

ISDN

Durch die Digitalisierung der Telephonnetze wurde es möglich die vorher in eigenen Datennetzen angebotenen Dienste der Datenübertragung wie z.B.: X25 auch im Telephonnetz anzubieten. Man spricht vom Integrated Services Digital Network.

Im digitalisierten Telephonnetz steht die Durchschaltung von 64kBit/s Kanälen zur Verfügung. Man spricht von sogenannten Bearer-Channels oder B-Kanälen.

Anschlussarten

Als Zugang zum ISDN wurden zwei Anschlussarten definiert:

- **Basic rate access 2B+D**
Der ISDN-Basisanschluss stellt 2 B-Kanäle zur Verfügung. Zusätzlich existiert zwischen Amt und Teilnehmer noch ein sogenannter D-Kanal mit 16kBit/s auf dem die vermittlungstechnischen Informationen (Gesprächsaufbau....) ausgetauscht werden.
- **Primary rate access 30B+D**
Der ISDN Primärmultiplexanschluss stellt 30 B-Kanäle zur Verfügung. Die vermittlungstechnischen Daten werden in einem zusätzlichen 64kBit/s D-Kanal (Zeitschlitz 16) ausgetauscht. Mit einem weiteren 64kBit/s Kanal zur Synchronisation ergibt sich der schon vom PCM her bekannte Datenstrom von 2.048Mbit/s.
In Amerika wird der ISDN-Primärmultiplexanschluss mit 23B+D+Synch analog dem PCM24 System (T1) verwendet.

OSI-Schichten des ISDN:

Die ISDN-Standards sind nach dem OSI Schichtenmodell gegliedert.

Schicht 1 (Physical Layer)

Definiert die elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Schnittstelle wie Steckerbelegung, Spannungen, Bitraten und den PCM-Rahmenaufbau.

Zur Realisierung von Schicht 1 stehen für jede Art des Referenzpunktes eigene ISDN-Chips zur Verfügung.

Schicht2: (Data link layer)

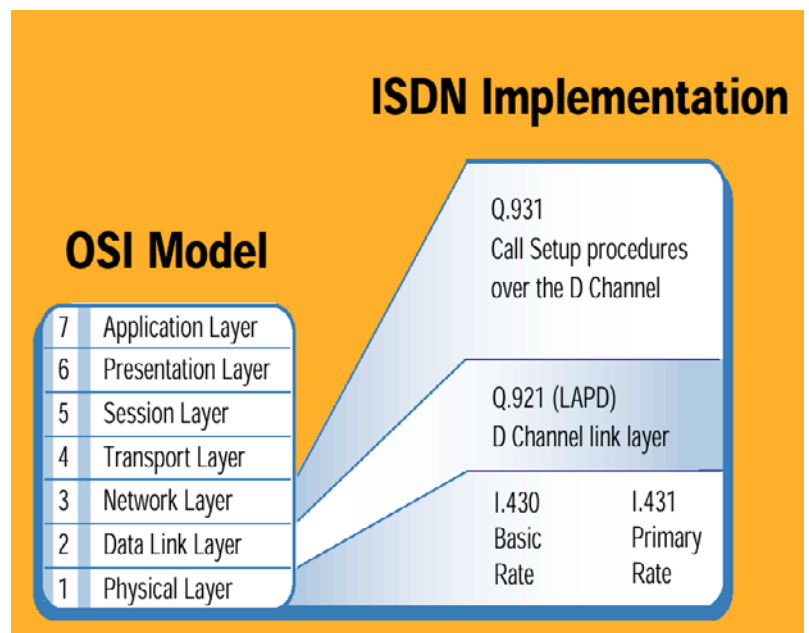
Definiert die gesicherte Übertragung von Informationen in sogenannten HDLC-Paketen. Nur der D-Kanal benutzt ISDN-Layer2 auch Link Access Protocol – D (LAP-D) genannt. Die Nutzdaten in den B-Kanälen benutzen Protokolle des jeweiligen Dienstes (z.B. Sprache...G.711 oder Internetzugang ... PPP)

Die Realisierung von Schicht 2 erfolgt in HDLC-Controller-Chips.

Schicht3: (Network Layer)

Spezifiziert die Protokolle zum Auf- und Abbau von Verbindungen und die Übertragung von zusätzlichen Informationen wie Gebühren oder Anzeige der Rufnummer des Rufenden.

Die Realisierung von Schicht 3 erfolgt in der Software der angeschlossenen Einrichtungen.



Physical layer (Layer1)

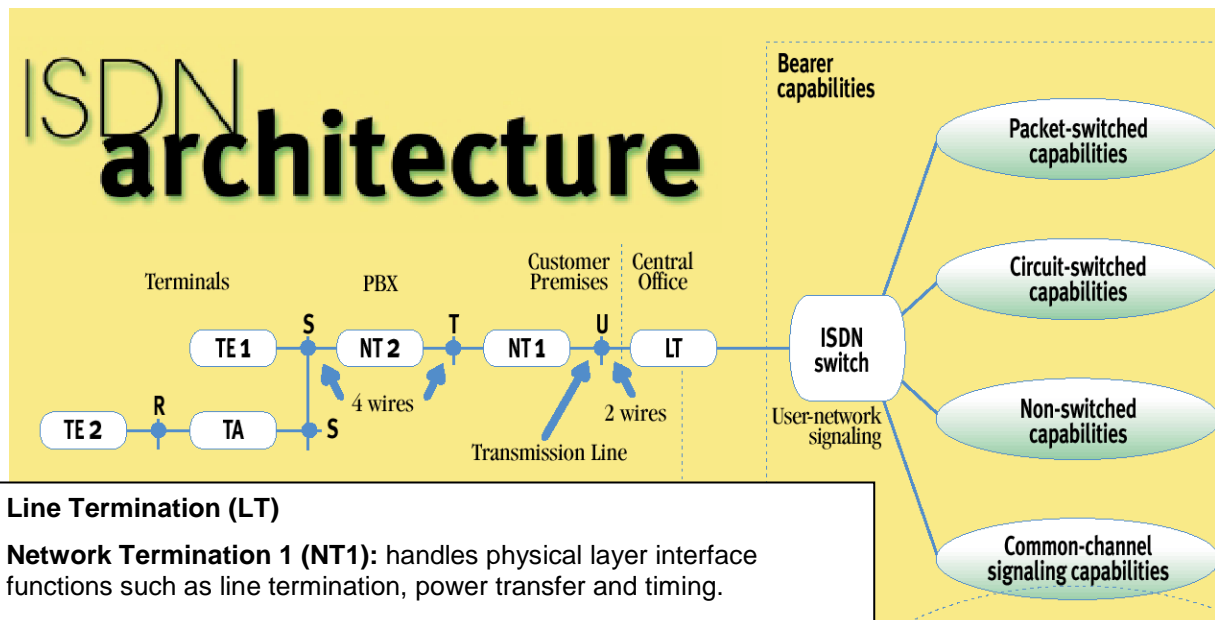
Basic rate interface:

Um digital bis zum Teilnehmer zu gelangen ist es notwendig $2B+D = 144 \text{ kBit/s}$ (BRI) auf der, ursprünglich nur für Sprachfrequenzen gelegten Telephonleitung zu übertragen.

Dies ist in kleinen privaten Netzwerken (Leitungslänge $< 1.5\text{km}$) sehr einfach und wird dort mit sogenannten Ping-Pong Chips durchgeführt die im Telephonapparat und in der digitalen Teilnehmerschaltung integriert sind.

In öffentlichen Vermittlungssystemen mit Teilnehmerleitungslängen von bis zu 10 km und mehr ist jedoch ein höherer Aufwand erforderlich. Man benötigt ein „Kabelmodem“ das die Daten für die Übertragung codiert und über die Telephonleitung überträgt. Das „Kabelmodem“ heißt nach ISDN-Terminologie im Amt „Line-Terminator“ und beim Teilnehmer „Network-Terminator“.

