

Komponentensignale

- RGB → Helligkeit, Farbton, Sättigung
Y → Helligkeit
??? → Farbton & Sättigung

→ Farbdifferenzsignale: B-Y und R-Y

- es wird aus den Farbsignalen für Rot und Blau die Helligkeit herausgerechnet
- beide Signale zusammen sind für Farbton und Sättigung zuständig

$$R = (R - Y) + Y$$

$$B = (B - Y) + Y$$

$$G = (Y - 0,3 \cdot R - 0,11 \cdot B) / 0,59$$

- Grün wurde nicht für die Farbdifferenzsignale verwendet, weil der Anteil von Grün an der Luminanz groß ist
- Farbdifferenzsignale sind bei schwarz/grau/weiß 0% → bestehen nur aus Luminanzwert
- Signale können negativ sein

Basiskomponentensignal

- E_Y, E_{R-Y}, E_{B-Y} (E – Elektrisch, ` - Gammavorentzerrung, Y - Luminanz, R-Y und B-Y - Farbdifferenzsignale)
- es gibt für dieses Signal keine Schnittstelle → theoretisches Signal

Bandbreite:

- RGB: $3 \cdot 5\text{MHz}$ → $Y, R - Y, B - Y : 3 \cdot 5\text{MHz}$
- RGB ↔ Y, R-Y, B-Y: mathematische Transformation → identische Qualität

Y C_R C_B

- Komponentensignal → festgelegt in EBU N10 Norm (www.ebu.ch)
 $Y = 0,3 \cdot R + 0,59 \cdot G + 0,11 \cdot B$

$$C_R = (R - Y) \cdot 0,713$$

$$C_B = (B - Y) \cdot 0,564$$

→ Pegelreduktion der Farbdifferenzsignale

- auf MAZs auch teils als Y, R-Y, B-Y beschriftet
- Farbdifferenzsignal C_R & C_B : $\pm 50\%$ oder $\pm 350\text{mV}$
- beim Messen auf dem WFM werden die Kurven für C_R & C_B durch einen Offset angehoben, um als Grenzen wieder 0V und 700mV zu haben → ermöglicht eine schnelle Kontrolle des Signals
- dieses Signal wird in allen Produktionsgeräten verwendet und hat eine eigene Schnittstelle

Bandbreite:

- abhängig von der Signalquelle (hohe Frequenzen → mehr Details)
- Kamera: $3 \cdot 5\text{MHz}$, MAZ: $5 + 2 \cdot 2,5\text{MHz}$ (Y bleibt gleich)
- Luminanz wird vom Auge wesentlich deutlicher wahrgenommen als Farbänderungen, daher wird die Bandbreite der Farbe auf die Hälfte reduziert

- Praxis: $Y = 5\text{MHz}$, $C_R = C_B = 2,5\text{MHz}$
- Qualität ist schon auf der Kassette in der Kamera verloren
- ➔ Reduzierung der Bandbreite = „analoge Datenreduktion“
- bei Grenzflächen in der Helligkeit ist das Bild scharf ➔ mit Farbe werden Farbübergänge schlechter, Konturen bleiben aber scharf

Synchronität:

- Y mit Sync Signal (0...0,3...1V)
- C_R & C_B ohne Sync Signale (-0,35V...0,35V)
- ➔ identische Leitungslängen

Einschub: DSC = Digital Serial Component

(Das analoge Komponentensignal nach EBU N10 ist die Basis für das digitale Komponentensignal)

- Digitales Komponenten Signal (ITU-R BT.601-5)
- Luminanz-Signal: 720x576 Pixel (864x625 Pixel passiv)
- Farbdifferenzsignale: 360x576 Pixel (432x625 Pixel passiv)
- Übertragung: Seriell auf einer Leitung per Zeitmultiplexing (C_B, Y, C_R, Y, \dots)
- Abtastung: 13,5MHz
- Quantisierung: 8Bit (16-235) oder 16Bit (64-940) (Vgl. zu Tontechnik: Ohr kann mehr Pegelunterschiede wahrnehmen, als das Auge Graustufen unterscheiden kann)
- Datenrate: 270 MBit/s (Bild und Austastlücke)
- Schnittstelle: SDI (Serial Digital Interface), ITU-R BT.656-4

Zusammenfassung $Y C_R C_B$:

- Farb-Fernsehen
- Helligkeitssignal über alle Farben mit voller Bandbreite (5MHz)
- s/w-kompatibel
- 2x Farbdifferenzsignale mit halber Bandbreite (Praxis: 2,5MHz)
- 575i/25 mit 52µs aktiver Zeilendauer
- 0-700mV bzw. $\pm 350\text{mV}$ Bildpegel
- Sync in der Luminanz Y (0...0,3...1V)
- 2x Gamma Vorentzerrung
- Schnittstelle vorhanden

YUV...Y/C...FBAS

- Basis RGB ➔ $Y R - Y B - Y$
- $V = (R - Y) \cdot 0,877$
- $U = (B - Y) \cdot 0,493$
- ➔ Pegelreduktion (➔ BlaU)
- keine Schnittstelle ➔ theoretisches Signal auf dem Weg zum FBAS Signal

Bandbreite:

- niedrige Details = Flächen → auf 2,5MHz Produktionsreduktion → 1,3MHz für U und V
- keine feineren Details mehr in der Farbe
- Y, C_R, C_B vs. $YUV \rightarrow C_R = C_B = 2,5MHz \quad \leftrightarrow \quad U = V = 1,3MHz$

YUV-Zusammenfassung:

- Farb-Fernsehen
- Helligkeitssignal über alle Farben mit voller Bandbreite (5MHz)
- s/w-kompatibel
- 2x Farbdifferenzsignale mit reduzierter Bandbreite (Praxis: 1,3MHz)
- 575i/25 mit 52µs aktiver Zeilendauer
- 0-700mV Bildpegel (0-100% Luminanz)
- $\pm 441mV$ Bildpegel ($\pm 63\%$, Farbdifferenzsignale)
- Sync in der Luminanz Y (0...0,3...1V)
- 2x Gamma Vorentzerrung
- keine Schnittstelle
- YUV Signal

Y/C

- U und V einfach addieren würde nicht zurückgerechnet werden können, scheidet somit aus

Modulation:

- Nutzsinal (Information)
- Trägersignal (feste Frequenz, Amplitude und Phase)
- Trägersignal mit modulierter Amplitude (Amplitudenmodulation (AM))
- Signal wird in anderem Signal „versteckt“

AM:

- Nutzsinal: U & V
- Trägerfrequenz: 4,43361875MHz (Farbhilfsträger)
- Modulierte Signale: F_U und F_V (wenn Pegel negativ, 180° Phasenverschiebung)
- Addition der Sinusschwingungen:
 - o C entsteht aus F_U und F_V (neue Amplitude, gleiche Frequenz)
- man kann U und V nicht trennen!
- Phasenlage wird hinter dem Frequenzgenerator bei F_V um 90° verschoben →
 $F_U = 0^\circ, F_V = 90^\circ$
- Nutzsinal: U & V
- 2 Trägersinal: 4,43361875MHz (mit 0° und 90° Phasenlage)
- Modulierte Signale: F_U (0°) und F_V (90°) (wenn Pegel negativ, 180° Phasenverschiebung)
- U+V geht nicht, $F_U + F_V$ geht auch nicht → nicht trennbar
- Addition zum Komponentensinal (kann man über einzelne addierte Punkte ermitteln)
 - o Sinusschwingung mit neuer Amplitude und neuer Phasenlage
 - o 2x AM = QAM (Quadraturamplitudenmodulation)

Quadraturamplitudenmodulation:

Unterschiedliche Amplitude, „keine“ Frequenz, „keine“ Phase → 2x Nutzsinal (U & V)

+ Identische Amplitude → Modulation, identische Frequenz (4,43361875MHz), unterschiedliche Phasenlage → 2x Trägersignal AM

= Modulierte „neue“ Amplitude, identische Frequenz (4,43361875MHz), „neue“ Phasenlage
→ QAM = AM + AM

- zeichnet man zwei beliebige Werte für U und V in ein Koordinatensystem, so wird deutlich, dass es sich um zwei Vektoren handelt, die einen Punkt beschreiben. Dieser kann also auch mit Hilfe der Phasenlage (Betrag) und des zugehörigen Winkels dargestellt werden.

→ $C = \sqrt{(U^2 + V^2)}$ → repräsentiert Sättigung (Vektorlänge)

→ $\phi = \arctan\left(\frac{V}{U}\right)$ → repräsentiert Farbton (Winkel)

Beispiel: Berechnung aller Werte für ein blaues Fernsehbild

$R = 0$ *Farbton :blau*

$B = 1$ *Helligkeit :100%*

$G = 0$ *Sättigung :100%*

$Y = 0,3 \cdot R + 0,59 \cdot G + 0,11 \cdot B = 0,11 = 11\%$

$R - Y = 0 - 0,11 = -0,11 = -11\%$

$B - Y = 1 - 0,11 = 0,89 = 89\%$

$V = (R - Y) \cdot 0,877 = -0,11 \cdot 0,887 = -0,10 = -10\%$

$U = (B - Y) \cdot 0,497 = 0,89 \cdot 0,497 = 0,44 = 44\%$

$C = \sqrt{(U^2 + V^2)} = \sqrt{0,44^2 + (-0,1)^2} = 0,43 = 43\%$

$\phi = 360^\circ - \arctan\left(\frac{V}{U}\right) = 360^\circ + \arctan\left(-\frac{0,10}{0,44}\right) = 360^\circ - 12,8^\circ = 347,2^\circ$

- jede Farbe hat eine eigene Phasenlage → man kann aus dem C Signal auf dem WFM die Farbe ablesen → Modulation findet bis zu 720 Mal pro Zeile statt

→ jeder Bildpunkt hat seinen eigenen C-Wert

Vektorskop:

- nimmt U und V auf und zeigt das C Signal als Winkel und Betrag an
- Graustufen sind als Punkt im Ursprung zu finden (→ keine Sättigung und Farbton, also Anteile am Differenzsignal)
- zeigt eine Zeile als Verlauf von Linien zwischen den Farbpositionen, die markiert sind
- alle Zeilen übereinander, außer Line Selector eingeschaltet