

1.13 Schnittstellen gemäß EN 50 083-9

Die Signalschnittstellen öffnen den DVB Raum im Haus „digitales Fernsehen“ (siehe 1.1 Vorwort) und legen den TS an den Eingang des jeweiligen DVB- oder ATSC- Modulators.

1.13.1 SPI Synchronous Parallel Interface

elektrische Eigenschaften	
technische Lösung	LVDS (Low Voltage Differential Signalling)
Stecker	25 polig, Typ D (nach ISO Doc. 2110(1989))
Verbindung	25 pol. Flachbandkabel (mit verdrehten Leitungen)
max. Kabellänge	ca. 10m
Ausgang	symmetrisch (DATA X A = DATA X B)
DC Mittelwert	nominal 1.25 V (1.125 ... 1.375 V)
Signalamplitude	nominal 330 mV (247 ... 454 mV)
Eingang	symmetrisch
maximale Spannung	$U_{SS} = 2 \text{ V}$
minimale Spannung	$U_{SS} = 0.1 \text{ V}$

Tabelle 1.7 Daten der Schnittstelle SPI

Pin #	Signal	Pin #	Signal
1	Takt A	14	Takt B
2	Systemmasse	15	Systemmasse
3	Data 7 A(MSB)	16	Data 7 B
4	Data 6 A	17	Data 6 B
5	Data 5 A	18	Data 5 B
6	Data 4 A	19	Data 4 B
7	Data 3 A	20	Data 3 B
8	Data 2 A	21	Data 2 B
9	Data 1 A	22	Data 1 B
10	Data 0 A	23	Data 0 B
11	DVALID A	24	DVALID B
12	PSYNC A	25	PSYNC B
13	Schirm		

Tabelle 1.8 Pin-Zuordnung der Schnittstelle SPI

Die Signale Takt, D-VALID (Data Valid) und PSYNC (TS Packet Syncbyte) gewährleisten sofortige Anbindung an den Bytetakt und an den Beginn der TS Pakete. Zur Datenregeneration sind PLL's nicht unbedingt notwendig.

Die Taktfrequenz f_T (Byte-Takt) ist abhängig von der TS Datenrate f_D :

$$f_T = f_D / 8 \quad (\text{ohne Reed Solomon Fehlerschutz})$$

$$f_T = (204 / 188) \times f_D / 8 \quad (\text{mit Reed Solomon Fehlerschutz})$$

Anmerkung:

MPEG2 spricht ausschließlich von 188 Bytes pro TS Paket

1.13.2 SSI Synchronous Serial Interface

Die parallelen SPI Daten Data 0...7 werden parallel-seriell gewandelt und mit dem 8x höheren Takt des SPI gesendet. Die Bits mit dem Wert 1 sind "Biphase Mark" kodiert. Bits mit Wert 0 sind im Pegel während des Bits konstant, sind mehrere "0" in Serie ändern die jeweils folgenden "0" Bits die Polarität.

Datenkodierung:

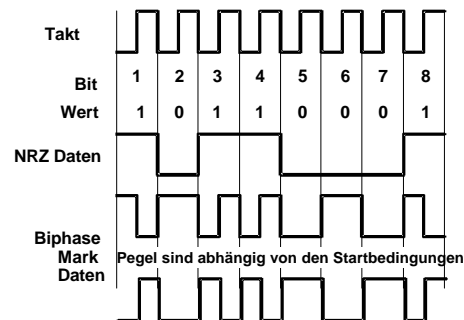


Bild 1.33 Biphase Mark Kodierung

Mit dieser Kodierung entsteht ein Datensignal, das für jedes Bit mindestens eine Flanke liefert. PLLs können darauf einfach einrasten.

elektrische Eigenschaften	
Koaxkabel oder Glasfaser	BNC 75 Ω
Kabeltyp und max. Kabellänge	RG 59 BU 100 m RG 216 U 220m
Impulsformung	Rechteck, gemäß Masken in EN 50083-9
maximale Spannung	$U_{SS} = 1 \text{ V} \pm 10 \%$
Rückflußdämpfung	15 dB 3.5 bis 105 MHz
Jitter	$J_{SS} = 2 \text{ ns}$