Der Network- Terminator stellt auf der Teilnehmerseite einen Bus (S- Interface) zur Verfügung an den dann die Endgeräte (ISDN-Telephonapparate, ISDN-PABX, PC mit ISDN-Karte...) angeschlossen werden können.



In kleinen ISDN-Installationen (SOHO) wird nur ein NT1 verwendet, und die Endgeräte an den S-Bus angeschlossen.

Bei etwas größeren Installationen wird eine ISDN-PABX verwendet die hier NT2 bezeichnet wird und über das T-Interface an ein oder mehrere BRI-Links zum Amt angeschlossen wird.

Für noch größere Installationen erhält die PABX (NT2) einen oder mehrere PRI-Links (a 30 Kanäle).

U-Schnittstelle

Die Übertragung auf der Telefonleitung nennt man nach ISDN-Terminologie U-Schnittstelle. Auf ihr erfolgt die Datenübertragung über die Distanz Amt-Teilnehmer in beiden Richtungen.

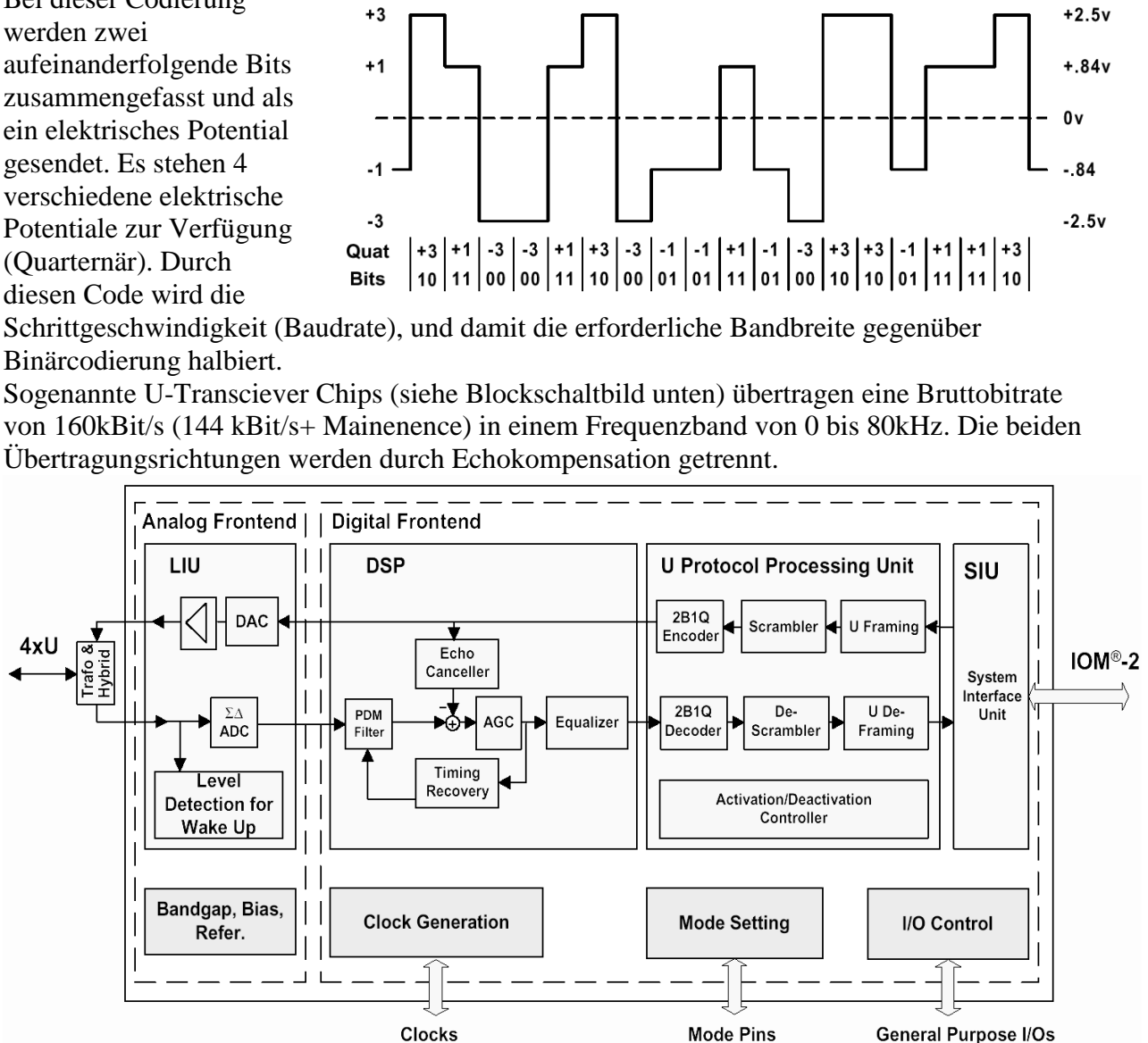
Als Übertragungsverfahren wurde eine 2B1Q Codierung festgelegt.

Bei dieser Codierung

werden zwei aufeinanderfolgende Bits zusammengefasst und als ein elektrisches Potential gesendet. Es stehen 4 verschiedene elektrische Potentiale zur Verfügung (Quarternär). Durch diesen Code wird die

Schrittgeschwindigkeit (Baudrate), und damit die erforderliche Bandbreite gegenüber Binärcodierung halbiert.

Sogenannte U-Transceiver Chips (siehe Blockschaltbild unten) übertragen eine Bruttobitrate von 160kBit/s (144 kBit/s+ Maintenance) in einem Frequenzband von 0 bis 80kHz. Die beiden Übertragungsrichtungen werden durch Echokompensation getrennt.



Trotz des relativ hohen Aufwands ist nicht jede Telefonleitung für ISDN geeignet. Neben der Kabellänge kommt es vor allem auf dessen Dämpfung im Übertragungsbereich (0 bis 80kHz), auf dessen Homogenität (Änderungen des Durchmessers oder des Isolationsmaterials führen zu Impedanzsprüngen und damit zu Reflexionsstellen) und auf die Entkopplung gegen Störungen an. Als Störer fungieren vor allem andere benachbarte Übertragungen als auch die Flanken der Ruf- und Wahlimpulse im selben Kabel durch Nebensprechen. Bei Leitungen mit zu großer Dämpfung (>8km) wird ein Repeater geschaltet, der das Signal in beiden Richtungen regeneriert.

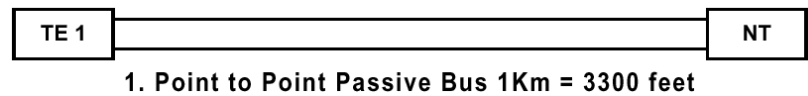
Der NT1 und die Leitung wird vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt und bleibt in dessen Eigentum. Die eigentliche ISDN-Telephonschnittstelle an die der Benutzer seine Geräte anschließen kann ist das S (oder T) -Interface.

S/T -Interface

Das S-Interface besitzt je ein verdrehtes Adernpaar für die Transmit- und Receive-Richtung. Die Installation kann in 3 Varianten erfolgen:

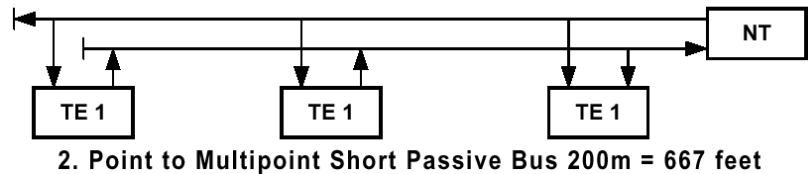
a) Punkt zu Punkt

Das heißt nur ein Endgerät wird an den NT angeschaltet



b) Short Passive Bus

bis zu 8 Endgeräte können an beliebigen Stellen des maximal 100 bis 200 m¹ langen Busses angeschaltet werden.

