$V(S) = \text{modulo } 8 (V(S) + 1)$$

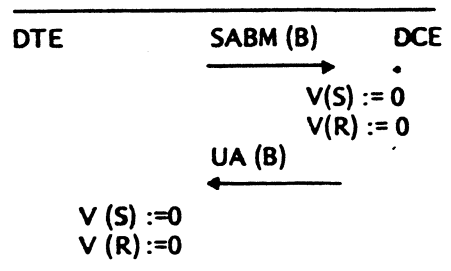
A timer is started and the frame is stored until

- an acknowledgement is received from the secondary indicating that the frame has been correctly received and so the stored frame can be discarded,
- a reject is received indicating that the frame should be retransmitted,
- the timeout expires and so the frame is retransmitted.

Window size

The number of outstanding unacknowledged frames allowed is called a window and is an implementation parameter dependent on the buffer space available to store the frames. It will be a value between 1 and 7. With a modulo 8 sequence number it is theoretically feasible to allow 8 unacknowledged frames, but this could lead to a sequence error as shown in the following example. Assume a station transmits 8 frames starting from sequence number 0. Then $V(S) = 0$ = next frame to be transmitted and the last frame transmitted had $N(S) = 7$. Now, if the receiver rejects the first frame transmitted and the primary inadvertently transmits the next frame, instead of retransmitting the first frame, the secondary cannot detect an error as both frames would have sequence number $N(S) = 0$. By limiting the number of outstanding frames to 7, the next frame to be transmitted would have $N(S) = 7$ and so cannot be mistaken for the first frame.

Table 5. Link set up — balanced mode



standards and protocols

Receiving an information frame

The secondary first checks the FCS. If the FCS is incorrect the frame is discarded and no action taken, else the sequence number is checked against the receive-state variable (see Table 6).

Only 1 reject condition can be outstanding at a time so all the frames that are received after one has been rejected will be ignored, although acknowledgement information carried in the N(R) field of these frames will be accepted. The reject condition is cleared by receipt of an I frame with the correct sequence number i.e. $N(S) = V(R)$.

Timeouts

If the timer is not running at the instant an I frame is transmitted it will be started, and it is cancelled when a new acknowledgement is received. If the timer expires, the retransmission of all unacknowledged frames is started i.e. from the last received N(R). The first frame to be sent after a timeout has the poll bit set to force a response from the secondary as soon as possible. The number of times a frame can be retransmitted because of timeouts before the link is reset is an implementation parameter.

Busy condition

When a station is temporarily unable to receive I frames, it indicates this by an RNR response. It should still accept and process supervisory frames and also return an RNR (with the F bit set) to an I frame that has a poll bit set. The busy condition is cleared by transmitting an RR or REJ frame.

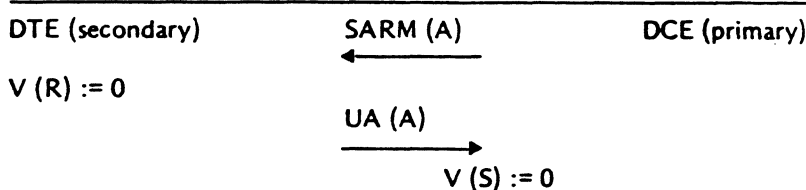
Link reset

A link reset is performed during the information-transfer phase when an error occurs that cannot be recovered by retransmission. It should be notified to a higher level as it may result in loss of information. The following conditions result in a link reset, but the action taken depends on the mode of operation of the station and whether it is a DCE or DTE:

Table 6. Receiving an information frame

IF fcs = failed	
THEN discard received frame	// Frame corrupted
ELSE IF $n(s) = v(r)$	
THEN BEGIN	// Sequence number OK
reject-condition := off	
$v(r) := \text{modulo } 8 (v(r) + 1)$	
return RR or I frame with $n(r) :$ = $v(r)$	
END	
ELSE IF reject-condition = off	
THEN BEGIN	// Only 1 outstanding
reject-condition := on	// reject allowed
return REJ with $n(r) := v(r)$	
END	

Table 7. Resetting procedure (LAP DCE) – link reset for a symmetrical mode DTE after receiving an invalid response



- receipt of an invalid command or response e.g. frame type is unknown or a command is addressed to a primary,
- receipt of an I frame with an information field that exceeds the maximum established length,
- receipt of an invalid N(R) field e.g. it acknowledges a previously acknowledged frame or one that has not been sent,
- the F bit is set in a received response when no poll had been transmitted,
- a CMDR response is received requesting a reset.

tiated by a primary and is very similar to the link-set-up procedure, but may take place in one direction only.

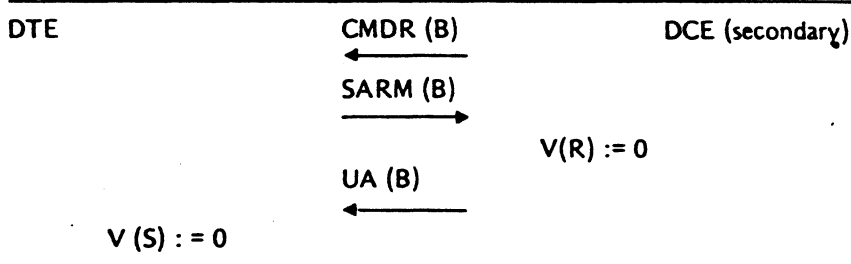
LAP DEC: if it receives a response (address = A) in which one of the conditions above hold, then the primary in the DCE initiates the reset by transmitting a SARM. (See Table 7.) If it receives a command (address = B) in which the first two conditions above hold, the secondary in the DCE requests the primary in the DTE to reset the link by means of a CMDR response (see Table 8).

LAP DTE: the conditions for which the DTE initiates a reset or requests one from the DCE are not explicitly defined in the X.25 specifications, but

Symmetrical mode (LAP)

The resetting procedure must be ini-

Table 8. Resetting procedure – link reset for a symmetrical mode DCE after receiving an invalid command



are assumed to be the same as those above i.e. if the DTE receives a response (address B) in which one of the conditions above hold, it transmits a SARM. If it receives a command (address A) with the first or second condition it transmits a CMDR.

Any responses received after transmitting a SARM, but before receiving a UA, are ignored. The specifications are rather vague on link resets. For example, if either station receives an I frame with an invalid N(R) field, it is not clear whether the response should be a CMDR, SARM or nothing. This confusion arises because the I frame is a command and so should be processed by the secondary, which can only transmit CMDR if the first two conditions hold, but the N(R) field is really a response and so should be handled by the primary who can initiate a reset for an invalid N(R) by sending a SARM. The correct action is probably to transmit a SARM. This ambiguity could possibly lead to a deadlock situation as discussed in the literature¹²⁻¹⁴.

Balanced mode (LAPB)

The reset procedure differs from the symmetrical mode in that it resets the link in both directions at once and can only be initiated by the DTE.

Table 9. Link reset

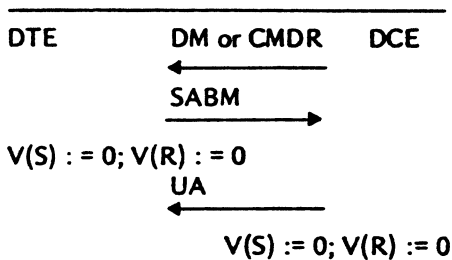
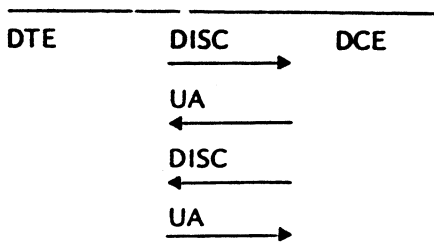


Table 10. Link disconnection (symmetrical mode)



LAPB DCE: the DCE transmits a CMDR when it receives a command or response (address B or A) in which the first three conditions hold. It transmits a DM if it receives a response to a poll that it had not sent out (fourth condition), or it receives a UA or DM response from the DTE indicating that the DTE thinks that it has received a U command from the DCE, which should never occur. The use of the SABM command by the DCE is a subject for further study (see Table 9).

LAPB DTE: the conditions under which it issues the SABM command are not explicitly defined, but are assumed to be if it receives a response in which one of the conditions hold or if it receives a DM requesting a reset.

Link disconnection

The link may be disconnected after the completion of the information transfer or at any time during the information transfer phase if an error occurs and one side wishes to close down.

Symmetrical mode

Either side can transmit a DISC command and should receive a UA in response. The disconnection takes place in both directions. (See Table 10.)

Balanced mode

Only the DTE can transmit a DISC command, either on its own volition or as a result of receiving a DM response from the DCE. The use of the DISC command by the DCE is a subject for further study.

The DCE enters a disconnected phase after transmitting a UA response to a DISC or after transmitting a DM when an error occurs. In the disconnected phase the DCE will accept a SABM command returning a UA, but reply with a DM to a DISC or to a poll. All other frames are ignored. (See Table 11.)

Example operation of the link level

Table 12 shows the operation of the link level, the link set up and disconnection have already been illustrated by examples, so these phases are not shown. A

window size of 2 is assumed for the information phase.

LEVEL 3 – PACKET LEVEL

The CCITT X.25 Recommendations define the packet types and formats, and the state transitions caused by receiving or transmitting a packet, but it does not specify how the control information carried by some of the packets should be interpreted. This would depend on whether level 3 is implemented to perform end-to-end control or to perform local control across the DTE/DCE interface. This document emphasizes the local control interpretation as this reflects the view of most PTTs, and in particular those in Europe. The formal recommendations are far more specific for level 2 than for level 3 and so information on the latter has been obtained from the literature^{6-8 and 16-24}.

Functions of level 3

The packet level of X.25 performs an asynchronous time division multiplexing function in that it transforms the single logical channel provided by level 2 into a number of logical channels. It provides facilities for independently controlling the flow of information on each channel to allow an equitable sharing of the link capacity among the channels. Error recovery, which entails initializing and clearing the channel, can take place on a single channel or on all of them. These control functions are another level of local control similar to that performed by level 2 on the data-link, and this is reflected in the similarity of format between the packet and the HDLC frame headers, and between the commands and responses provided at both levels. The packet level also provides an interrupt procedure to allow a DTE to send a single byte of information which bypasses the normal flow control.