Tabelle 1.9 Daten der Schnittstelle SSI

1.13.3 ASI Asynchronous Serial Interface

Die 8 bit breiten MPEG2 TS Daten werden über vordefinierte Tabellen in 10 bit Worte gewandelt. Die Übertragungsrate dieser Daten beträgt 270 Mbit/s im seriellen Modus. Da heute der typische TS Datenratenwert bei < 50 Mbit/s liegt (siehe auch 1.8 TS (Transport Stream)), wird mit sogenannten „Komma Bytes“, die Datenrate auf 270 Mbit/s aufgefüllt. Mehrere Kommabytes sind festgelegt.

Die allgemein benutzten Bytes haben die Bezeichnung K28.5 und sind bei Umwandlung 8bit / 10bit - Wort ungültige Daten. Der ASI Empfänger ignoriert die Komma Bytes.

Als noch zulässige Werte für die Augenöffnung bei der SDI Übertragung ist mit der Maske aus der Norm EN 50083-9 festgelegt.

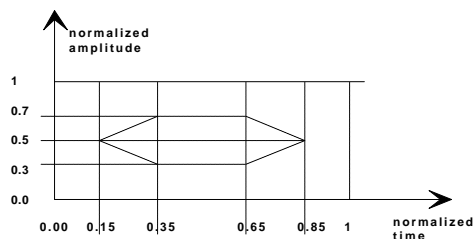


Bild 1.34 Typisches Augendiagramm des ASI-Senders nach EN 50083-9

elektrische Eigenschaften des ASI	
Koaxkabel oder Glasfaser	BNC 75 Ω
Kabeltyp und max. Kabellänge (mit Kabelentzerrer, ansonsten nicht definiert)	Beldon 8281 280 m
Ausgangsspannung	$U_{SS} = 800 \text{ mV} \pm 10 \%$
effektiver Jitter	8 % der bit-Dauer $\Rightarrow 300 \text{ ps}$
Rückflußdämpfung	$\leq -15 \text{ dB}$ 5 ... 270MHz (vorläufig)
Flankensteilheit 20/80%	1.2 ns

Tabelle 1.10 Daten der Schnittstelle ASI

1.13.4 SDTI Serial Digital Transport Interface nach SMPTE 326M

Moderne Studios arbeiten durchweg in digitaler ITU-R BT.601 Technik und verfügen daher über eine optimale Infrastruktur um SDI Daten mit 270 Mbit/s zu übertragen.

Die ASI Schnittstelle arbeitet zwar mit derselben Datenrate und kann daher auch dieselben ITU-R BT.601/656 Schnittstellenchips verwenden, jedoch mit der Einschränkung, daß nur die nichtinvertierten Signalausgänge der Treiberchips benutzt werden. Das bedeutet, daß im Durchschnitt nur etwa 50% der bereits verlegten 75 Ω Koaxkabel zu verwenden sind. Weil die Schnittstelle SDTI diesen Nachteil beim Transport von MPEG2 Daten umgeht, wird sie in Zukunft bevorzugt in digitalen Studios eingesetzt werden.

SDTI nutzt das SDI Protokoll um TS Daten mit 270 Mbit/s zu übertragen. In den Bereich der

aktiven Zeile zwischen SAV (Start of Active Video) und EAV (End of Active Video) werden die MPEG2 kodierten Bilddaten, Audiodaten und der Inhalt des Datencontainers nach MPEG2 Spezifikation übertragen. Das letzte Byte der aktiven Zeile ist dabei jeweils der CRC Wert für dieser Zeile.

SDI arbeitet mit 10 Bit Worten. Im SDTI nehmen die untersten 8 Bit die MPEG2 Daten auf, wobei die Bits 9 und 10 auf "1" gesetzt sind. Zwischen EAV und SAV ist während der Dauer der für die Übertragung belegten Zeilen, z.B. im 625 Zeilenstandard von Zeile 9 bis zur letzten zur Datenübertragung genutzten Zeile innerhalb des ersten Halbbildes ein Header eingefügt, der ankündigt, daß nicht SDI Daten sondern MPEG2 Transportstromdaten übertragen werden.