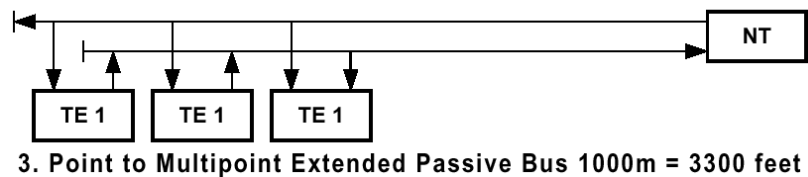


c) Extended Passive Bus

Anschaltung von bis zu 8 Endgeräten in Entfernung bis zu 1000m vom NT

Die Entfernung aller

Endgeräte untereinander ist bei dieser Installation aus Laufzeitgründen auf 50m beschränkt.



Für b) und c) gilt:

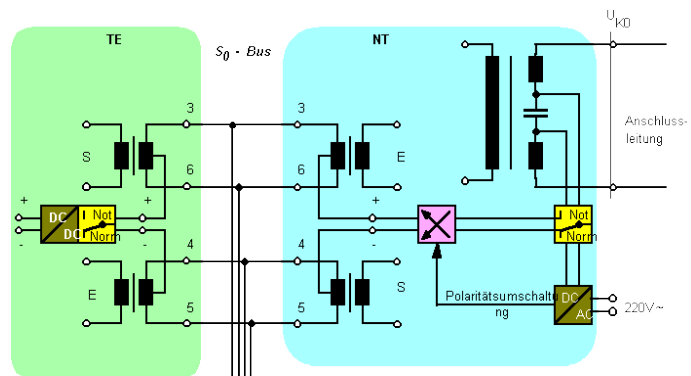
- Die Entfernung des Endgerätes (TE) vom Bus ist mit 10m (Kabel + Anschlussschnurlänge) begrenzt (für den NT sind es 3m)
- Der Bus ist an allen Enden mit einem 100 Ω Widerstand abzuschließen.

Speisung:

Der NT besitzt eine lokale Stromversorgung und beliefert bei Bedarf die TEs über die S0-Schnittstelle mit Energie. Die Leistung ist dabei mit 4,5 Watt begrenzt. Bei Ausfall der lokalen Energieversorgung übernimmt das ISDN aber eine Notversorgung von 420 mW, d.h. die ISDN-Teilnehmervermittlungsstelle versorgt über die

Zweidrahtanschlußleitung zumindest noch ein Endgerät mit Energie.

Die TEs erkennen die beiden Zustände durch unterschiedliche Polung der ankommenden Versorgungsspannung. Auf diese Weise können die TEs entsprechend reagieren, indem bei Ausfall der eigenen Stromversorgung beispielsweise nur noch ein Telefonapparat aktiv bleibt.



¹ Abhängig von den Kabeleigenschaften

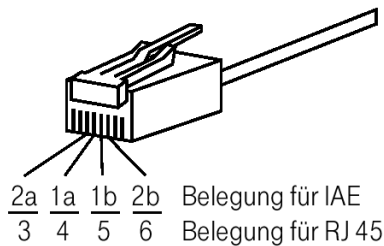
bei Kabelkapazität < 50nF/km (PE-isoliertes Kabel) max. 180m

bei Kabelkapazität < 120nF/km (PVC-isoliertes Kabel) max. 120m

Stecker:.

Für den ISDN-Anschluss wird der Western-Stecker (RJ45) verwendet.

Die Adern 3,6 sowie 4,5
sind miteinander verdreht.



Pin	TE	NT
1	NC	NC
2	NC	NC
3	Transmit+	Receive+
4	Receive+	Transmit+
5	Receive-	Transmit-
6	Transmit-	Receive-
7	NC	NC
8	NC	NC

Line Code

Als Leitungscode wird ein inverser AMI (Alternate Mark Inversion)- Code benutzt. Eine 0 wird durch +0.75V oder -0.75V signalisiert. Eine 1 durch 0V (genau genommen bleibt der Sender einer 1 hochohmig). Die Auswahl der Spannungen +U oder -U für die Codierung der 0 erfolgt abwechselnd so dass gleich viele +U und -U vorkommen (AMI) . Dadurch wird das Signal gleichstromfrei und kann über Übertrager geführt werden.

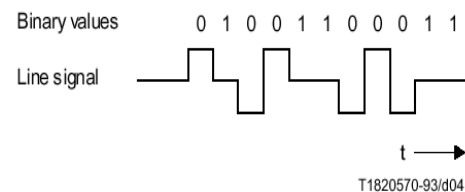


FIGURE 4/I.430

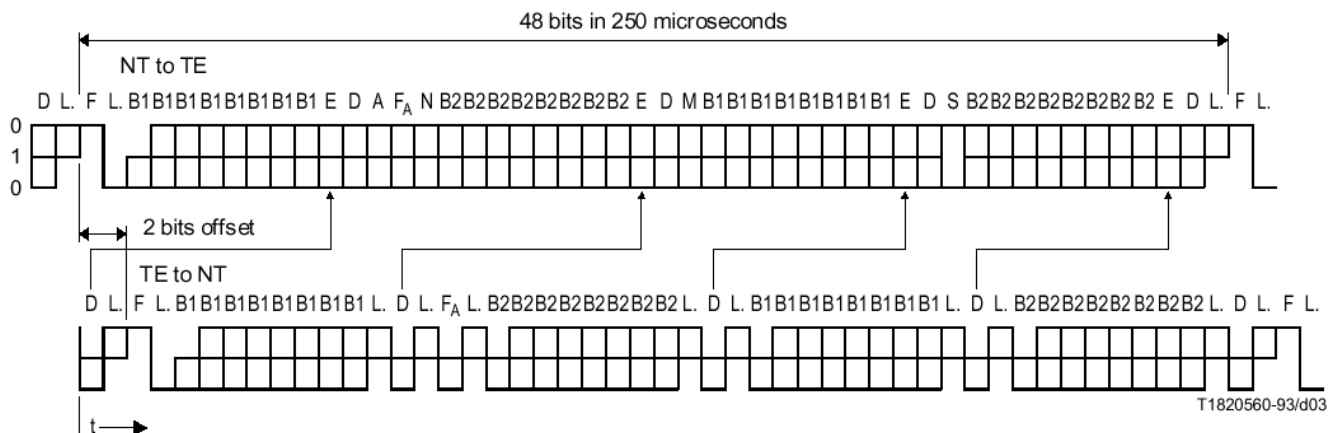
Pseudo-ternary code – Example of application

Übertragungsrahmen

Die Bits von $250\mu\text{s}$ werden zu einem Übertragungsrahmen zusammengefasst.

Die Übertragungsrate ist 192 kBit/s

(2*64 Kbit B-Kanäle +16kBit/ D-Kanal +48kBit/s Overhead)



- F Framing bit
- L D.c. balancing bit
- D D-channel bit
- E D-echo-channel bit
- F_A Auxiliary framing bit (see 6.3)

N	Bit set to a binary value $N = \overline{F}_A$ (NT to TE)
B1	Bit within B-channel 1
B2	Bit within B-channel 2
A	Bit used for activation
S	Bit used for S-channel
M	Multiframe bit

Der NT ist die Masterstation, die periodisch Rahmen erzeugt und zu allen TEs sendet. Die TEs gewinnen aus den ankommenden Rahmen ihren Sendetakt und erzeugen ebenfalls mit einem Versatz von 2 Bit Rahmen für die Gegenrichtung.