Table 11. Link disconnection (balanced mode)

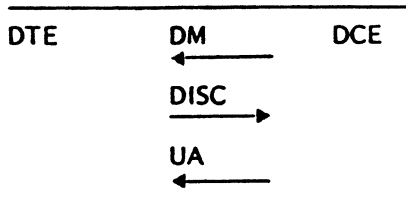


Table 12. Operation of the link level

DTE transmissions	DCE transmissions
(For link set up see Tables 4 or 5)	
I (B, Ns=0, Nr=0)	
I (B, Ns=1, Nr=0)	
The window size of 2 has now been exceeded so DTE must wait for acknowledgement	I (A, Ns=0, Nr=2) Acknowledges received frames 0, & 1. I (A, Ns=1, Nr=2)
RR (A, Nr=2)	
No I frames to send so acknowledge by means of S frame.	
	I (A, Ns=2, Nr=2) FCS error occurs so frame discarded by DTE, DCE timesout and retransmit. I (A, Ns=2, Nr=2, P)
I (B, Ns=2, Nr=2)	
Poll frame not yet received.	
RR (A, Nr=3, F)	
Response to poll	
	I (A, Ns=3, Nr=3) FCS error, frame discarded by DTE I (A, Ns=4, Nr=3)
I (B, Ns=3, Nr=3)	
DTE and DCE transmit frames at the same time. DCE does not realize that its previous frame was discarded.	
REJ (A, Nr=3)	
DTE receives an out-of-sequence frame and so rejects it.	
I (B, Ns=4, Nr=3)	
	I (A, Ns=3, Nr=4) DCE retransmits frame 3, but now acknowledge frame 3 from DTE. This frame clears rejection condition in DTE. RNR (B, Nr=4) DCE busy - lack of buffers. I (A, Ns=4, Nr=4)
I (B, Ns=5, Nr=4)	
	RNR (B, Nr=4, F) Still busy RR (B, Nr=4) Clears busy condition
RR (B, Nr=4, P)	
RR used as a poll command to query state of DCE.	
	RR (B, Nr=6)
I (B, Ns=5, Nr=5)	
Retransmit frame 5 as it was not acknowledged	
No more information to transmit so link can be disconnected (as in Table 10 or 11).	

The facilities provided at this level, are

- multiplexing of logical channels onto a single datalink,
- error and flow control across the

local interface between DTE and DCE (not end-to-end),

- guaranteed packet sequencing,
- interrupt facilities,

- error recovery by reset and flushing out of packets.
- virtual calls between end DTEs,
- permanent-virtual circuits between end DTEs,
- virtual circuits perform end-to-end addressing,
- packet-size conversion between DTEs.

Logical channels and virtual circuits

The packet level allows a maximum of 16 groups of 256 logical channels between a DCE and DTE. A packet header contains a 4-bit field to identify the group number and an 8-bit field to specify the channel within a group. The number of channels available for use will depend on table space etc. and may be less than the maximum of 4095 (the validity of group 0, channel 0 is unresolved). Both DTE and DCE use the same number to identify a particular logical channel.

The logical channels are used to provide bidirectional associations between two end DTEs as shown in Figure 14. These associations are known as virtual circuits and may have different channel numbers at both DTEs. A virtual circuit (VC) differs from a physical circuit in that it is allocated bandwidth only when packets are being transferred.

A virtual call is a temporary- or switched-virtual circuit that has to be set up by an exchange of packets before information transfer can take place.

A permanent virtual circuit is a permanent association between two DTEs which is analogous to a leased-telephone line as it does not have to be set up before information transmission or cleared afterwards. It permanently occupies one logical channel at each DTE.

A ready channel is one that has not been assigned to a virtual call or permanent-virtual circuit.

The difference between virtual circuits and logical channels are outlined in Table 13.

Packet functions and formats

There are a number of types of level-3 packets, as shown in Table 14. These can be classified according to the func-

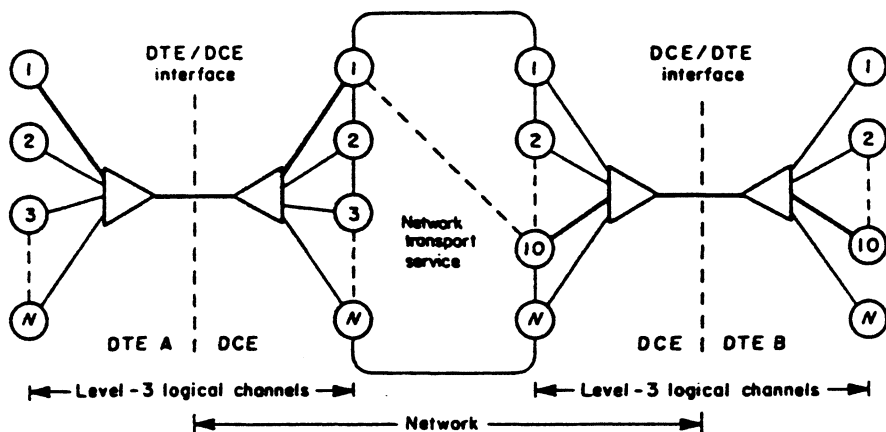


Figure 14. Virtual circuits and logical channels (a virtual circuit associates logical 1 in DTE A with logical channel 10 in DTE B)

Table 13. Differences between virtual circuit and logical channels

Virtual circuit	Logical channel
An end-to-end association between two DTEs	A local entity between DTE and DCE
May make use of different logical channels at each DTE	Only 1 VC can be assigned to a logical channel
A virtual call exists only after being set up, and a permanent virtual circuit always exists	Always exists and may be either assigned to a VC or ready (free)
Analogous to a FIFO queue	Analogous to an I/O port

Table 14. Packet type identifier

Packet type		Octet 3 bits							
From DCE to DTE	From DTE to DCE	8	7	6	5	4	3	2	1
Call set-up and clearing									
Incoming call	Call request	0	0	0	0	1	0	1	1
Call connected	Call accepted	0	0	0	0	1	1	1	1
Clear indication	Clear request	0	0	0	1	0	0	1	1
DCE clear confirmation	DTE clear confirmation	0	0	0	1	0	1	1	1
Data and interrupt									
DCE data	DTE data	X	X	X	X	X	X	X	0
DCE interrupt	DTE interrupt	0	0	1	0	0	0	1	1
DCE interrupt confirmation	DTE interrupt confirmation	0	0	1	0	1	1	1	1
Flow control and reset									
DCE R R	DTE RR	X	X	X	0	0	0	0	1
DCE RNR	DTE RNR	X	X	X	0	0	1	0	1
	DTE REJ	X	X	X	0	1	0	0	1
Reset indication	Reset request	0	0	0	1	1	0	1	1
DCE reset confirmation	DTE reset confirmation	0	0	0	1	1	1	1	1
Restart									
Restart indication	Restart request	1	1	1	1	1	0	1	1
DCE restart confirmation	DTE restart confirmation	1	1	1	1	1	0	1	1

A bit that is indicated as X may be set to either 0 or 1

tion performed. The packet formats corresponding to the various types is given in Tables 15–20.

Call set up and clear

These set up or clear the virtual call to the DTE identified in the address field in the packet.

Data transfer

These are used to transfer system or application-level information within the data field and are subject to flow control.

Interrupt data

These are not subject to flow control and only allow one byte of application-level data.

Flow control

RR, RNR and REJ perform similar functions to their counterparts at level 2. They make use of a similar window mechanism, but the emphasis is on controlling the rate of acceptance of a packet rather than error control.

Reset

This resets the sequencing on a particular virtual circuit and flushes out existing packets in the VC.

Restart

Resets all the virtual circuits at the interface.

Within the above categories, there are also acknowledgement packets to indicate that the function has been correctly received. A packet transmitted from DTE to DCE may have a different name and perform a slightly different function from the corresponding packet with the identical format transmitted from DCE to DTE. For example, a call-set-up packet transferred from the DTE to DCE is a request to set up a virtual call, but when coming from the DCE to the DTE it is an indication of an incoming call.

Call establishment and clearing

A user of system process within the DTE indicates that it wishes to set up a

Table 15. Call request and incoming call-packet format

		Bits							
Bytes		8	7	6	5	4	3	2	1
	1	General format identifier				Logical channel group number			
2	Logical channel number								
3	Packet-type identifier								
4	Calling DTE address length				Called DTE address length				
		DTE				Address			
						0	0	0	0
	0	0	Facility length						
	Facilities								
	Call-user data								

The figure assumes that a single address is present, consisting of an odd number of digits, and that the call-user-data field contains an integral number of bytes

Table 16. Call-accepted clear reset or interrupt confirmation packet

		Bits							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Bytes	1	General-format identifier				Logical-channel group number			
	2	Logical-channel number							
	3	Packet-type identifier							

Table 17. Clear restart or interrupt request packet

		Bits							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Bytes	1	General-format identifier				Logical-channel group number			
	2	Logical channel number							
	3	Packet-type identifier							
	4	Restarting cause/interrupt data							

Table 18. Data-packet format

		Bits							
Bytes		8	7	6	5	4	3	2	1
	1	Q	General-format identifier				Logical-channel group number		
	2	Logical-channel number							
	3	P(R)		M		P(S)		0	
		User data							

M – more data indication
Q – data qualifier
The figure assumes that the user data field does not contain an integral number of bytes

Table 19. Flow-control packet

		Bits							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Bytes	1	General-format identifier				Logical channel group number			
	2	Logical-channel number							
	3	P(R)				Packet-type identifier			

Table 20. Reset request and indication packet

		Bits							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Bytes	1	General-format identifier				Logical-channel group number			
	2	Logical-channel number							
	3	Packet-type identifier							
	4	Resetting cause							
	5	Diagnostic code							

virtual call to another DTE by transmitting a CALL REQUEST packet (Table 15) to the network (DCE). This packet indicates the highest ready logical-channel number at the calling DTE and the network address of the called DTE. The packet has a field to indicate which of the optional facilities have been chosen and can also contain

up to 16 octets of user-level data.

The network requires the called and calling DTE addresses to set up a VC. The former is used to route the packet to its destination and the latter is needed to identify the caller at the destination. In some implementations the calling address is supplied by the source DCE and the destination DCE removes the called DTE's address before transferring the packet as an INCOMING CALL on the lowest ready logical channel to the called DTE. There is no need for the destination DTE to be told its own address but inclusion of the destination DTE address does allow an error check for incorrect addressing by the network. The DCE and DTE choose logical channel numbers from opposite ends of the number range so as to avoid call collisions.

The destination DTE can accept an incoming call by returning a CALL ACCEPTED packet with the same channel number as the incoming call packet or it can refuse the call by means of a CLEAR-REQUEST packet. A reply must be returned to the calling DCE within a network-dependent time limit.

The source DCE confirms that the call has been set up by a CALL CONNECTED packet which specifies the same channel number as in the original request. The call is now in the data-transfer phase.

Either DTE can clear a call by means of a CLEAR REQUEST packet which is acknowledged by the local DCE by a CLEAR CONFIRMATION and the channel is now returned to the ready state. The local DCE informs the remote DCE that the call has been cleared and it, in turn, informs its own DTE by means of a CLEAR INDICATION packet, which is acknowledged by a CLEAR CONFIRMATION packet. This sequence of events is shown in Figure 15. The clear indication packet may contain the reason for the clearing e.g. number busy, out of order, reverse charging refused, remote or local error, network congestion etc.

