AES3, AES/EBU

AES3: Audio Engineering Society Standard #3

EBU: European Broadcasting Union

Die Schnittstelle wurde bereits 1985 spezifiziert und 1992 standardisiert. Seither wird der Standard ständig erweitert und angepasst. Die AES3 Schnittstelle ist sehr universell und unterschiedlich einsetzbar, was jedoch eine recht hohe Komplexität mit sich bringt.

Eigenschaften

- 2 Kanäle
- Symmetrische Verbindung
- XLR Stecker
- Audiodaten bis 24Bit / 192kHz
- Kabellängen: 100m und mehr
- Impedanz: 110Ohm (± 20%)
- Pegel: 2 – 7 Vpp direkt am Ausgang eines Gerätes (an 110Ohm, ohne lange Kabel)
- Umfangreiche Channel Status Informationen

XLR

Unterschied AES3 <-> AES/EBU

Die AES3 Schnittstelle und die AES/EBU Schnittstelle sind identisch, bis auf das Detail, das die EBU (European Broadcasting Union) zwingend vorschreibt, das in Geräten die Schnittstelle mit Übertragern erdfrei zu schalten ist (was bei der AES3 optional ist).

Funktionsweise

Bei der Entwicklung der AES3 Schnittstelle war eines der Ziele, das in Funkhäusern existierende, gut funktionierende, oft mehrerer hundert Kilometer lange analoge Leitungsnetze für die Übertragung von digitalen Audiosignalen zu nutzen. Diese symmetrischen, erdfreien Leitungen können bei einer entsprechenden Entzerrung durchaus bis in einen Frequenzbereich von 10MHz bei Leitungslängen bis 300m verwendet werden. Eine Benutzung solcher Audioleitungen für digitale Signale stellt an ein Digitalsignal einige leicht zu erfüllende Forderungen:

- Das Signal muss wegen der Übertragerkopplung gleichspannungsfrei sein.
- Das Signal muss selbsttaktend sein, da hier eine getrennt Bitclock- und Wordclockzuführung nicht möglich ist.
- Eine Verpolung soll keinen Einfluss auf den Informationsgehalt haben.

Alle Forderungen lassen sich mit Verwendung der Bi-phase Mark Kodierung erfüllen.

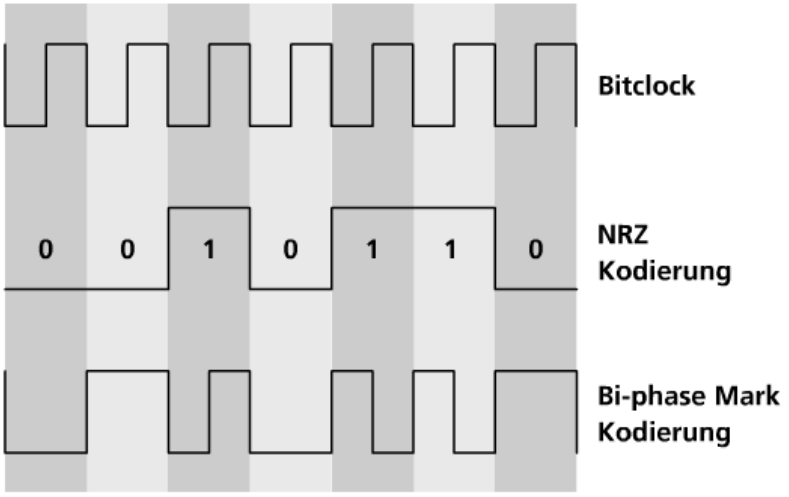


Abbildung:
Bei der Bi-phase Mark Kodierung ist an jeder Bitgrenze ein Signalwechsel. Eine ´1´ wird durch einen zusätzlichen Übergang in der Bitmitte gekennzeichnet. Der Code ist „verpolungssicher“ und gleichspannungsfrei, und kann somit problemlos Übertrager passieren. Da auch bei langen 0 bzw. 1 Sequenzen immer ein Wechsel im Signal vorliegt, kann der Takt leicht wiedergewonnen werden.

AES3 fasst jedes Sample eines Audiokanals in sogenannte Subframes zusammen. Ein Subframe besteht aus 32 Bit und hat folgendes Format:

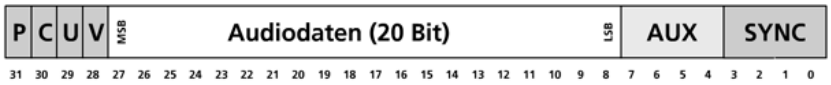


Abbildung:
AES3 Subframe. Die Übertragung erfolgt der Reihe der Bits nach, der Subframe wird also gedanklich rechts aus dem Bild geschoben.