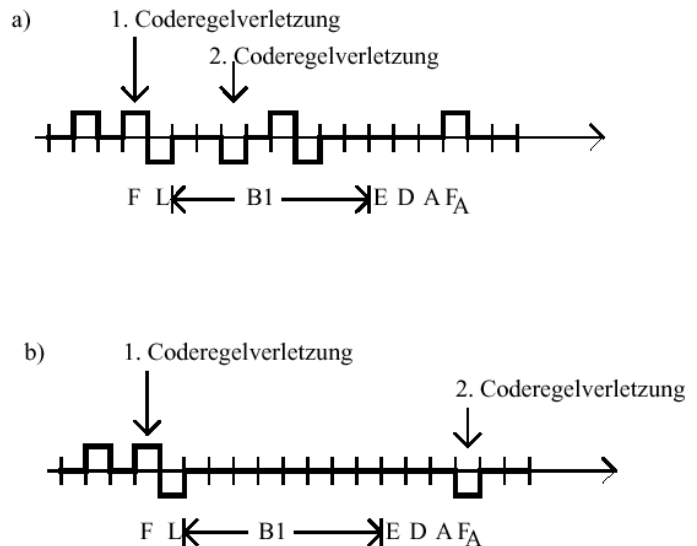
Rahmensynchronisation

Die Rahmensynchronisation erfolgt über das Rahmenbit F, das mit dem letzten positiven Pegel des vorherigen Rahmens eine Verletzung der AMI-Codierungsregel darstellt, da das F-Bit ebenfalls positiv ist. Anhand dieser Coderegelerletzung wird der Rahmenanfang erkannt. Die Coderegelerletzung wird durch das folgende L-Bit wieder ausgeglichen, so dass der Rahmen gleichstromfrei bleibt.

Da eine Coderegelerletzung auch ungewollt durch einen Übertragungsfehler entstehen kann, erfolgt zur Sicherheit eine zweite Coderegelerletzung innerhalb der dem L-Bit folgenden 12 Bit. Es sind dabei die zwei folgenden Fälle zu unterscheiden:

a) Innerhalb der folgenden 11 Bit tritt mindestens ein von Null verschiedener Pegel auf. In diesem Fall wird der erste von Null verschiedene Pegel als zweite Coderegelerletzung codiert; also negativ, da das vorangehende L-Bit ebenfalls negativ ist (siehe Bild a).

b) Innerhalb der folgenden 11 Bit tritt kein von Null verschiedener Pegel auf. In diesem Fall wird das 12. Bit (F A -Bit) als Coderegelerletzung negativ codiert (siehe Bild b).



Echokanal

Weiterhin ist in Richtung von der NT zu den TEs ein E(Echo)-Kanal vorhanden. Dieser Kanal dient dazu, die in der NT empfangenen D-Kanal-Bits zu "reflektieren". Auf diese Weise erfahren die TEs mit einem Versatz von einigen Takten, welche Information die NT im D-Kanal erkannt hat. Dies ist für die Zugriffsteuerung des Mehrfachzugriffs erforderlich.

Aktivierung / Deaktivierung der S0-Schnittstelle

Liegt kein Übertragungsbedarf vor, wird die S0-Schnittstelle in einen energiesparenden Ruhezustand versetzt. Es erfolgt keine Signalübertragung, die Empfangsschaltungen in NT und allen TEs werden aber aktiv gehalten. Entsteht seitens der NT Übertragungsbedarf (z.B. ein Ruf kommt an), beginnt die NT mit dem Aussenden von Rahmen, bei denen zunächst aber alle Kanäle noch leer sind. Die TEs beginnen nach einer Synchronisationsphase ihrerseits korrekte, aber noch leere Rahmen zur NT zurückzusenden. Sobald die NT einen korrekten Rahmen empfangen hat, wird dies durch Setzen des A-Bits bestätigt. Zugleich beginnt die NT die empfangenen D-Kanal-Bits in den E-Kanal zu reflektieren und nutzt die B-Kanäle und den D-Kanal nach Bedarf.

Entsteht der Übertragungsbedarf in einer TE (z.B. Verbindungswunsch), muss diese TE die NT auffordern, mit dem Aussenden von Rahmen zu beginnen. Zu diesem Zweck ist ein "Wecksignal" vereinbart, indem die TE so lange das periodische Signal +U,-U,0,0,0,0,0,0 aussendet, bis die NT "aufgewacht" ist und mit dem Aussenden von Rahmen beginnt.

Zugriffsteuerung (Arbitration)

Solange von einem Anschluss noch keine B-Kanal-Verbindung aufgebaut ist, sind diese Kanäle immer leer. Permanent muss aber der D-Kanal als Verbindung zur Netzsteuerung in beiden Richtungen zur Verfügung stehen. Da an eine S0-Schnittstelle jedoch bis zu 8

verschiedene Endeinrichtungen angeschlossen sein können, ergeben sich bei der Kommunikation über den D-Kanal die folgenden Konstellationen:

Soll eine Nachricht von der Netzsteuerung an eine (oder alle) TEs gerichtet werden, dann wirkt die NT als Sender und alle TEs empfangen parallel die Information, so dass eine gezielte Auswahl einer TE durch Adressierung gelöst werden kann.

In der Gegenrichtung (Übermittlung einer Nachricht von einer TE zur Netzsteuerung) ergibt sich jedoch das Problem, dass maximal 8 Sendestufen zugleich aktiv sein können. Es ist entsprechend durch einen "Schiedsrichter (arbiter)" dafür zu sorgen, dass jeweils nur eine TE senden darf. Als Arbitrierungsverfahren wird das sog. CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access/Collision Resolution)-Verfahren benutzt, das wie folgt funktioniert:

Eine sendewillige TE "fühlt" zunächst den "Träger (carrier)" ab, indem der E-Kanal beobachtet wird. Erst wenn eine TE feststellt, dass 8 mal auf diesem Kanal eine 0 in Folge auftritt, wird der zur NT gerichtete D-Kanal als "frei" gewertet. Die TE beginnt daraufhin ihre Signalisierungsinformation bitweise in den D-Kanal einzufügen. Dabei prüft sie aber jeweils anhand des reflektierten Bits im E-Kanal, ob das gesendete Bit die NT korrekt erreicht hat (das "Echo" kommt mit einem Versatz von wenigen Bits zurück, auf jeden Fall noch bevor das nächste D-Kanal-Bit zu senden ist).

Auf diese Weise ist für die TE erkennbar, ob zufällig nicht noch andere TEs mit der Nutzung des D-Kanals begonnen haben und eine Kollision vorliegt.

Elektrisch ist dafür gesorgt, dass sich auf dem Bus der Pegel -U gegenüber dem 0-Pegel durchsetzt (von TE zu NT werden im D-Kanal nur die Pegel -U und 0 verwendet!). Erhält nun eine TE ein "falsches Echo", erkennt sie die Kollision und stoppt ihrerseits das weitere Aussenden. Auf diese Weise bleibt schließlich diejenige TE erfolgreich, die sich immer durch ein gesendetes -U durchsetzen konnte. Wird (nach dem HDLC-Flag das für alle gleich ist) als erste relevante Information von den TEs die eigene Adresse gesendet, dann gewinnt folglich die TE mit der niedrigsten Adresse (0-Bit wird durch den Pegel -U übertragen!).