Data transfer phase

Data packet

The data-packet format is detailed in

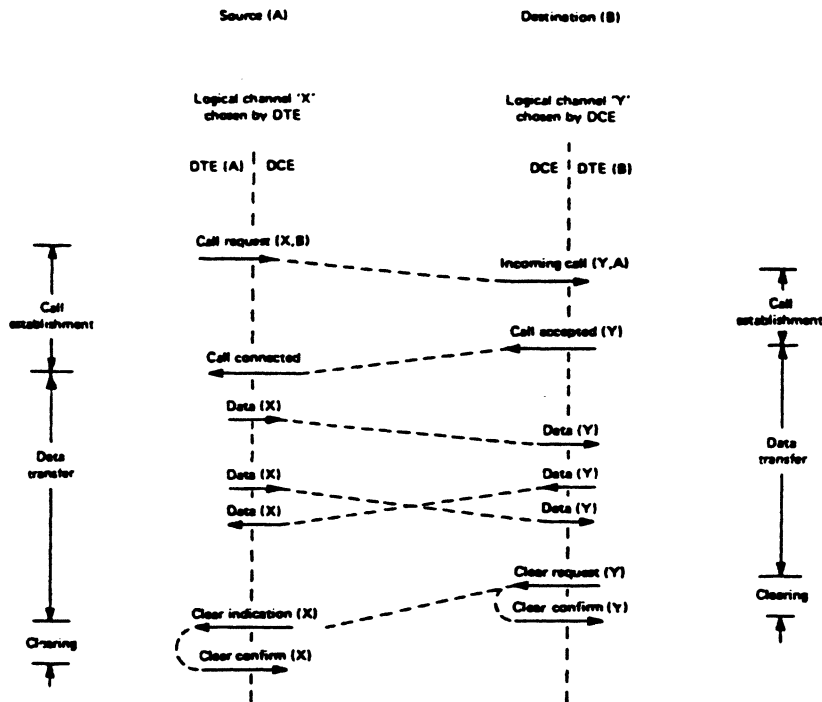


Figure 15. Phases in a virtual call

Table 18. The data packet contains user or application data and can be sent at any time on a permanent VC or after setting up a virtual call and, as in level 2, it allows the 'piggy backing' of data and acknowledgements. The packets contain sequence numbers that are independent for each logical channel. Their use has not been defined in the official recommendations, but they are generally used to perform local error and flow control across the DTE/DCE interface, although in some implementations they might provide end-to-end control. The sequence numbers are counted modulo 8 although an alternative format does allow for modulo 128 numbering.

- send sequence number $P(S)$ — the number inserted by the sender to identify a particular packet, and incremented (modulo 8) for each packet transmitted or a logical channel,
- receive sequence number $P(R)$ — the number of the next packet that may be transmitted across the interface and so it is the local acknowledgement for packets up to $P(R) - 1$.

Obviously both the DTE and DCE would need to maintain state variables analogous to the $V(S)$ and $V(R)$ of

level 2, but these have not been defined in X.25. The need to maintain state information on each logical channel is one of the factors limiting the number of useable VCs at any one time.

- more data bit M — this is set to indicate the packet is one of a sequence formed by fragmenting a logical message,
- qualifier bit Q — bit 8 of the first octet of a data packet is used to indicate two levels of system or application data for the end DTE. $Q = 0$ indicates that normal higher level data is contained in the packet, whereas $Q = 1$ indicates some form of control information such as transmission-control parameters for a device-dependent interface. The Q bit can be considered as addressing one of two processes in the destination DTE, and is analogous to inband signalling.

Flow control

The use of sequence numbers at level 2 is primarily for error control on an error-prone datalink. The virtual circuits, at level 3, should be comparatively error free and so the emphasis is on flow control i.e. preventing congestion by limiting the

number of packets accepted by the network.

An independent 'window' flow-control mechanism is used for each logical channel across the interface. The window (W) is the number of unacknowledged packets that a DTE or DCE can have outstanding at any one time on a particular logical channel. It is a constant set by the network at subscription time or at call-set-up time and can have a value between 1 and 7 (or 1 and 127 if extended numbering is used). If the send sequence number $P(S)$ is outside the allowed window i.e. $P(S) > \text{last } P(R) + W$, this will result in a reset of the VC. A reset will also occur if the received $P(R)$ does not acknowledge an outstanding packet i.e. reset if $P(R) > \text{last } P(S)$ sent or $P(R) < \text{last } P(R)$ received. This is illustrated in Figure 16.

Flow control in level 3 is generally interpreted as a local function. Acceptance of data packets by the local DCE does not mean that the destination DTE has agreed to accept the data, but only that the network has enough storage so that it can wait for acceptance by the destination DTE. Thus the window size is chosen locally and could be different at both ends of the VC.

The packets used for flow control are:

- **RR receive ready** — Used to acknowledge received packets when

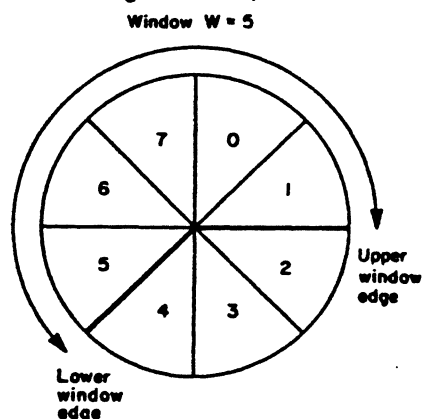


Figure 16. Window flow control

Last $P(R)$ received = 5
 Allowed $P(S)$ in range $5 \leq P(S) < (5 + 5)_8 = 1$
 Reset if received $P(S) = 2, 3, 4$
 Reset if received $P(R)$ not in range 5 to last $P(S)$ sent

no information is available and so a data packet is not used,

- **RNR receive not ready** — Is used to notify the other station that the sender is temporarily unable to receive packets on a particular logical channel; the busy condition is cleared by an RR packet,
- **REJ reject** — This is used only by the DTE to request retransmission from the DCE starting at packet number P(R).

Interrupt packets

These packets are not subject to flow control and do not contain sequence numbers. They will be received over a logical channel that is not normally accepting packets e.g. because of a busy condition or the window has been exceeded. The interrupt model consists of a short header identifying the logical channel and 1 byte of data. The interrupt will be transmitted to the destination DTE at or before the point in the data stream where it was generated i.e. it may overtake earlier packets. The interrupt is acknowledged from the source DCE by an interrupt-confirmed packet and only one outstanding unacknowledged interrupt is allowed on each logical channel.

Packet length and packet sequences

The data field in a packet can be any number of bits up to a defined maximum and need not be an integral number of bytes. The maximum data field length can be specified at call-set-up time or at subscription time for all channels, depending on the network. The preferred maximum length is 128 bytes but a network may decide on an alternative maximum length such as 16, 32, 256, 512, 1024 or exceptionally 255 bytes.

The allowed maximum length of a packet may differ at each end of a virtual circuit which implies that the number of packets transmitted by the source DTE may not correspond to the number received by the destination DTE. The network itself would be responsible for fragmenting or assembling packets.

The more data indicator (M) may be set in a maximum length packet to indicate that it is part of a logical se-

quence and hence can be combined with subsequent data packets. If M = 0 the packet cannot be combined with subsequent packets because its data field contains a complete message of length less than the maximum, or it is the last of a sequence. Note that the qualifier bit (Q) must be constant within a packet sequence.

Reset and restart

The reset procedure reinitializes a particular virtual circuit in both directions and removes, in each direction, any data or interrupt packet that may be within the virtual circuit. Both the send and receive sequence numbers, P(S) and P(R), are reset to zero. A reset can be initiated at either end (usually as a result of a sequence error or an error detected at a higher level) by the DTE sending a RESET REQUEST which is acknowledged by the local DCE by a RESET CONFIRM. The confirmation is defined as having local significance, but in some networks it may have end-to-end significance. The network will notify the other end of the VC that a reset has been requested by means of a RESET INDICATION (Figure 17).

The RESTART REQUEST generates a reset on all virtual calls and permanent virtual circuits. Its implementation by the network is undefined, but the DCE would probably have to sequentially generate resets on all virtual circuits.

An error at a lower level which, for example, resulted in a link reset at level 2, does not automatically have any effect at level 3. It is probable that a restart would be necessary at level 3 but this must be explicitly requested.

Optional user facilities

There are two categories of optional

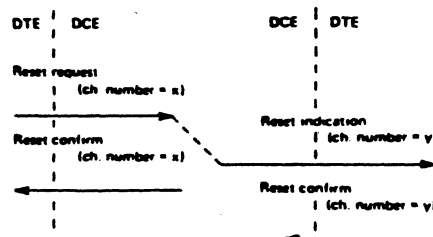


Figure 17. Reset and restart request

facilities that may be implemented in a network:

- those applying to a particular DTE/DCE connection and are set up at subscription time,
- those requested at call establishment time and apply to a particular virtual circuit; these facilities are requested in the call-request packet.

The facilities available as options are a subject for further study and may differ from one network to another. Typical optional facilities are:

- closed user groups — particular users may form a 'private' subnetwork within the public network and may communicate with each other but not with other users,
- reverse charging — the called subscriber is charged for the call,
- flow control parameter selection — the window size and maximum packet length may be selectable to allow various throughput classes,
- packet retransmission — the use of the reject packet by a DTE to request retransmission of data packets from the DCE,
- one way logical channels — the use of a logical channel may be limited to either incoming or outgoing calls to avoid call collision; this does not imply one-way information flow.

Timeouts

The official recommendation does not define any timeouts for level 3, but they would obviously be required on transmission of data packets, call set up, reset and clearing packets, interrupts etc. The length of the timeout will depend on whether the acknowledgements for these packets are generated locally or are end-to-end.

NETWORK IMPLEMENTATION STRATEGIES

Independence between levels

The three levels of X.25 are independent in that a particular level depends only on the services provided by a lower level and not on how it is imple-

mented. This means, for example, that level 3 could be implemented with a level-2 datalink control other than LAPB or LAP, e.g. basic mode synchronous communication or a datalink control that supports multidrop configuration or half-duplex circuits. Similarly, levels 1 and 2 could be used with a different level 3.