- Audiodaten: Für die Übertragung der Audiodaten stehen 20 Bits zur Verfügung. Werden mehr als 20 Bits benötigt, so kann die Wortbreite durch Verwendung der 4 Aux – Bits (Auxiliary = Zusatz) auf 24 erhöht werden.
  Ein Signal, egal welche Wortbreite vorliegt, wird immer so eingefügt, dass sein höchstwertigstes Bit ganz links zu liegen kommt. Nicht verwendete Bits werden auf 0 gesetzt.
- AUX: In den allermeisten fällen werden die 4 Aux Bits zur Erweiterung der Audiobits für 24 Bit Audioübertragung genutzt oder auf 0 gesetzt. Die Auxbits können auch dazu verwendet werden, um eine einfache Sprachverbindung zusätzlich zum übermittelten Audiosignal herzustellen. Die Verwendung der Auxbits als Sprachverbindung ist jedoch sehr selten.
- Parity Bit (P): Die Aufgabe des Parity Bits ist es, fehlerhafte Übertragungen feststellen zu können. Prinzip: Der Sender setzt das Parity Bit so, dass innerhalb eines Subframes (Bit 4 – 31) die Anzahl der "1"-Bits eine gerade Anzahl bildet. Der Empfänger überprüft, ob eine gerade Anzahl "1"-Bits angekommen ist und meldet gegebenenfalls ei-nen "Parity Fehler".
- Validity (V): Das Validity Bit (valide = gültig) war ursprünglich dazu gedacht, ungültig oder fehlerhafte Samples zu kenn- zeichnen. Mit Valide gekennzeichnete Samples sind ungültig und sollten z.B. von einem A/D Wandler nicht verarbeitet werden.

In der Praxis hat sich folgende, etwas von der Definition abweichende Verwendung dieser Bits eingebürgert: Treten auf einer CD Fehler auf, so können diese von der Fehlerkorrektur des Players in einem gewissen Rahmen wieder zu 100% korrigiert werden. Können fehlerhafte Werte jedoch nicht mehr originalgetreu wiederhergestellt werden, so setzt der CD Player für jeden fehlerhaften Wert das Validity Bit auf eins.

Über digitale Schnittstellen können auch Audiodaten in komprimierter Form übertragen werden (wie z.B. MP3, Dolby Digital,...). Solche Daten können nicht direkt D/A gewandelt werden. Dies wird mit dem Setzen des Validity Bit signalisiert.

- User Bit (U): Mit jedem Audiosample wird ein Userbit mitgesendet (siehe dazu auch weiter oben Abschnitt „Wichtige Begriffe“).
- Channel Status (C): Der Channel Status der AES3 Schnittstelle umfasst in Summe 24Byte, oder anders ausgedrückt 24Byte * 8 = 192 Bit. Da pro Subframe immer nur ein Channel Status Bit übertragen werden kann benötigt es 192 Subframes, bis eine komplette Channel Status Information übertragen ist. Der Start eines neuen Channel Status Blocks wird mit einem speziellen SYNC Muster im Subframe gekennzeichnet.

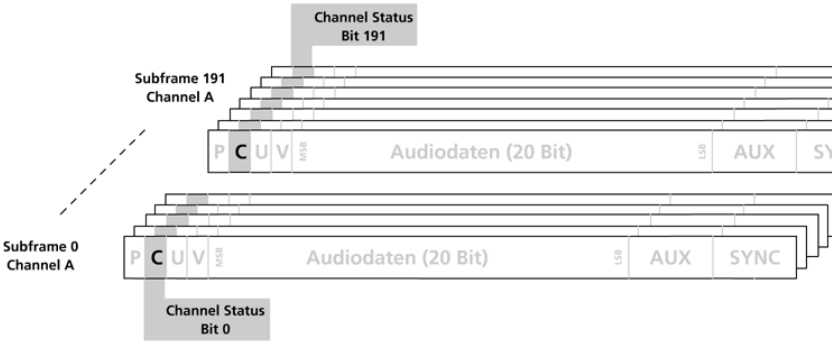


Abbildung:
Jeweils ein Bit des 192Bit langen Channel Status wird pro Subframe übertragen. Bei einer Samplefrequenz von 48kHz dauert dies 4ms.

- Synchronisation (SYNC): Da die AES3 Schnittstelle lediglich aus einem Leitungspaar für die Übertragung besteht müssen Informationen wie der Bitclock und der Wordclock in die übertragenen Daten eingebunden werden. Der Empfänger muss im Stande sein, diese Informationen aus den empfangenen Daten zurückzugewinnen.

Zu diesem Zweck beginnt jeder Subframe mit einem Vorspann, der in der Fachsprache Preamble genannt wird. Es gibt drei Typen von Vorspännen, die folgende Positionen in den eingehenden Daten markieren:

- X-Preamble: Start Subframe Kanal A
- Y-Preamble: Start Subframe Kanal B
- Z-Preamble: Start Subframe Kanal A und zugleich Start eines neuen Channel Status Blocksk

Damit der Empfänger diese Preambles erkennen kann verletzen diese bewusst die Regeln der Bi-phase Mark Kodierung.