Das genaue Protokoll und die Datenaufbereitung sind in den Normen SMPTE 305M und SMPTE 326M beschrieben.

Die Struktur des einfachsten SDTI Übertragungsmodells zeigt Bild 1.32.

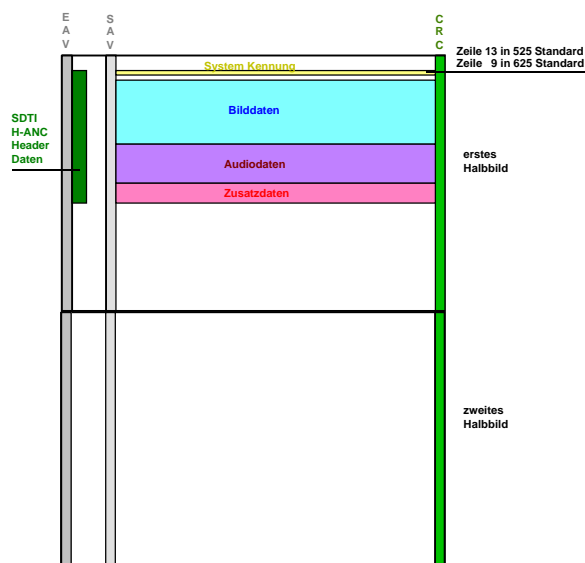


Bild 1.35 Struktur der SDTI Daten

Die vier vorher beschriebenen Schnittstellen eignen sich besonders für Verbindungen über kurze Distanz. Für SPI sollte der maximale Steckerabstand 3 bis 5 Meter nicht übersteigen (auch wenn mit Spezialflachbandkabeln weitere Entfernungen möglich sind), bei SSI hängt die

Länge des Koaxkabels von der übertragenen Datenrate ab und liegt im Bereich bis etliche zehn Meter, während bei ASI und SDTI die Maximallänge des 75Ω Kabels bei etwa 280m liegt.

Im Folgenden werden Weitverkehrsverbindungen bis über 100 km beschrieben.

1.13.5 HDB3 High Density Bipolar of order 3

Diese Schnittstelle ist definiert in CCITT Rec. G.703 und beschreibt die gleichspannungsfreie 3 Pegel-Signalkodierung. Die Schnittstelle ist hauptsächlich bei den Telecom-Netzbetreibern im Einsatz und dient heute zur Übertragung von digitalisierten FBAS Signalen bei 34.368 Mbit/s (in PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) Netzen in Europa auch als E3 Mode bekannt). Diese Infrastruktur ist ebenfalls zur Übertragung von TS Paketen nutzbar. Die Datenrate ist für DVB-C und DVB-S etwas zu gering, für DVB-T aber voll ausreichend. Als Zubringer vom Studio zum DVB-T Sender ist die Schnittstelle HDB3 ideal geeignet, weil die heutigen TV-Analog-Grundnetzsender und die zukünftigen DVB-T Sender im SFN (Single Frequency Network) fast immer dieselben Sendergebäude teilen werden. Bild 1.27 zeigt einen kurzen kodierten Abschnitt

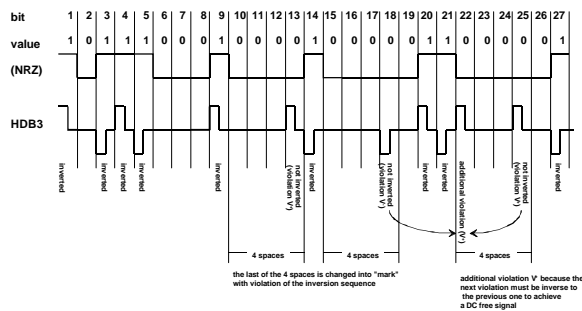


Bild 1.36 Beispiel einer HDB3 Kodierung

1.13.6 ATM über SDH/PDH

Asynchronous Transfer Mode

Synchronous/Plesiochronous Digital Hierarchy

Life-Fernsehsignale müssen in Echtzeit übertragen werden. Schleichen sich bei der Signalverteilung Fehler ein, können sie nicht mehr durch Rückfrage und neues Senden korrigiert werden. Die Echtzeit-Forderung zusammen mit der nötigen hohen Datenrate erfüllt das ATM Verfahren, das die heute

vorhandene Glasfaser-Infrastruktur der PDH und SDH Systeme zur Datenverteilung nutzt.