Virtual-circuit implementation

The X.25 specification merely defines the technique of accessing the network and allows some freedom in the choice of the internal switching strategy within the network. The two possible techniques^{20,21} are

- logical-channel switching — hop-by-hop virtual circuits, or
- independent packet switching — datagrams

Logical channel switching

This uses level 3 of X.25 between switching nodes internally within the network, as in France's Transpac network (see Figure 4). Adaptive routing is used to select a path at call-set-up time, thereafter, fixed routing is used i.e. data packets for a particular end-to-end VC follow a fixed path. This approach, which is favoured by the PTTs, has the following implications:

- reliability must be provided by redundant hardware and duplicate datalinks between nodes,
- error and flow control is applied on a hop-by-hop basis and is not end to end, which implies an extra level of control is still required,
- fixed routing simplifies the flushing out of packets for a reset and guarantees the sequencing of packets,
- addressing is by logical channel number which identifies a particular source/destination association and need not specify the full addresses, thus saving on bits in the packet header.

into a format that includes a full source and destination address i.e. a datagram. The packet is thus an independent entity that does not depend on the exchange of any previous packets and can take any route through the network, allowing adaptive routing techniques to be used from packet to packet. The implications of this approach are:

- the internal and external protocols of the network may be different if X.25 is still used as the external protocol,
- reliability can be provided by re-routing packets if a link or node fails,
- routing strategies may be rather complex, but can optimize the use of network resources,
- long address fields are required in a packet header which increases overheads,
- the datagram must have a maximum lifetime within the network and be discarded when this expires, or resetting a VC would require the tracing of every existing packet,
- packets may not arrive at the end node in the order in which they were transmitted,
- level 3 could provide an end-to-end protocol implemented above the datagram service thus obviating the need for an extra level of end-to-end control.

CONCLUSIONS

The CCITT X.25 recommendations specify a standard for accessing a public packet-switched network but can also be used as a computer-to-computer communications protocol for implementing a network.

It is possibly one of the most important computing standards to evolve in the 1970s in that it was formalized

before too much investment had taken place in alternatives and so it is likely to be accepted by many computer manufacturers. Its widespread use, particularly for intelligent terminals for accessing public-packet-switched networks, will result in large-scale-integrated circuit support from the semiconductor manufacturers. This is likely to lead to its use in many other applications, for example, for the implementation of local networks for distributed-process control or resource sharing by minicomputers and microcomputers within a local site.

Like most standards X.25 is obviously a compromise of conflicting requirements and, as a result, it is far from perfect. Its main imperfections are:

- it provides redundant facilities in that in most implementations, level 3 is not end to end but is only a higher level of point-to-point control, similar to that provided by the datalink-control level. Table 21 shows where redundancy occurs for local control,
- it can be very inefficient to use X.25; for example, to reach the data-transfer phase, the DTE must step through the connection phase of X.21 for a switched circuit, initialization of level 2 and the virtual-call establishment phase,
- the multiplexing facility of the packet level would not be required in many applications; for example, banking terminals or even keyboards would only require a single virtual circuit to a remote host computer,
- a datagram-based facility would be much simpler for many applications in which communications consist of short transactions rather than long sessions, for example, airline reservations, banking transactions or process control,
- there are a number of asymmetries between the DTE and DCE²²: use

Table 21. Where redundancy occurs for local control

	Physical level	Link level	Packet level
Connection set up and clearing	X		X
Data transfer set up		X	X
Error and flow control		X	X

Independent packet switching (datagrams)

The DCE transforms a data packet

of the poll command by the DTE to query the state of the DCE, use of the address at link level, resetting procedure at both link and packet level, logical channel number assignment, use of the reject command at level 3 by a DTE; these could result in some problems in using the standard as a computer-to-computer communications protocol, particularly if the application is such that all stations should be considered equal,

- the level-3 virtual circuits are commonly implemented to provide local error and flow control, but this causes confusion in that a local VC still has end-to-end ramifications when set up, reset or cleared; in addition a VC identifies a particular source and destination and so performs an end-to-end addressing function; this is an example of mixing of levels within the definition,
- the specification of level 3 has been kept vague enough to allow implementation of both local and end-to-end error control, but this could lead to compatibility problems between various implementations,
- if level 3 provides only local control, an extra level of end-to-end control must be provided by a higher level in order to guarantee reliable communication and this leads to additional overheads,
- another example of the mixing of levels is the use of the qualifier bit (Q) in the packet header. It specifies how the information content of the data field should be interpreted, but this should be completely transparent to the packet level and be specified within the data field itself as it is application dependent.
- the link level of X.25 is not suitable for broadcast techniques in which a common transmission medium (e.g. radio) connects all stations; this can be very attractive for local communications, but requires a source and destination address in the link level header,
- the physical level may be considered restrictive for some applications in that it does not allow asynchronous transmission, half-duplex or multi-drop lines.

ficiencies, X.25 is likely to be widely used in the future, particularly when hardware support is available. It will then be possible to buy a low-cost 'black box' communications module rather than implement complex software. Input/output streams, as provided in many operating systems, are similar in concept to virtual circuits and so it is possible that an X.25-like interface for accessing both local and remote peripherals will be provided in many operating systems.

In spite of its shortcomings and inef-

November 1983

Ved tilslutning efter X.21 bis rek. anvendes DCE-V og VP. Disse er beregnet for synkrone terminaler, der arbejder efter V.24 rekommandationen.

Udvælgelse af grænsefaldekredsløbene:

Albue

02. Signal jord er referencepunkt for spændingerne på alle kredsløb. Desuden anvendes det som fælles retur for ubalancerede kredsløb.

Kredsløb 103: På dette kredsløb sender DTE'en data i binær serieform.

Kredsløb 104. På dette kredsløb vil data fra nettet blive sendt til DTE'en.

Kredsløb 105. Dataterminalen kan på dette kredsløb styre afgående sendefunktioner. Der er dog en del betingelser der samtidig skal være opfyldt på andre kredsløb.

Kredsløb 106. Her kan nettet indikere at terminalen kan sende data.

Kredsløb 107. På denne kreds indikerer nettet at DCE'en er tilsluttet linien.

Kredsløb 108. Kredsløbet kan have flere funktioner og benævnes således 108/1 eller 108/2 alt efter dets anvendelse. 108/1 anvendes i forbindelse med "direkte opkald" fra terminalen og som kvittering for ankomende opkald. Ved brugen af 108/1 kan ingen anden opkaldsprocedure anvendes. 108/1 benyttes ved opkald, der foretages fra DCE'en og som kvittering for ankomende opkald.

Kredsløb 109. Bruges til indikering af at signal modtages fra nettet.

På kredsløb 114 sender nettet taktimpulser til styring af sendetakten. Sending af data på kredsløb 103 bør være synkroniseret således at data skifter når kredsløb 114 skifter fra "OFF" til "ON".

Kredsløb 115. Giver modtagetakten fra nettet. Den er synkroniseret på en sådan måde, at signalet skifter fra "OFF" til "ON" samtidig med at data fra nettet skifter.

På kredsløb 125 vil nettet signalere, når der kommer et ankommende opkald til terminalen.

Kredsløb 142. Her kan DCE'en give melding om at test pågår. Det kan være både ved hjælp af "test-knappen" på DCE'en eller ved test initieret fra nettet.

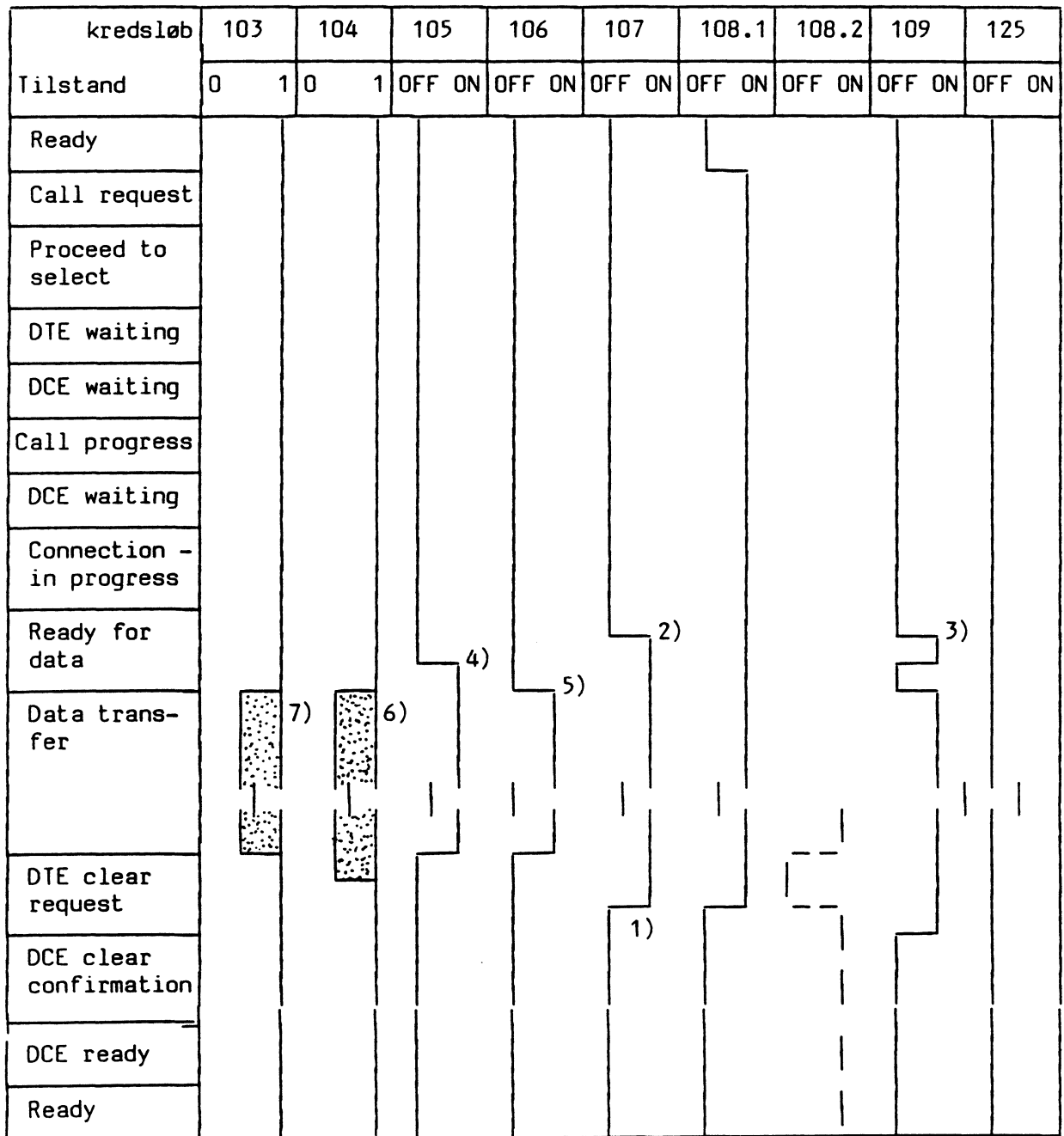
Opkoblings- og nedbrydningsprocedurer fra V-DCE typerne.