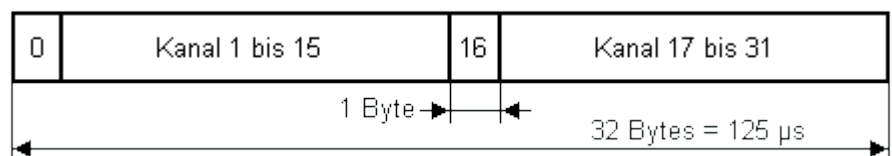
Dieses Verfahren ist aber nicht fair, da den TEs mit der Adressvergabe zugleich eine Rangfolge bezüglich des Buszugriffs zugewiesen würde. Fairness lässt sich aber dadurch erreichen, indem eine TE nach einem erfolgreichen Buszugriff einmalig 9 unbelegte E-Kanal-Bits (statt 8) abwarten muss, bevor sie erneut senden darf. Der Standard sieht auch noch Wartezeiten von 10 und 11 Bits für „low priority messages“ vor. Die Signalisierungs-Messages haben normal Priority (8 bzw. 9 Bits warten), Daten-Messages im D-Kanal haben Low priority (10 bzw. 11 Bits warten).

Der Zugriff auf die B-Kanäle (Kanalzuteilung) wird über Schicht 3 Messages gesteuert die über Layer 2 Pakete im D-Kanal gesendet werden.

Durch die oben gezeigten Zugriffsverfahren auf den D-Kanal erklären sich die strengen Richtlinien bezüglich Laufzeitunterschieden der einzelnen TEs und den daraus resultierenden Beschränkungen der Abstände der TEs untereinander in den Point-to-Multipoint-Konfigurationen.

Primary Rate Interface

Das Primary Rate Interface stellt 30 B Kanäle (30*64kBit/s) und einen D-Kanal (64kBit/s) zur Verfügung. Der Zeitschlitz 0 dient der Rahmensynchronisation. Es entspricht damit auf dem Physical layer exakt der E1 Spezifikation (G.704). Die Signalisierung im D-Kanal entspricht aber genau den in Q.921 und Q.931 festgelegten (Layer2 und 3) ISDN-Spezifikationen.



Beim PRI gibt es nur die Punkt zu Punkt Verbindung. Für die Übertragung werden 2 Adernpaare benutzt auf denen die beiden Übertragungsrichtungen getrennt sind. Die physikalischen Parameter sind in G.703 standardisiert.

Leitungscode:

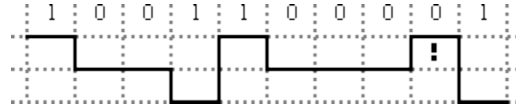
Es wird der HDB3 Code verwendet das ist ein modifizierter AMI-Code.

eine 1 wird abwechselnd als +U und -U gesendet.

Eine 0 wird als 0V gesendet.

Um die Taktrückgewinnung zu vereinfachen

werden Sequenzen in denen zu viele 0 hintereinander kommen verhindert. Dies geschieht durch Umwandeln einer 0 in eine 1 (nach 3 hintereinanderfolgenden 0). Um die falsche 1 zu kennzeichnen wird sie als AMI-Codeverletzung (Bild oben !) in der gleichen Polarität codiert wie die vorige 1 und kann so beim Empfänger wieder in eine 0 verwandelt werden.



Interface:

Das E1 Interface gibt es in 2 Arten:

a) Unsymmetrisch für Koaxialkabel (Impedanz:75Ω, Spannung der EINS = 2.37V)

b) Symmetrisch für verdrehte Leitungen (Impedanz 120Ω, Spannung der EINS = 3V)

Das Symmetrische Signal b) kann direkt auf die Telefonleitung geschickt werden und erreicht dort Reichweiten von ca. 2 km. Für größere Reichweiten können Repeater gesetzt werden (alle 2 km) die mittels Phantomspeisung (50mA Konstantstrom bis zu 200 V) ferngespeist werden. Da E1 Verbindungen schon seit Jahrzehnten verwendet werden gibt es auch eine Menge alternativer Übertragungswege dafür wie Glasfaser oder Richtfunk. Zu den neueren Übertragungsmethoden gehört HDSL(High Speed Digital Subscriber Line). Bei HDSL wird der 2.048Mbit/s Bitstrom auf 3 Adernpaare aufgeteilt und dort in beiden Richtungen gleichzeitig übertragen. Die Reichweiten von HDSL liegen bei ca. 4 km sodass bei 85 % der Teilnehmeranschlussleitungen keine Repeater gesetzt werden müssen.

Data Link Layer (Layer 2)

Die D-Kanalaten werden in HDLC-Paketen gesendet. Ein HDLC Paket besteht folgenden Feldern:

- **Flag 01111110**
kennzeichnet den Paketanfang und das Paketende. Damit das Flag nicht durch Daten in den anderen Feldern simuliert wird, in diesen könnten ja auch 6 Einsen hintereinander vorkommen, wird vom HDLC-Controller bei allen anderen Feldern nach 5 Einsen eine 0 eingefügt die beim Empfänger wieder gelöscht wird.
- **Address**
Im LAP-D werden **2 Adressen** gesendet
Der SAPI (Service Access Profile Identifier) adressiert einen bestimmten Dienst. Dieser Dienst hat nichts zu tun mit den ISDN-Diensten. Es handelt sich nur um Dienste der Ebene 2. Diese werden wie folgt definiert.

0 ...Signalisierung (Zeichengabe)

16... Packetvermittlung im D-Kanal (nach X.25)

63... TEI-Management (für die dynamische Zuordnung von TEIs zu den Endgeräten)

Der TEI (Terminal Endpoint Identifier)

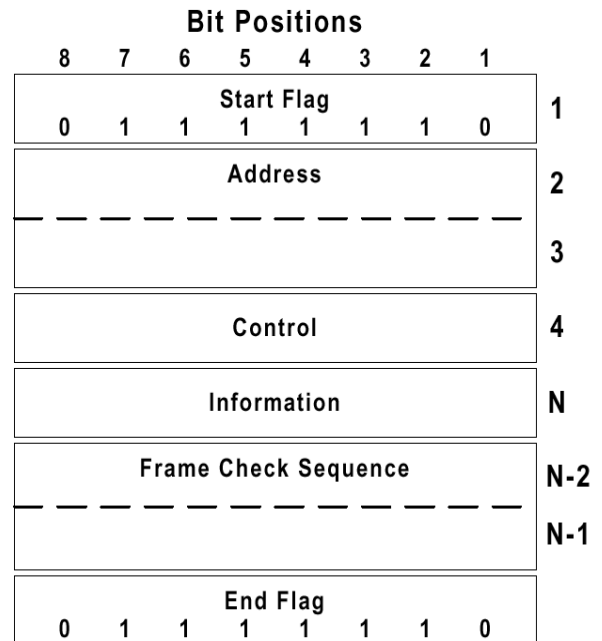
Jedem Endgerät (am S-Bus) wird beim Einstecken ein TEI automatisch zugeteilt wobei die Werte 64 bis 126 verwendet werden. Der Wert 127 hat eine spezielle Bedeutung: Er adressiert alle Endgeräte und wird deshalb als Gruppen-TEI oder Broadcast-TEI bezeichnet. Beim PRI gibt es nur ein Terminal und das verwendet TEI 0.

- **Control**
Das Control Feld kennzeichnet den Paket-Typ
Neben Informations Paketen, die Schicht-3-Daten transportieren, gibt es noch Pakete zur Flusskontrolle und zur Fehlerkorrektur. Die Pakete werden mit Next Send (NS) und Next receive (NR) durchnummeriert und der Empfänger muss den Erhalt von Paketen Quittieren damit keine Pakete verloren gehen können.

Frame Type	C/R	Name	Description
I	I	C	Information
S	RR	C/R	Receiver Ready
	RNR	C/R	Receiver Not Ready
	REJ	C/R	Reject
U	SABME	C	Set Asynchronous Balance Mode Extended
	DISC	C	Disconnect
	UI	C	Unnumbered Information
	UA	R	Unnumbered Acknowledgment
	DM	R	Disconnect Mode
	FRMR	R	Frame Reject
	XID	C/R	Exchange ID

(c = command R = response)

- **Information**
In diesem Feld mit variabler Länge werden die Layer 3 Messages übertragen.
- **Frame Check Sequence**
16 Bit zur Datensicherung des Paketes.