Ein Anwender der ATM Datenübertragung schließt mit dem PDH/SDH Netzbetreiber einen Vertrag, in dem die Grenzwerte für den gewünschten Betrieb festgelegt werden. Diese QoS Werte (Quality of Service) sind

Cell Loss dürfen Zellen bei der Übertragung in Zeiten mit sehr hoher Auslastung des Netzes verlorengehen oder nicht

Cell Delay mit welcher maximalen Verzögerung bis zum Eintreffen am Bestimmungsort ist zu rechnen

Cell Delay Variation wie weit darf von dem Wert der Cell Delay abgewichen werden

Die Einhaltung dieser Parameter garantiert die Übertragung der ATM Zellen und unterstützt so optimal die geforderten Echtzeitbedingungen. Die erreichbaren Datenraten bei PDH liegen bei 139.264 Mbit/s (E4 Europa) und 44.736 Mbit/s (T3 USA), während in der SDH Umgebung die Datenraten von 155.52 Mbit/s (STM1 Europa und STS3 USA) bis 2 488.32 Mbit/s (STM16 Europa und STS48 USA) heute üblich sind. Im Versuchsbetrieb testet man bereits Datenraten bis 9 953.28 Mbit/s (STS 192 USA).

Für ATM sind die 188 Byte langen TS im AAL1 (ATM Adaptation Layer) in 4 Teile à 47 Bytes geteilt. Zusammen mit dem 5 Byte ATM Paket Header und dem 1 Byte Overhead für AAL1 besteht ein ATM Paket aus $5+1+47 = 53$ Bytes.

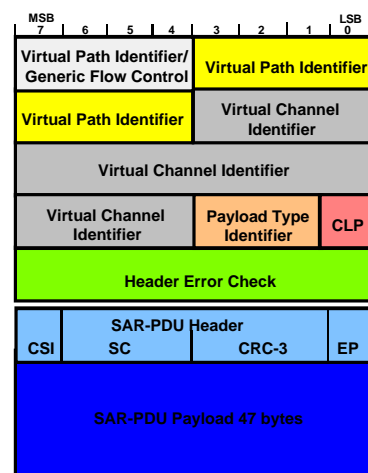


Bild 1.37 Aufbau eines ATM Paketes im AAL1 Weil im AAL1 auch ein Vorwärtsfehlerschutz nach Reed Solomon 124, 4, 2 zusammen mit

einem Blockinterleaver vorgesehen sind, eignet sich diese Betriebsart ausgezeichnet um MPEG2 Daten über weite Strecken zu übertragen.

Diesen Layer AAL1 benutzen heute z.B. die Verteilsysteme der ARD (Hybnet) und der Telekom (Rundfunk Service Multiplexer) in Deutschland zur Verbindung von Studiokomplexen oder zur Zuführung der TS Daten vom Studio zum DVB-T Sender.

1.13.7 Bewertung der Schnittstellen

Die meist genutzten Schnittstellen sind heute SPI als Verbindung bei sehr kurzen Entfernungen (3...5 m) und ASI bei zu überbrückenden Distanzen von bis zu 280 Meter (Länge je nach verwendetem Kabeltyp). Zur Signalverteilung vom Studio zu den Kabelkopfstationen, Satelliten-Uplinks und DVB-T Sendern wird in Zukunft verstärkt ATM über SDH/PDH und Glasfaser eingesetzt werden. Momentan ist dazu noch sehr häufig Richtfunk verwendet.