Disse typer af DCE'er er beregnet for terminaler, der ikke selv kan styre signaleringen mellem terminal og datanetcentralen. Da signaleringen mellem DCE'en og nettet følger X.21 er DCE'en udstyret med en microprocessor, som styrer den egentlige signalering til og fra nettet. Signaleringen mellem DTE'en og DCE'en vil blive relativ simpel, selv om de samme tilstande, som på X- DCE'er, skal gennemføres overfor datanetcentralen.

November 1983

Signalskema V-DCE

Opkobling og nedbrydning fra DTE
Direkte opkald



November 1983

Noter til signalskema "direkte opkald".

- 1) DCE waiting og connection in progress efter call progress kan udelades.
- 2) Kredsløb 107 skifter til "ON" så snart nettet signalerer ready for data.
- 3) Kredsløb 109 vil blive styret "ON" fra nettet i ready for data og når B-terminalen er tilkoblet vil kredsløb 105 på denne styre kredsløb 109 på A-terminalen.
- 4) Kredsløb 105 vil blive skiftet til "ON" når nettet kan modtage data. Ved fuld duplex kan 105 være "ON" konstant.
- 5) Kredsløb 106 skifter til "ON" en vis tid efter at 105, 107 og 108 alle er "ON". Den ønskede forsinkelse vil afhænge af overføringshastigheden på datasignalerne. Der kan være følgende alternativer (105, 107 og 108 "OFF" -----> "ON":)
 - Alternativ 1: <2 msek.
 - Alternativ 2: 10-20 msek.
 - Alternativ 3: 20-40 msek.
 - Alternativ 4: 30-50 msek.Der udover gælder for kredsløb 106, at når 105, 107 eller 108 går fra "ON" til "OFF", sker omslaget på mindre end 2 msek.
- 6) Modtagne data fra nettet er gennemstillet til kredsløb 104 så længe som kreds 109 er "ON". Når 109 er "OFF", skifter 104 til binær tilstand "1".
- 7) Sendedata på kredsløb 103 vil blive sendt til nettet så længe som kredsløb 106 er "ON". Undtagen herfra er dog tilfældet af kortvarig tab af synkronisme. Her vil kredsløb 109 skifte til "OFF". Desuden kan der i tilfælde af clear indication, spærres for sending af data, selv om kreds 106 stadig er "ON". Dersom kreds 106 skifter til "OFF" i datafasen vil der sendes konstant "1" mod den anden terminal.

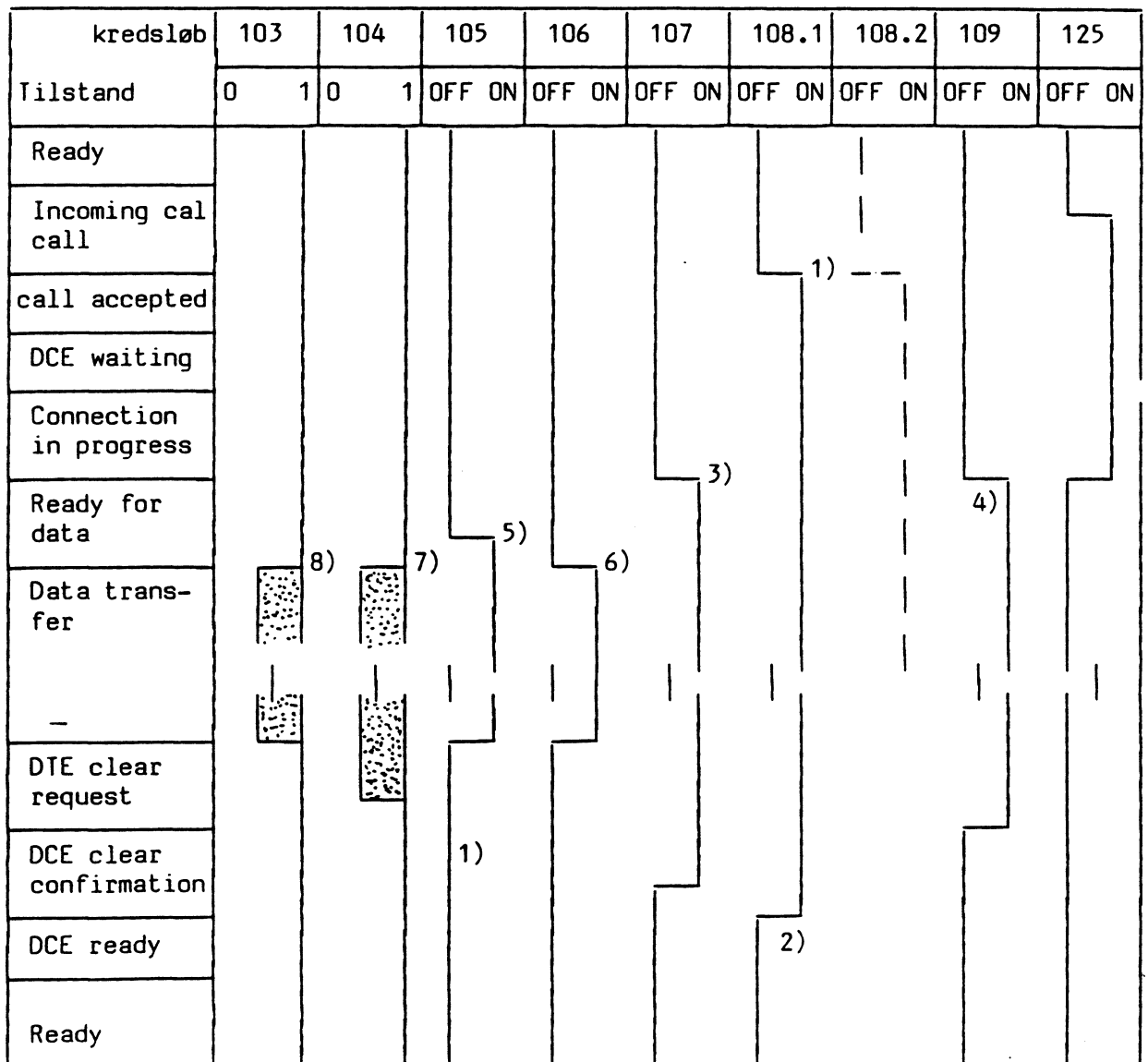
November 1983

Noter til nedbrydning fra DTE

- 1) Når DCE'en har modtaget signalet DCE clear confirmation, skifter kreds 107 til "OFF" og der er atter klar for nyt opkald.

Signalskema V-DCE

Ankommende opkald og nedbrydning
ved brug af clear-knap på DCE



Noter for signalskema for ankommende opkald

- 1) Call accepted sendes automatisk mod nettet umiddelbart efter at kredsløb 125 er gået "ON", dersom kredsløb 108 er permanent "ON". Ellers skal terminalen svare med call accepted inden 500 msek. ved at sætte kredsløb 108 "ON". I modsat fald vil opkaldet blive annulleret.
- 2) DCE waiting og connection in progress kan blive udeladt.
- 3) Når signalet ready for data detekteres i DCE'en vil kredsløb 107 skifte til "ON".
- 4) Kredsløb 109 vil blive styret fra A-DTE'ens kredsløb 105.
- 5) Når terminalen er klar til at sende data skifter kredsløb 105 til "ON".
- 6) Kredsløb 106 skifter til "ON" efter en vis tid afhængig af overføringshastigheden. Der kan vælges mellem de samme alternativer, som beskrevet under direkte opkald.
- 7) og 8)
For sende- og modtagedata gælder samme betingelser, som nævnt under direkte opkald.

Noter til nedbrydning med "CLEAR-knap" på DCE

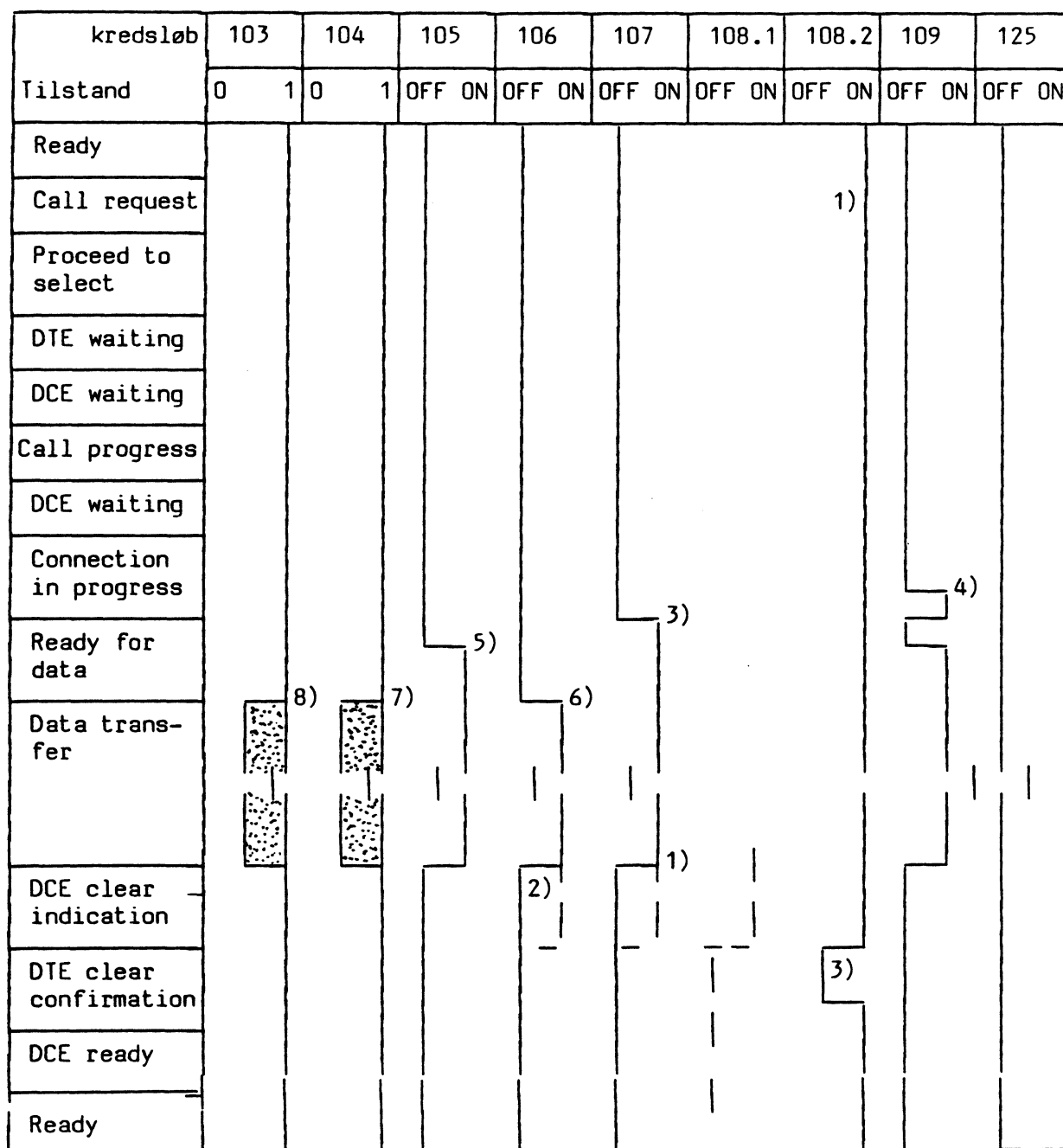
- 1) Når clear-knappen trykkes vil DCE'en sende samme signal mod nettet, som når kredsløb 108 skiftes til "OFF". Kredsløb 107 vil gå "OFF" når DCE'en modtager signalet DCE clear confirmation.
- 2) Dersom kredsløb 108/1 bruges vil ready signalet mod nettet blive sendt når kredsløb 108/1 er gået "OFF".

