

Anhang A: Digitale Serielle Komponente

Digitale Studionorm ITU-Rec. 601

Die Empfehlung 601 wurde für die Komponentencodierung von Videosignalen im Studiobereich (Digitale Studionorm) für Fernsehsysteme mit 525 Zeilen, 60 Hz und 625 Zeilen, 50 Hz herausgegeben. Sie definiert im 4:2:2-Standard für 625-Zeilen-Systeme folgende Parameter:

- Codierte Signale: Y , C_R , C_B , wobei diese Signale aus den gammakorrigierten Signalen Y , $(R-Y)$, $(B-Y)$ gewonnen werden, mit:

$$C_R = 0,713 \cdot (R - Y) = 0,500 \cdot R - 0,419 \cdot G - 0,081 \cdot B$$

und

$$C_B = 0,564 \cdot (b - Y) = -0,169 \cdot R - 0,331 \cdot G + 0,500 \cdot B.$$

- Anzahl der Abtastwerte über die gesamte Zeilendauer:
 - beim Leuchtdichtesignal Y : 864
 - bei jedem Farbdifferenzsignal C_R , C_B : 432
- Abtaststruktur: - orthogonal
 - in Zeile, Halbbild, Vollbild
 - C_R - und C_B -Abtastwerte bei 1., 3., ... Y -Abtastwerten
- Abtastfrequenz: - beim Leuchtdichtesignal: 13,5 MHz
 - bei jedem Farbdifferenzsignal: 6,75 MHz
 - die Abtastfrequenz von 13,5 MHz entspricht der 864-fachen Horizontal-
frequenz bei dem 625-Zeilen/50 Hz-System.
- Codierung: - bei gleichmäßiger Quantisierung mit 8 bit bzw. 10 bit pro Abtastwert für Leuchtdichtesignal und Farbdifferenzsignal
 - Anzahl der Abtastwerte über die digitale aktive Zeile (53,33 μ s):
 - beim Leuchtdichtesignal: 720
 - bei jedem Farbdifferenzsignal: 360
- Die Leuchtdichtesignal-Codierung erfolgt mit 220 Quantisierungsstufen, wobei Wert 16 gleich dem Schwarzwert und Wert 235 gleich dem Weißwert ist.
- Die Farbdifferenzsignal-Codierung erfolgt mit 224 Quantisierungsstufen, wobei Wert 128 gleich dem Unbuntwert ist.

Die Symbole C_R und C_B werden für die Farbdifferenzsignale benutzt, deren Matrizierung so vorgenommen wird, daß der Spitze-Spitze-Wert gleich dem maximalen Wert des Leuchtdichtesignales wird.

Die Bandbreite des Y-Signales beträgt mindestens 5,75 MHz. Für die Farbdifferenzsignale gilt entsprechend ein Wert von 2,85 MHz.

Die Forderungen an das bandbegrenzende Tiefpaßfilter vor der Signalabtastung liegen demgemäß bei sehr geringer Dämpfungsschwankung im Durchlaßbereich (max. $\pm 0,05$ dB) und bei einer Mindestsperrdämpfung von 40 dB ab 8 MHz (beim Y-Signal) bzw. ab 4 MHz (bei den Farbdifferenzsignalen). [Mäu 95]

Digitales Zeitmultiplexsignal nach ITU-Rec. 656

Die codierten Abtastwerte von Leuchtdichtesignal und den beiden Farbdifferenzsignalen werden in einem Digitalsignal-Multiplexer zusammengefaßt und im Zeitmultiplex in der Folge:

$$C_B, Y, C_R, Y, C_B, Y, C_R, \text{ usw.}$$

parallel auf $N=8$ bzw. $N=10$ Leiterpaaren mit 27 MWorten/s und einem Leiterpaar für den 27-MHz-Takt übertragen oder seriell über ein Koaxkabel mit einer Bitrate $r_{\text{Bit}} = 216$ Mbit/s (bei 8-bit-Codierung) bzw. $r_{\text{Bit}} = 270$ Mbit/s (bei 10-bit-Codierung) mit „Hilfsdaten“, auch digitale Tonsignale, während der Horizontal- und Vertikalaustastlücken. Die serielle Summenbitrate r_{Bit} berechnet sich aus:

$$r_{\text{Bit}} = 13,5\text{MHz} \cdot 8\text{bit} + 2 \cdot 6,75\text{MHz} \cdot 8\text{bit} = 216\text{Mbit} / \text{s}$$

bzw.

$$r_{\text{Bit}} = 13,5\text{MHz} \cdot 10\text{bit} + 2 \cdot 6,75\text{MHz} \cdot 10\text{bit} = 270\text{Mbit} / \text{s}.$$

Aus der Praxis mit digitalen Videosignalen nach Rec. 601 hat sich gezeigt, daß in besonderen Bildvorlagen, z.B. Weißflächen, bei einer 8-bit-Codierung noch Quantisierungsrauschen zu erkennen ist. Daher dominiert die 10-bit-Codierung.

Das serielle Datensignal muß so codiert sein, daß es gleichspannungsfrei ist, und daß aus dem Datenstrom der Bit-Takt abgeleitet werden kann. Man erreicht das durch „Verwürfeln“ des Datenstromes (Scrambling) mit einer Pseudozufallssequenz und durch NRZI-Codierung (Non-Return-to-Zero-Inverse). Dabei wird eine logische „0“ als Gleichspannungswert und die logische „1“ als Gleichspannungssprung codiert.

Nach der ITU-Rec. 656 soll das übertragene Digitalsignal am Leitungsanfang eine Spitze-Spitze-Spannung zwischen 400 mV und 700 mV an einem 75-Ohm-Widerstand aufweisen. Unter Berücksichtigung der Austastlücken, d.h. bei Übertragung nur der aktiven Bildpunkte, ergäbe sich eine aktive Summenbitrate für das 625-Zeilen-System aus:

- $720 \text{ BP/akt.Zeile} \times 576 \text{ akt.Zeilen} \times 8 \text{ bit/BP} \times 1/40 \text{ ms} = 82,944 \text{ Mbit/s (Y-Signal)}$
- $2 \times 360 \text{ BP/akt.Zeile} \times 576 \text{ akt.Zeilen} \times 8 \text{ bit/BP} \times 1/40 \text{ ms} = 2 \times 41,472 \text{ Mbit/s}$

$$= 82,944 \text{ Mbit/s (C}_B\text{,C}_R\text{-Signale)}$$

von insgesamt 165,888 Mbit/s.

Durch eine gewisse Redundanz- und Irrelevanzreduktion läßt sich ohne merkbaren Qualitätsverlust die Bitrate soweit reduzieren, daß selbst mit zusätzlichem Fehlerschutz und einem digitalen Begleitton die Gesamtbitrate auf einen für digitale Übertragungssysteme festgelegten Wert gebracht werden kann, von z.B.:

- 139,264 Mbit/s bei der 4. Hierarchiestufe von PCM-Systemen oder
- 155,520 Mbit/s bei STM-1 in der Synchronen Digitalen Hierarchie. [Mäu 95]