LAPD Frame Format

Aufgaben des Layer 2

Wichtigste Aufgabe des Layer 2 ist die gesicherte Übertragung von Layer-3-Nachrichten. Dazu gehört die Erkennung von Fehlern, die Wiederholung fehlerhafter Pakete, die Folgekontrolle (keine Vertauschung von Paketen) und die Flusskontrolle, d.h. der Sender darf immer nur so schnell senden wie der Empfänger empfangen kann. Dies geschieht durch das Versenden von RR- und RNR-Paketen in der Gegenrichtung.

Verbindungsaufbau

Der Aufbau einer Layer-2-Verbindung wird durch das Senden eines SABME-Pakets durch die TE angefordert. Die Antwort darauf ist ein UA (Unnumbered Acknowledge). Dadurch wird die Anforderung bestätigt. Ab hier besteht die Layer-2-Verbindung zwischen dem Netz und dem Endgerät.

Bevor eine Layer-2-Verbindung aufgebaut ist, können Nachrichten durch UI-Pakete mit dem TEI=127 (Global TEI) übermittelt werden, z.B. um einen ankommenden Ruf zu signalisieren. Ansonsten müsste jede TE schon eine Layer-2-Verbindung aufgebaut haben, und die Vermittlung müsste jeder TE den ankommenden Ruf gezielt mit ihrem TEI zusenden.

Anmerkungen:

Für jeden TEI muss eine eigene Verbindung aufgebaut werden.

Die Layer-2-Verbindung besteht nur zwischen der lokalen Vermittlungsstelle und dem Endgerät. Durch den Aufbau der Layer-2-Verbindung bestehen noch keine B-Kanalverbindungen. Hierdurch wird nur die Grundlage geschaffen, Layer-3-Nachrichten gesichert auszutauschen.

Nachdem die Layer-2-Verbindung aufgebaut ist, werden Layer-3-Nachrichten durch nummerierte I-Rahmen ausgetauscht. Die Nummerierung beginnt dabei bei 0.

TEI-Management

Für die automatische Zuteilung der TEIs werden flogende Messages (SAPI = 63) verwendet:

Octet	1	2	3	4
Message Name	Management entity Identifier	Reference number Ri	Message Type	Action Indicator Ai
Identity request (user to network)	0000 1111	0-65535	0000 0001	Ai = 127, Any TEI value acceptable
Identity assigned (network to user)	0000 1111	0-65535	0000 0010	Ai = 64-126, Assigned TEI value
Identity denied (network to user)	0000 1111	0-65535	0000 0011	Ai = 64-126, denied TEI value Ai = 127, No TEI value available
Identity check request (network to user)	0000 1111	Not used (coded 0)	0000 0100	Ai = 127, Check all TEI values Ai = 0-126, TEI value to be checked
Identity check response (user to network)	0000 1111	0-65535	0000 0101	Ai = 0, TEI value in use
Identity remove (network to user)	0000 1111	Not used (coded 0)	0000 0110	Ai = 127, Request for removal of all TEI values Ai = 0-126, TEI values to be removed
Identity verify (user to network)	0000 1111	Not used (coded 0)	0000 0111	Ai = 0-126, TEI value to be checked

Network Layer (Layer3)

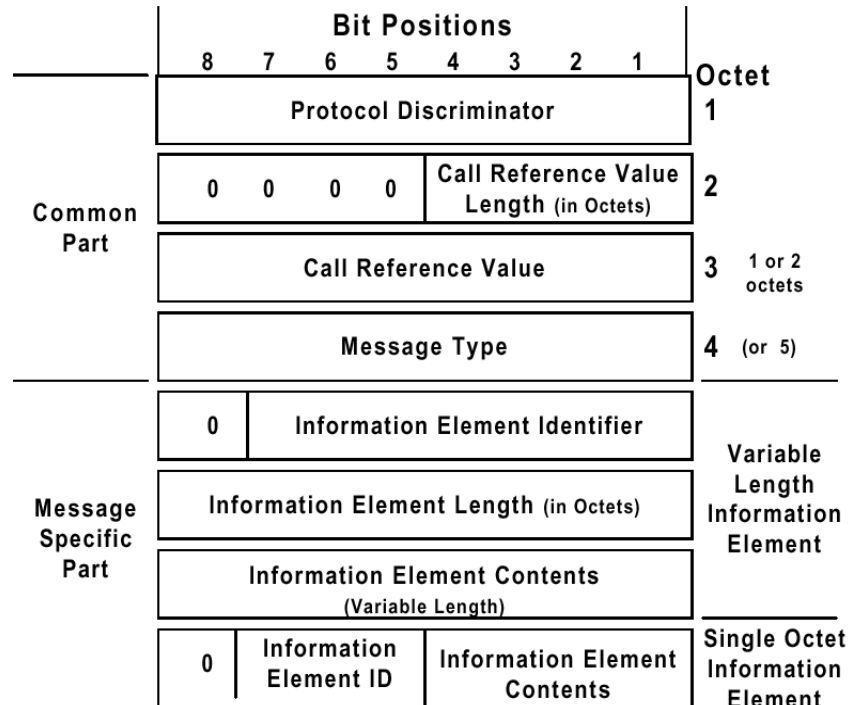
In der Schicht 3 des D-Kanalprotokoll spielt sich die Zeichengabe des ISDN ab, also die Übermittlung von Wahlinformationen und Dienstelementen.

Die Schicht 3 ist unterteilt in den sogenannten Common Part und den Message specific Part.

Common Part:

Der Kopf enthält folgende Bytes:

- **Protocol Discriminator**
Um verschiedene D-Kanalprotokolle voneinander unterscheiden zu können
- **Länge der Call Reference**
- **Call Reference**
Die Call Reference ist ein Wert zur Identifizierung eines bestimmten Anrufes oder einer Transaktion. Sie wird bei ankommenden Rufen von der Vermittlung und bei abgehenden Rufen vom Endgerät vergeben.
- **Message Type**
Das Byte Message Type enthält die Codierung des Nachrichtentyps.



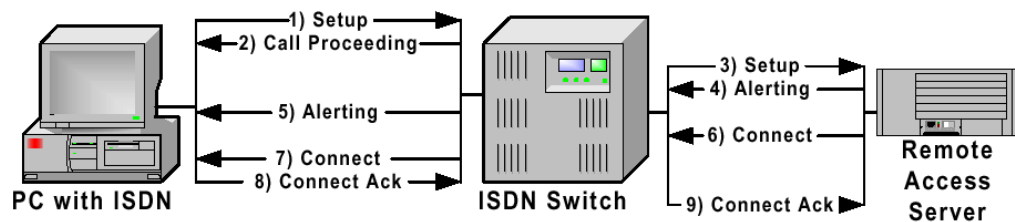
ITU Q.931 Frame Format

Message Types

Der Message Type gibt den Zweck der Nachricht an. Es gibt Nachrichten für den Verbindungsaufbau, für den Verbindungsabbau sowie weitere Nachrichten.