Noter til opkobling fra DCE med "CALL-knappen".

- 1) For at kunne kalde op med call-knappen på DCE'en skal kredsløb 108/2 være "ON".
- 2) DCE waiting og connection in progress kan udelades.
- 3) Når nettet er klar til data sættes 107 "ON".
- 4) Kredsløb 109 styres fra nettet indtil datafasen indtræder, og derefter styres kredsen af kreds 105 på B-terminalen.
- 5) Kredsløb 105 styrer kreds 109 på B-terminalen. 105 vil være konstant "ON" ved fuld duplex-drift.
- 6) Når nettet er klar til at modtage data sættes kreds 106 "ON". Dette sker med en vis forsinkelse afhængig bl.a. af overføringshastigheden. Se alternativerne under direkte opkald.
- 7) og 8)
For sende- og modtagedata gælder de samme betingelser, som beskrevet under direkte opkald.

Signalskema V-DCE

Opkobling ved Call-knap og nedbrydning
fra nettet (direkte opkald).

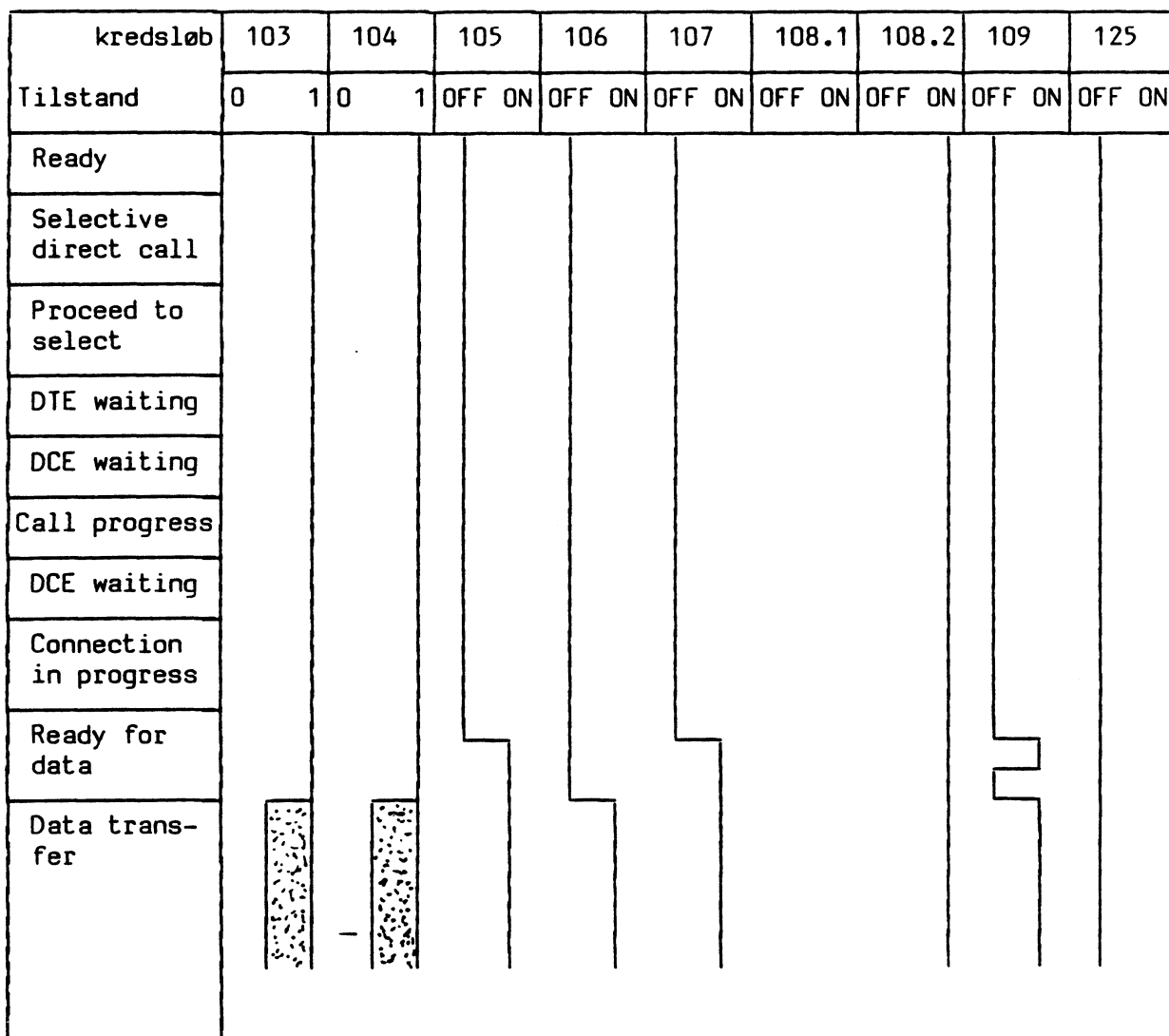


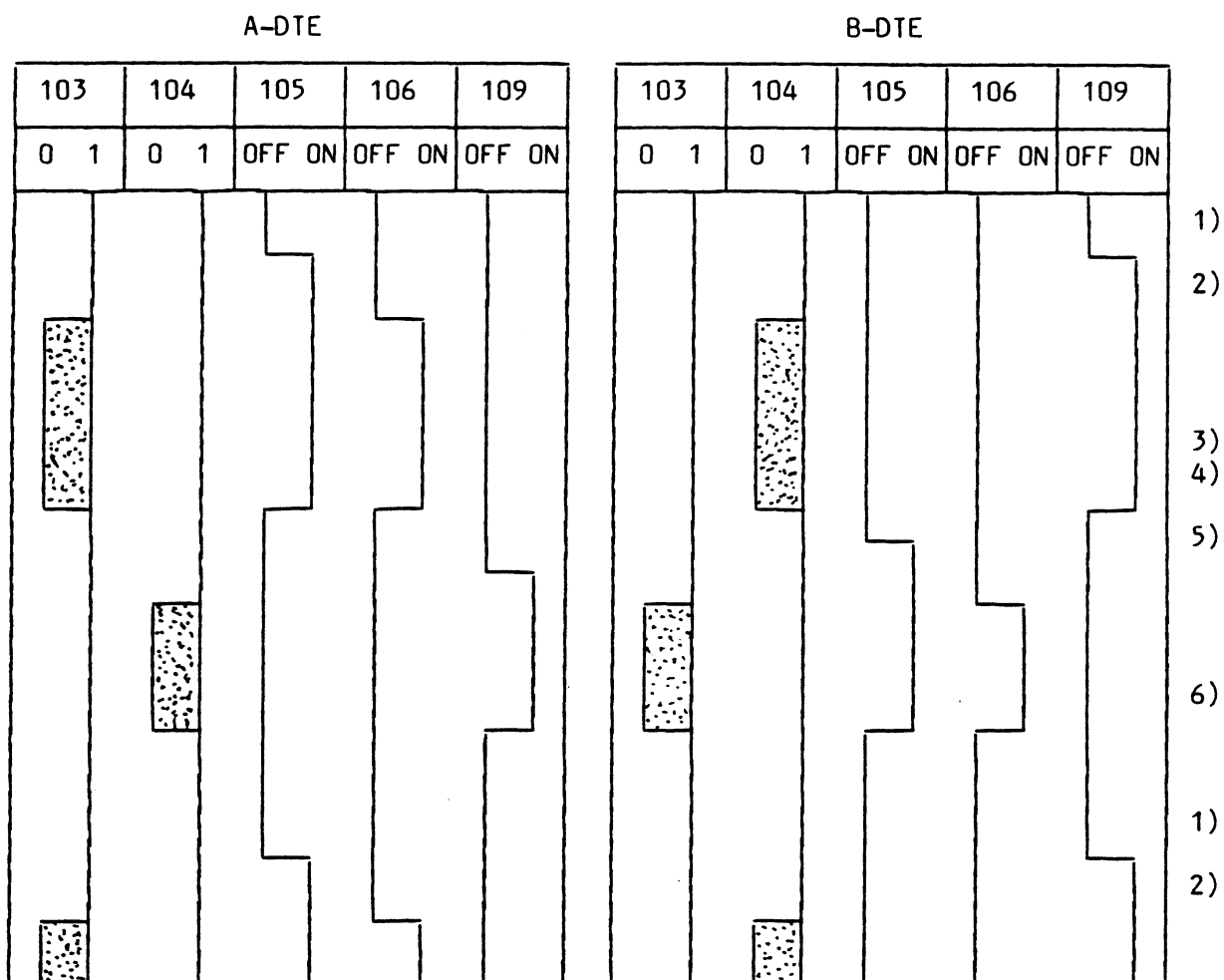
Noter til nedbrydning fra nettet.

- 1) Kredsløb 107 går "OFF" når DCE'en modtager DCE clear indication. Alternativt kan 107 være koblet således at kredsen ikke skifter før 108 er gået "OFF".
- 2) Kredsløb 106 skifter til "OFF" straks når enten kredsløb 105, 107 eller 108 går "OFF". Alternativt kan 106 kobles så den kun skifter til "OFF" når signalet DCE clear indication er detekteret i DCE'en.
- 3) DTE'en skal som svar på DCE clear indication svare med DTE clear confirmation inden 50 msek. Derefter vil nettet give signalet DCE ready og terminalen skal svare med ready.

Noter til nummervalg og selektiv
direkte opkald

For disse 2 tjenester gælder helt de samme betingelser, som nævnt under opkald fra DCE'en med "CALL-knappen".