Bei der AES3 Schnittstelle besteht ein Frame aus 2 Subframes (Stereo). Die beiden zusammengefassten Kanäle werden auch Kanal A und Kanal B bezeichnet, wobei im Stereobetrieb auf Kanal A der linke, auf Kanal B der rechte Teil des Stereosignals übertragen wird.

Da die beiden Kanäle nicht nur Stereosignale, sondern auch 2 völlig unabhängige Monosignale (mit derselben Abtastfrequenz) beinhalten können, werden die Kanläle nicht mir L/R, sondern mit A/B bezeichnet. Ebenso ist es möglich, beide Kanäle zusammen für die Übertragung eines einzelnen, schnell abgetasteten Signals (96kHz, 192kHz) zu benützen. Diese Technologie heisst S/MUX mode, double wire mode oderr laut AES "Single Channel Double Frequency" mode. Detailierte Informationen hierzu sind in der Digilyzer Betriebsanleitung im Appendix "1C2F Mode" beschrieben.

Da jeder Kanal in seinem eigenen Subframe „eingebettet" ist, hat jeder Kanal seinen eigenen Channel Status und seine eigenen Userdaten!

Channel Status

Beim Channel Status unterscheidet man grundsätzlich zwei Anwendungsgebiete, die von den benötigten Daten und Schwerpunkten her sehr unterschiedlich sind.

"Consumer" CD Player

Main focus for consumer units:

Prevention of multiple digital copies of copyrighted material -> "Copy Bit"

Professional DAT Recorder

Main focus for pro audio units:

Transfers information concerning signal quality, sampling rate, source and destination of the signal, ...

- Consumer Bereich: Mit den Daten des Channel Status soll verhindert werden, dass urheberreichlich geschütztes Tonmaterial in mehreren Generationen digital vervielfältigt werden kann.
- Professioneller Bereich: Hier werden zuverlässige Daten über die Qualität, Beschaffenheit und Quelle des Signals sowie über Synchronisationsinformationen benötigt.

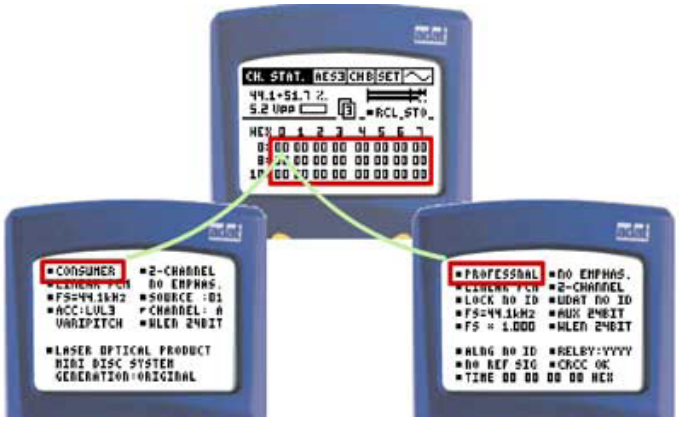
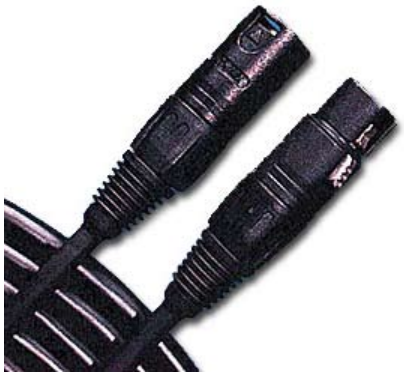


Abbildung:
Das erste Bit der Channel Status Daten bestimmt, ob die folgenden Informationen im Professionellen- oder im Consumerformat zu interpretieren sind. Geräte wie der digitale Audioanalyzer DL1 von NTi Audio stellen den Inhalt der Informationen automatisch im Klartext dar.

Bei der AES Schnittstelle wird per Definition der Channel Status im professionellen Format übermittelt. Das Consumerformat kommt bei den Schnittstellen wie z.b. S/PDIF und TOSLINK zum Einsatz. Dennoch kann auch auf AES3 Schnittstellen der Channel Status im Consumerformat übertragen werden, was im schlimmsten Fall jedoch zur Folge haben kann, dass ein Gerät die Annahme der Audiodaten komplett verweigert.

Kabel



Als Kabel kommen oft, wie bereits eingangs erwähnt, symmetrische Audioleitungen mit XLR Steckern zum Einsatz. Derartige Kabel haben eine Impedanz von typisch 75 Ohm und entsprechend somit nicht den im Standard spezifizierten 110Ohm.

Für Kabellängen bis 100 Meter können Audioleitungen durchaus verwendet werden, sollen größere Distanzen zurückgelegt werden, so muss auf spezielle Kabeltypen mit 110 Ohm Wellenwiderstand zurückgegriffen werden. Die Steckerbelegung ist identisch mit der Belegung für analoge Leitungen: Pin1 = Schirmung, PIN2 = Signal (+), PIN3 = Signal (-).