Nachrichten für den Verbindungsaufbau:

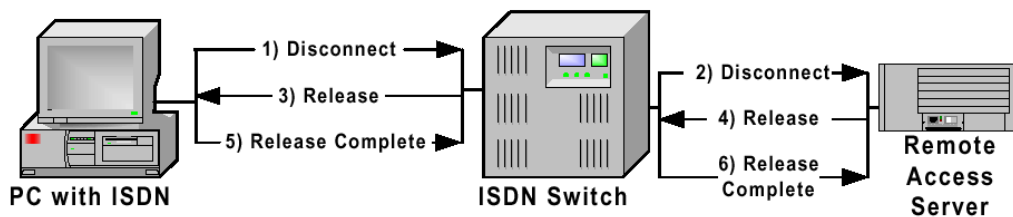
- **Setup:** Die Setup Nachricht wird bei einem Verbindungswunsch gesendet. In den Information-Elements der Setup Nachricht stehen der gewünschte Verbindungstyp und, falls die Setupnachricht vom TE kommt, die gewählte Rufnummer.
- **Call Proceeding:** Wird vom Switch zum TE gesendet wenn alle zum Verbindungsaufbau benötigten Informationen vorhanden sind. In den Information-Elements dieser Nachricht teilt der Switch dem Call einen B-Kanal zu.
- **Allerting:** Wird vom gerufenen Teilnehmer gesendet wenn er zu „Läuten“ beginnt.
- **Connect:** Kennzeichnet die Antwort auf einen Call (Abheben des Gerufenen)
- **Connect Acknowledge** bestätigt die Connect Nachricht. Nach dieser Message können Daten oder Sprache über den zugeteilten B-Kanal ausgetauscht werden.



Call Setup Message Exchange

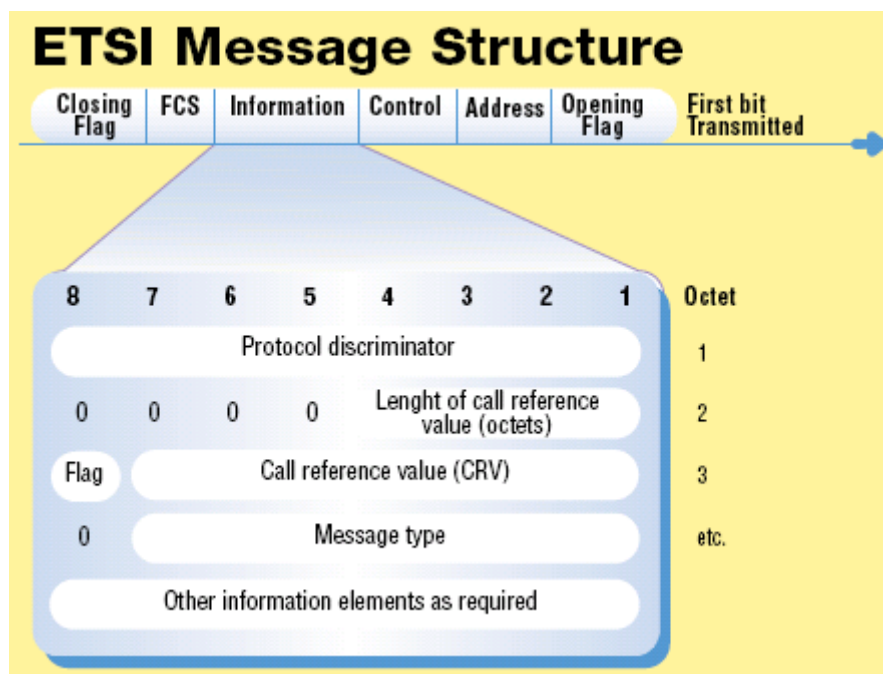
Nachrichten zum Verbindungsabbau:

- **Disconnect:** wird gesendet um die Beendigung einer Verbindung einzuleiten.
- **Release** ist die Antwort auf eine Disconnect Nachricht und gibt die B-Kanäle wieder frei.
- **Release Complete:** beendet den Auslösevorgang danach ist der TE wieder frei für weitere Anrufe.



Call Clearing Message Exchange

Die jeweilige Codierung der Message types und deren Information Elements für die oben beschriebenen Circuit switched calls sowie weiterer Verbindungstypen z.B. Packet mode connections ist in Q.931 festgelegt und wurde von ETSI für Europa noch genauer spezifiziert..



Auflistung der Layer3 Message Types:

ETSI Message Type

Hex	8	7	6	5	4	3	2	1	ETSI message type
Call establishment									
01	0	0	0	0	0	0	0	1	Alerting
02	0	0	0	0	0	0	1	0	Call Proceeding
03	0	0	0	0	0	0	1	1	Progress
05	0	0	0	0	0	1	0	1	Setup
07	0	0	0	0	0	1	1	1	Connect
0D	0	0	0	0	1	1	0	1	Setup Acknowledge
0F	0	0	0	0	1	1	1	1	Connect Acknowledge
Call Information Phase									
20	0	0	1	0	0	0	0	0	User Information
21	0	0	1	0	0	0	0	1	Suspend Reject
22	0	0	1	0	0	0	1	0	Resume Reject
24	0	0	1	0	0	1	0	0	Hold
25	0	0	1	0	0	1	0	1	Suspend
26	0	0	1	0	0	1	1	0	Resume
28	0	0	1	0	1	0	0	0	Hold Acknowledge
2D	0	0	1	0	1	1	0	1	Suspend Acknowledge
2E	0	0	1	0	1	1	1	0	Resume Acknowledge
30	0	0	1	1	0	0	0	0	Hold Reject
31	0	0	1	1	0	0	0	1	Retrieve
33	0	0	1	1	0	0	1	1	Retrieve Acknowledge
37	0	0	1	1	0	1	1	1	Retrieve Reject
Call Clearing									
45	0	1	0	0	0	1	0	1	Disconnect
46	0	1	0	0	0	1	1	0	Restart
4D	0	1	0	0	1	1	0	1	Release
4E	0	1	0	0	1	1	1	0	Restart Acknowledge
5A	0	1	0	1	1	0	1	0	Release Complete
Miscellaneous									
60	0	1	1	0	0	0	0	0	Segment
62	0	1	1	0	0	0	1	0	Facility
64	0	1	1	0	0	1	0	0	Register
6E	0	1	1	0	1	1	1	0	Notify
75	0	1	1	1	0	1	0	1	Status Enquiry
79	0	1	1	1	1	0	0	1	Congestion Control
7B	0	1	1	1	1	0	1	1	Information
7D	0	1	1	1	1	1	0	1	Status

Auflistung der Layer 3 Informationselemente:

ETSI Information Element Identifier

Hex	8	7	6	5	4	3	2	1	Information Element Identifier
<i>Single octet information elements</i>									
	1	0	0	0	-	-	-	-	Reserved
	1	0	0	1	-	-	-	-	Shift
	1	0	1	0	0	0	0	0	More Data
	1	0	1	0	0	0	0	1	Sending Complete
	1	0	1	1	-	-	-	-	Congestion Level
	1	1	0	1	-	-	-	-	Repeat Indicator
<i>Variable Length Information Elements</i>									
00	0	0	0	0	0	0	0	0	Segmented Message
04	0	0	0	0	0	1	0	0	Bearer Capability
08	0	0	0	0	1	0	0	0	Cause
10	0	0	0	1	0	0	0	0	Call Identity
14	0	0	0	1	0	1	0	0	Call State
18	0	0	0	1	1	0	0	0	Channel Identification
1C	0	0	0	1	1	1	0	0	Facility
1E	0	0	0	1	1	1	1	0	Progress Indicator
20	0	0	1	0	0	0	0	0	Network-specific Facilities
27	0	0	1	0	0	1	1	1	Notification Indicator
28	0	0	1	0	1	0	0	0	Display
29	0	0	1	0	1	0	0	1	Date/time
2C	0	0	1	0	1	1	0	0	Keypad Facility
34	0	0	1	1	0	1	0	0	Signal
36	0	0	1	1	0	1	1	0	Switchhook
38	0	0	1	1	1	0	0	0	Feature Activation
39	0	0	1	1	1	0	0	1	Feature Indication
40	0	1	0	0	0	0	0	0	Information Rate
42	0	1	0	0	0	0	1	0	End-to-end Transit Delay
43	0	1	0	0	0	0	1	1	Transit Delay Selection and Indication
44	0	1	0	0	0	1	0	0	Packet Layer Binary Parameters
45	0	1	0	0	0	1	0	1	Packet Layer Window Size
46	0	1	0	0	0	1	1	0	Packet Size
4C	0	1	0	0	1	1	0	0	Connected Party Number
4D	0	1	0	0	1	1	0	1	Connected Party Sub-address
6C	0	1	1	0	1	1	0	0	Calling Party Number
6D	0	1	1	0	1	1	0	1	Calling Party Sub-address
70	0	1	1	1	0	0	0	0	Called Party Number
71	0	1	1	1	0	0	0	1	Called Party Sub-address
74	0	1	1	1	0	1	0	0	Redirecting Number
78	0	1	1	1	1	0	0	0	Transit Network Selection
79	0	1	1	1	1	0	0	1	Restart Indicator
7C	0	1	1	1	1	1	0	0	Low Layer Compatibility
7D	0	1	1	1	1	1	0	1	High Layer Compatibility
7E	0	1	1	1	1	1	1	0	User-user
7F	0	1	1	1	1	1	1	1	Escape For Extension
Other values									<i>Reserved</i>