Signalskema VP-DCE.Selektiv direkte opkald

Signalskema for half duplex-drift.

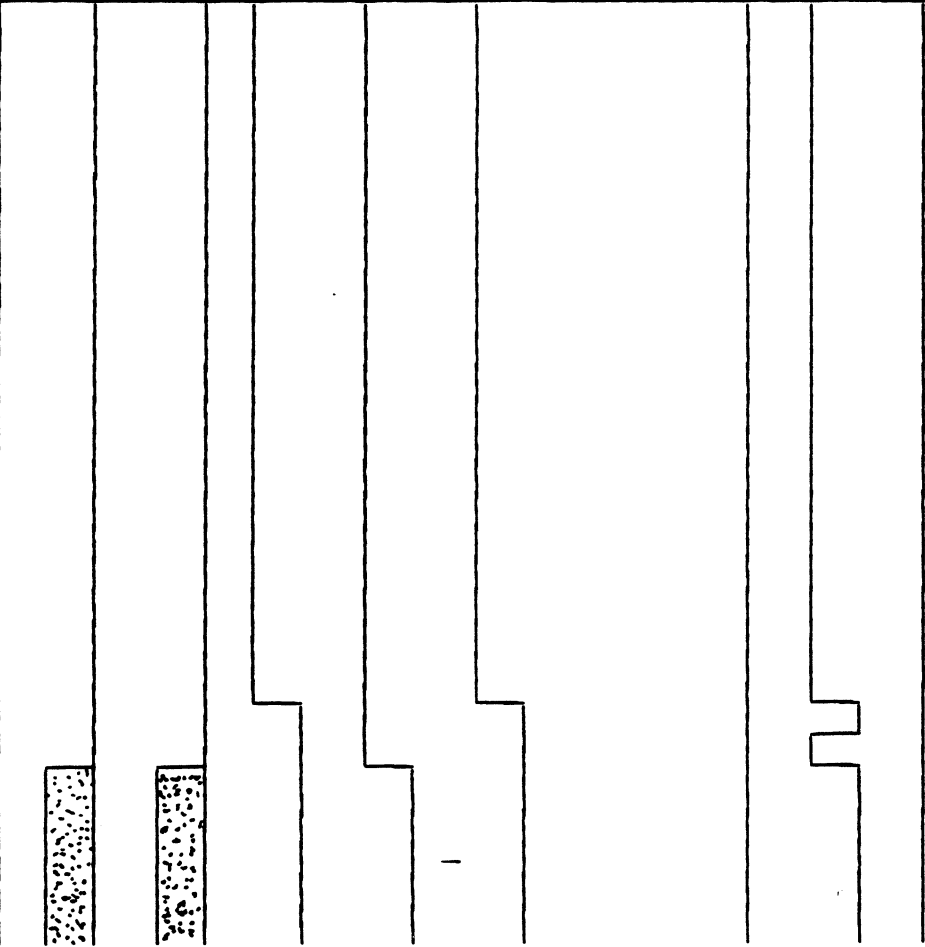
Det forudsættes at kredsløb 107 og 108 er konstant ON, da der er oprettet datafase.

- 1) A-DTE ønsker at sende. Kreds 109 på B-DTE følger 105 på A-DTE.
- 2) Kreds 106 vil skifte efter en vis forsinkelse i forhold til kreds 105. Når 106 er "ON" kan data på 103 passere til B-DTE.
- 3) A-DTE har afsluttet sendingen og kreds 105 går "OFF". 106 skifter umiddelbart til "OFF". På B-DTE'en skifter 109 til "OFF" 2 kuverter efter at 105 på A-DTE er gået "OFF".
- 4-6) B-DTE ønsker at sende og kreds 105 sættes "ON". Derefter sker nøjagtig det samme som beskrevet i punkt 1 - 3 blot styret fra B-DTE.

November 1983

Signalskema VP-DCE

Nummervalg

kredsløb	103	104	105	106	107	108.1	108.2	109	125	
Tilstand	0	1	0	1	OFF ON	OFF ON	OFF ON	OFF ON	OFF ON	OFF ON
Ready										
Call request										
Proceed to select										
Selection signals										
DTE waiting										
DCE waiting										
Call progress										
DCE waiting										
Connection in progress										
Ready for data										
Data transfer										

November 1983

Tidsovervågninger i DTE.

Tidsgrænse	Tidsgrænse reference	Begyndes med	Afsluttes normalt med	Aktivitet ved tidsoverskridelse
3 sek.	T 1	Call request	Proceed to select	DTE ready
20 sek.	T 2 *)	selection signals end eller DTE waiting ved direkte opkald	Call progress signal eller ready for data	DTE clear request
2 sek.	T 3 *)	Call progress signal	Ready for data eller DCE clear indication	DTE clear request
2 sek.	T 4	Call accepted	Ready for data eller DCE clear indication	DTE clear request
2 sek.	T 5	DTE clear request	DCE ready	DCE not ready
2 sek.	T 6	DTE clear configuration	DCE ready	DCE not ready

*) Disse tider forventes overholdt af operatøren selv. Dvs. at man selv bryder forbindelsen inden disse tider overskrides.

Tidsovervågninger i DCE.

Tidsgrænse	Tidsgrænse reference	Begyndes med	Afsluttes normalt med	Aktivitet ved tidsoverskridelse
36 sek.	T 11	Proceed to select	Selection signals end eller DTE waiting	DCE clear indication eller call progress signal efterfulgt af DCE clear indication
6 sek.	T 12*)	Proceed to select	DTE waiting	
500 msek.	T 14	Incoming call	Call accepted	DCE ready
100 msek.	T 15	DCE clear indication	DTE clear confirmation	DCE ready og DTE uncontrolled not ready
100 msek.	T 16	DCE ready	Ready	Nettet markerer DTE uncontrolled not ready, når der senere kommer opkald til DTE'en

*) Gælder kun for selektiv direkte opkald.

November 1983

X.21 bis specificationer der ikke forekommer i datanettet.

Der vil ikke blive tilslutning for fast kredsløb (leased line). Dermed bortfalder hele afsnit 1.

Afsnit 2.2.

Der vil ikke for nuværende blive tilbudt højere overføringshastighed end 9600 bit/s.

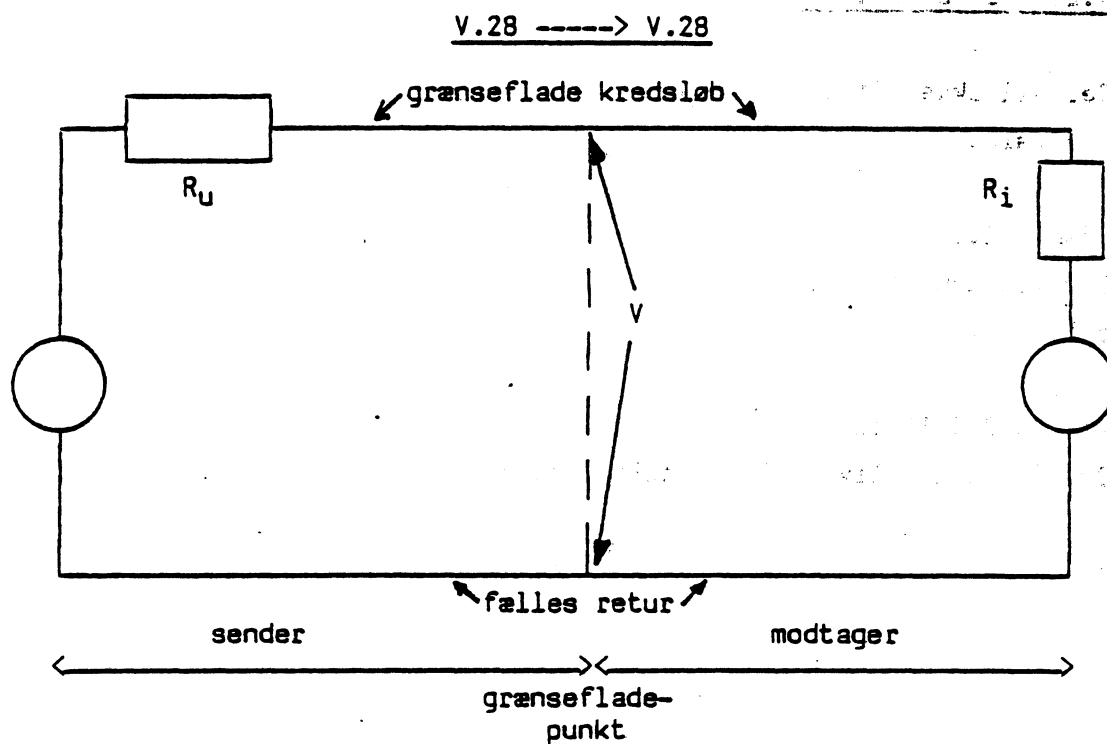
Afsnit 2.2.11 ii)

Der vil ikke blive tilbudt tilslutning med 200 serie interface kredsløb.

Afsnit 2.3.2 iii)

Vil ikke blive tilbudt.

November 1983



Spænding V skal være mellem ± 3 Volt og ± 15 Volt.

Tomgangsspændingen målt over grænsefladepunktet må ikke overskride ± 25 Volt.

For modtageren gælder:

Binær "0" skal være $> + 3$ Volt.

Binær "1" skal være $< - 3$ Volt.

Indgangsimpedansen R_i bør ligge mellem 3000 og 7000 .

Desuden må modtageren kunne acceptere ± 25 Volt uden at blive ødelagt.

DCE'erne beregnet for NPDN vil for senderens vedkommende have følgende data:

Binær "0" eller "ON" + 8 \longrightarrow + 10 Volt.

Binær "1" eller "OFF" - 8 \longrightarrow - 10 Volt.

Udgangsimpedans (R_U) ca. 300 Ω .

For modtagerne gælder følgende:

Binær "0" eller "ON" $> + 3$ Volt.

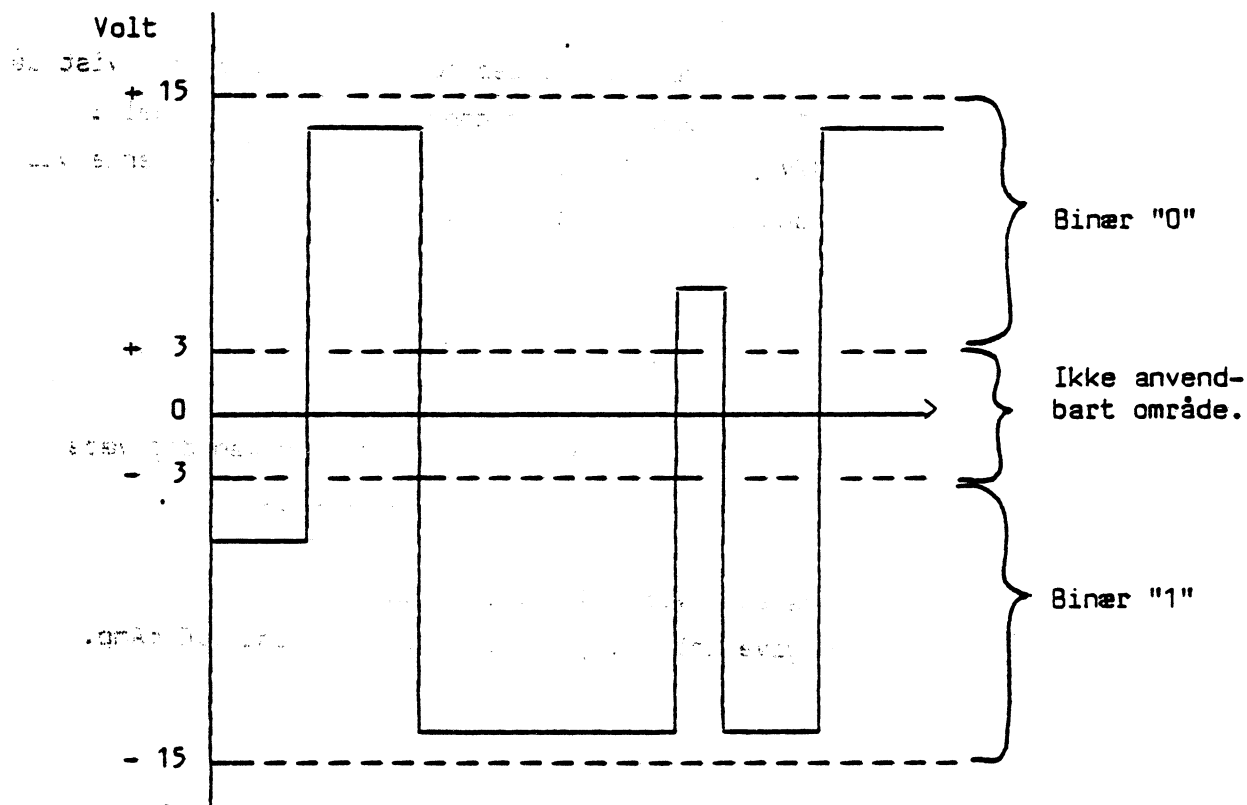
Binær "1" eller "OFF" $< - 3$ Volt.

Højeste tilladte spænding ± 25 Volt.

Indgangsimpedans (R_I) 4,7 k $\Omega \pm 10$ %.

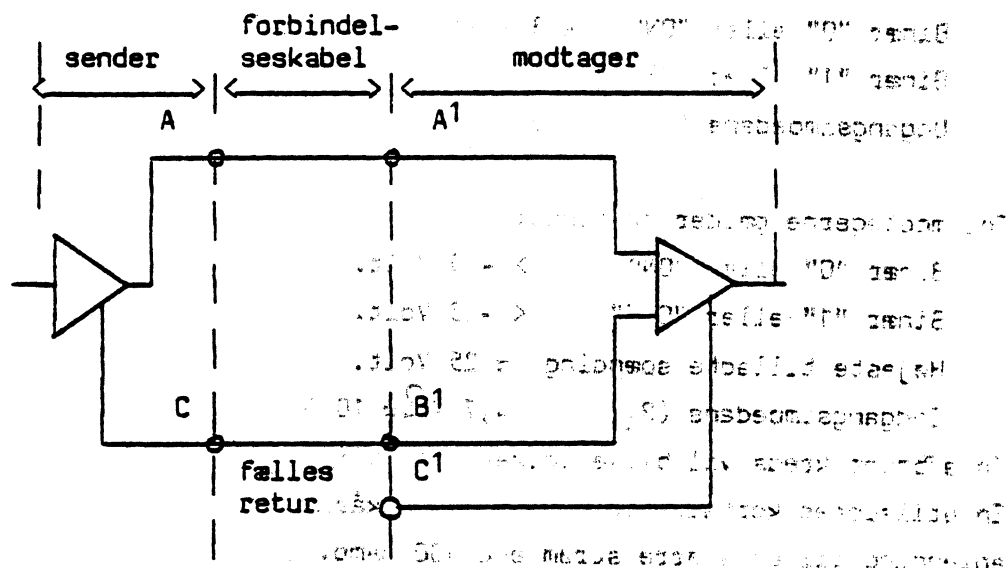
En afbrudt kreds vil blive tolket som "OFF" eller "1".

En utilsigtet kortslutning mellem 2 vilkårlige kredsløb, må ikke give anledning til en større strøm end 500 mAmp.



V.28 Anbefalede spændinger på grænseflade kredsløbene.

November 1983



For X.26 grænseflade vil sammekoblingen af sender og modtager være som vist på ovenstående figur. En ren X.26 sammenkobling er ganske vist ikke aktuell i datanettet, men derimod X.26/V.28 og X.26/X.27, og for disses vedkommende vil forholdene ved sender hhv. modtager gælde for X.26.

For senderen gælder følgende:

Binær "0" eller "ON": A er positiv i forhold til C.

Binær "1" eller "OFF": A er negativ i forhold til C.

Størrelsen af spændingen bør være mellem 4 og 6 Volt, men kan dog være mindre. I det tilfælde ved modtageren, så denne kan arbejde tilfredsstillende.

Senderens udgangsimpedans skal være 50 eller mindre.

En kortslutning må ikke give anledning til større strøm end 150 mAmp.

For modtageren gælder:

Differensspændingen $V_A - V_B$ (begge målt i forhold til C') skal ligge mellem værdierne $+6$ Volt til $0,3$ Volt for binær "0" eller "ON", og -6 Volt til $-0,3$ Volt for binær "1" eller "OFF".

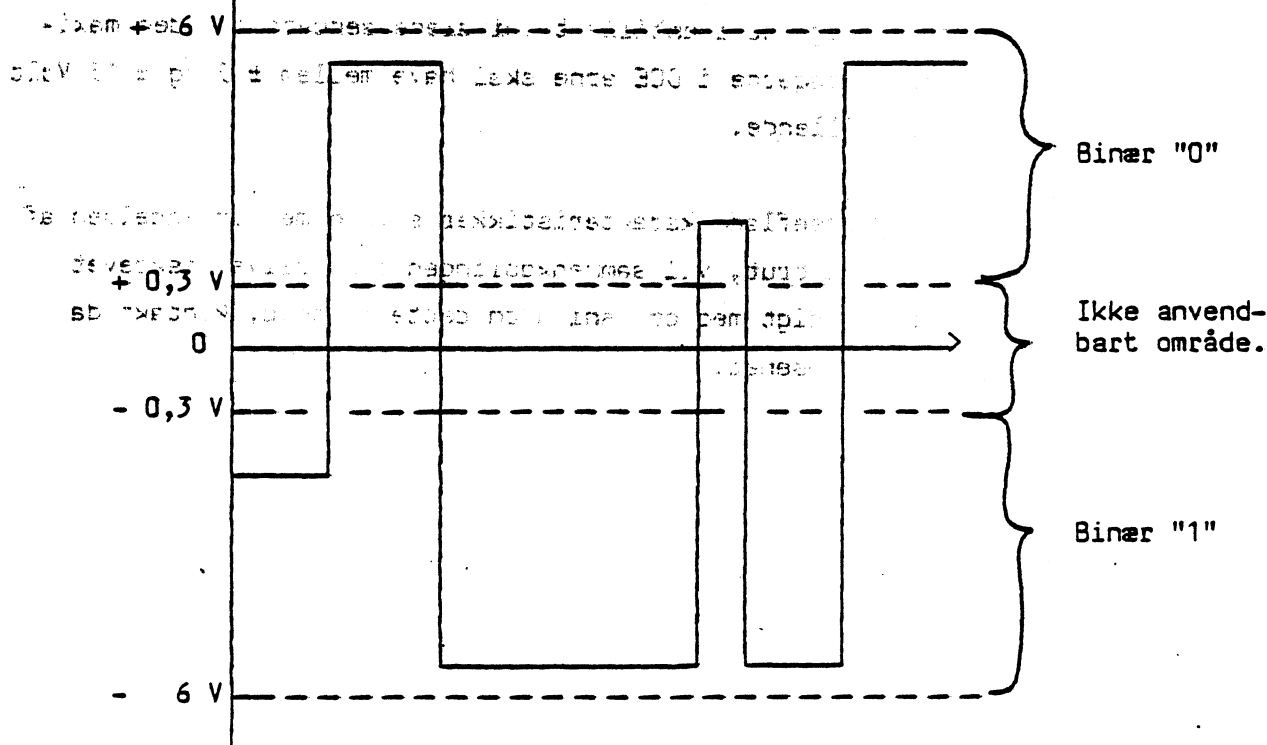
Indgangsimpedansen skal være høj.

For modtageren gælder ligeledes, at den skal kunne acceptere en spænding på 12 Volt uden at tage skade, og for spændinger på op til 10 Volt skal den kunne arbejde tilfredsstillende.

For afsenderen gælder:

Indgangsimpedansen skal være høj.

For afsenderen gælder ligeledes, at den skal kunne acceptere en spænding på 12 Volt uden at tage skade, og for spændinger på op til 10 Volt skal den kunne arbejde tilfredsstillende.



Anbefalede differensspændinger ($V_A - V_B$).

November 1983

V.28 —————> X.26

For tilslutning til datanettet efter X.20 bis eller X.21 bis vil DCE'en altid have elektriske karakteristika efter V.28-rek. Derimod kan terminalen være efter enten V.28 eller X.26.

Dersom terminalen er udstyret med 25-polet stik, skulle der ingen problemer være i forbindelse med datanettet, da DCE'erne opfylder alle krav, som X.26 stiller til DCE'en. Især for V.28 sendere gælder, at de må afgive spændinger på ± 25 Volt, hvilket kan forårsage ødelæggelse af X.26 modtagere. Det skulle ikke i forbindelse med datanettet være nødvendigt med ekstra beskyttelse af modtagerne (X.26), da senderne (V.28) ikke giver højere spænding end ± 10 Volt. Det kan være nødvendigt at indstille terminalens sendere til den maksimale sendespænding, da modtagerne i DCE'erne skal have mellem ± 3 og ± 15 Volt for at arbejde tilfredsstillende.

Da anvendelsen af X.26 grænseflade-karakteristikker sammen med anvendelsen af 37-polet stik er meget lidt brugt, vil sammenkoblingen ikke blive beskrevet her. Skulle det være nødvendigt med oplysning om dette forhold, kontakt da venligst Post- og Telegrafvæsenet.