ISDN-Dienste

Bearer services

Octet	Hex	8	7	6	5	4	3	2	1	Information element
1		0	0	0	0	0	1	0	0	Bearer capability
2		0	0	0	0					Length of Bearer capability (max. 13 octets)
3		1								Coding standard
		0	0							CCITT standardized coding as described below
										Information transfer capability
80				0	0	0	0	0	0	Speech
88				0	1	0	0	0	0	Unrestricted digital information
89				0	1	0	0	0	1	Restricted digital information
90				1	0	0	0	0	0	3,1 kHz audio
91				1	0	0	0	0	1	7 kHz audio
4		0/1								Transfer mode
		0	0							Circuit mode
		1	0							Packet mode
										Information transfer rate
40/C0		1	0	0	0	0	0	0	0	Packet mode call
10/90		0	0	1	0	0	0	0	0	64 kbit/s
11/91		0	0	1	0	0	0	0	1	2 x 64 kbit/s
13/93		0	0	1	0	0	1	1	1	384 kbit/s
15/95		0	0	1	0	1	0	1	1	1536 kbit/s
17/97		0	0	1	0	1	1	1	1	1920 kbit/s

Teleservices

Octet	Hex	8	7	6	5	4	3	2	1	Information element
1	7D	0	1	1	1	1	1	0	1	High Layer Compatibility
2		0	0	0	0	0	.	.	.	Length of High Layer Compatibility (max. 5 octets)
3		1								Coding standard
		0	0							CCITT standardized coding as described below
										Interpretation
					1	0	0			First high layer charact. identif. to be used in the call
										Presentation method of protocol profile
91								0	1	High layer protocol profile (without spec. of attribut.)
4		0/1								High layer characteristics identification
01/81		0	0	0	0	0	0	0	1	Telephony
04/84		0	0	0	0	1	0	0	0	Facsimile Group 2/3 (Rec. F.182)
21/A1		0	1	0	0	0	0	0	1	Facsimile Group 4 Class.1 (Rec. F.184)
24/A4		0	1	0	0	1	0	0	0	Teletex service (F.230) and Fac. Cl. II and III
28/A8		0	1	0	1	0	0	0	0	Teletex service (F.220)
31/B1		0	1	1	0	0	0	0	1	Teletex service (F.200)
32/B2		0	1	1	0	0	1	0	0	Syntax based Videotex (Rec. F.300 and T.102)
33/B3		0	1	1	0	0	1	1	1	Int. Videotex Interworking (Rec. F.300 and T.101)
35/B5		0	1	1	0	1	0	1	1	Telex service (Rec. F.60)
38/B8		0	1	1	1	0	0	0	0	Message Handling System (X.400 series)
41/C1		1	0	0	0	0	0	1	1	OSI application (X.200 series)
60/E0		1	1	0	0	0	0	0	0	Audiovisual = Videoteleph., (Rec. F.721 and AV.242)

Supplementary services

Number Identification Services	MSN DDI SUB CLIP CLIR COLP COLR MCID	Multiple Subscriber Number Direct Dialing-In SUB-addressing Calling-Line Identification Presentation Calling-Line Identification Restriction COnnected-Line identification Presentation COnnected-Line identification Restriction Malicious Call IDentification
Call Offering Services	TP CFU CFB CFNR CD ECT	Terminal Portability Call Forwarding Unconditional Call Forwarding Busy Call Forwarding No Reply Call Deflection Explicit Call Transfer
Call Completion Services	CW HOLD CCBS	Call Waiting Call HOLD Completion of Calls to Busy Subscriber
Multiparty	CONF 3TPY	CONference calling Three-PartY service
Community of Interest and Call Restriction Services	CUG	Closed User Group
Charging Services	AOC-S AOC-D AOC-E	Advice Of Charge at setup time Advice Of Charge during the call Advice Of Charge at end of call
Additional Transfer Information Services	UUS	User-to-User Signaling (UUS1, UUS2, UUS3)

Aufgaben:

ISDN Layer1:

Messen sie Transmit- und receive-Signale am S-Bus mittels eines Oszilloskops im Ruhezustand, bei Belegung eines B-Kanals und Bei Belegung beider B-Kanäle.

Zeichnen sie in einem Ausdruck des Oszillogrammes den Rahmenbeginn, Die B-Kanäle und das Rahmenende ein.

Vergleichen sie die Gesendeten Einzelimpulse mit der in I.430 spezifizierten Pulsmaske.

Beantworten sie folgende Fragen:

- Wie hoch ist die Fernspeisespannung?
- Wie unterscheidet sich das Signal eines belegten B-Kanals von einem B-Kanal in Ruhe?
- Wie Lange dauert ein Rahmen?
- Wie hoch ist die Spannung beim Senden, beim Empfangen einer +1,-1
- Wie lange dauert ein Bit

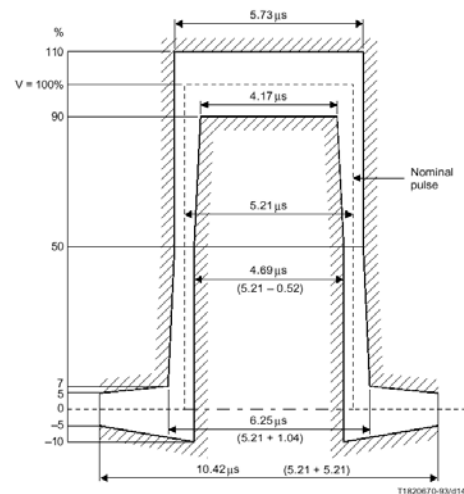


FIGURE 13/I.430
Transmitter output pulse mask

ISDN Layer2+3:

Protokollieren sie die D-Kanalnachrichten beim:

- Anstecken des Apparates
- Aufbau einer aktiven Verbindung (anrufen)
- Aufbau einer Passiven Verbindung (angerufen werden)

ISDN Layer2:

Wie erfolgt die TEI-Zuordnung?

Welchen TEI hat der Apparat?

Welche Layer2 Messages werden für den Aufbau der Aktivverbindung verwendet?

Wie erfolgt die Nummerierung und Folgekontrolle der Layer2 Nachrichten?

Wie wird der Empfang der Nachrichten bestätigt?

Welche Layer2-Nachricht wird bei einer Passivverbindung als erstes gesendet?

ISDN Layer3:

Welche Layer3 Nachrichten werden zum Verbindungsauf- und Abbau verwendet (aktive und passive Verbindung).

Welcher B-Kanal wurde Verwendet?

Wo steht die Rufnummer des Gerufenen?

Wo steht die Rufnummer des Rufenden?

Welcher Bearer- Service wurde Verwendet?

Was hat das Gespräch gekostet?