

RTM

Rundfunktechnische Mitteilungen

Herausgegeben im Auftrage der Arbeitsgemeinschaft
der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der
Bundesrepublik Deutschland sowie des Zweiten
Deutschen Fernsehens vom

Institut für Rundfunktechnik GmbH **IRT**

- Karl-Heinz Trißl, Arthur Heller* Die PAL-8er-Sequenz und ihre Auswirkungen beim MAZ-Schnitt
- Peter Janker* Die Lösung der PAL-8er-Sequenz-Problematik beim MOSAIC-System
- Gerhard Welz* Verfahren zur Messung der F/H-Phase und Überprüfung
der F/H-Phasenstabilität
- Michael Rothmayer* Konzepte und Lösungsvorschläge für moderne Impuls- und Synchronisiersysteme
im Fernsehproduktionsbetrieb
- Theodor Bossert* UKW-Mehrwegeausbreitung – Störungen des Empfangs im fahrenden
Kraftfahrzeug und Möglichkeiten der Empfangsverbesserung
- Ulrich Messerschmid, Peter Wolf* Die 36. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER
- Christoph Dosch* Die 3. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R5 (Kabelverteilung)
- Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

Technik für Kreative und hoher Bedienkomfort - wirtschaftlich gelöst. RME - die richtige Mischung.



Ein fortschrittliches Konzept und ein durchdachtes, übersichtliches Layout: Diese Kombination des RME-Kompaktmischer schafft die Voraussetzung für kreatives Arbeiten und unkomplizierte Bedienung.

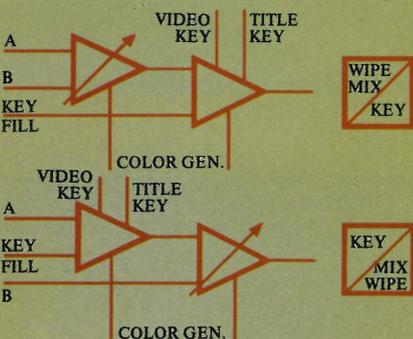
Neuartige Vario-Mischstufe.

Bis zu sechs Signale lassen sich in nur einer Mischstufe für Misch- und Key-Operationen gleichzeitig verarbeiten. Die Funktionsfolge ist frei wählbar.

Der Mischerteil mischt und überblendet, die Folgestufe übernimmt Videokey- und Schrifteinblendungen, wahlweise mit Einfärbung.

Getrennte Ein- und Ausblendung.

Jede Mischstufe besitzt einen mechanisch trennbaren Blendhebel, um A- und B-Signal unabhängig voneinander - wie im Mehrkanalmischer - zu steuern.



Im Trickbetrieb können auf diese Weise kombinierte Tricks in ihren Komponenten getrennt gesteuert werden.

Individuelle Trickvariationen.

Die Tricks lassen sich sowohl horizontal als auch vertikal vervielfachen und modulieren.

Dabei ist auch eine Trickverschiebung mit H- und V-Voreinstellung und Positionsspeicherung möglich.

Kombinierte Trick-Amplitudenmischung.

Ein Novum in der Mischertechnik: zwei zusätzliche Blendhebel in jeder Mischstufe. Sie gestatten Tricküberblendungen während der Betriebsart „Mischen“ - ein Vorgang, für den herkömmliche Mischer zwei in Kaskade geschaltete Mischstufen benötigen.

Abgesehen von diesen markanten Neuerungen weist die RME-Reihe selbstverständlich alle Merk-

male auf, die von einem modernen Mischer erwartet werden:

- 16 oder 24 Bildeingänge, 4 Schrift- und 8 Chroma-Key-Eingänge
- eine oder zwei Mischebenen
- Programm-Vorschau-Mischer
- 60 Tricks und H/V-Vervielfachung
- Chroma-Key und Shadow-Key
- Zweikanal-Schrifteinblender
- CFM-Programmierspeicher (Control Function Memory)
- automatische Vorschau
- digitale Videoeffekte, Cox Box und Mehrkanalmischer
- Mikroprozessor-Steuerung

So besticht der neue Mischer durch einen hohen Grad an Flexibilität und eine komfortable Technik. Er ist für anspruchsvolle kreative Produktionen konzipiert, und er hilft Produktionszeit zu sparen. Der RME. Von Bosch.

Robert Bosch GmbH
Geschäftsbereich Fernsehanlagen
Postfach 429, 6100 Darmstadt
Bundesrepublik Deutschland

- VARIO-Mischstufe mit 6 Eingangssignalen
- ON-AIR Betriebsartumschaltung
- Separate Blendstufen für A- und B-Signal
- Autom. Schrifteinblendung mit CUT/WIPE/MIX
- Zusatzregler für KEY-WIPE und SPLIT



BOSCH

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 28

1984

Heft 3

INHALTSVERZEICHNIS :

Die PAL-8er-Sequenz und ihre Auswirkungen beim MAZ-Schnitt 101 Karl-Heinz Trißl, Arthur Heller	fahrenden Kraftfahrzeug und Möglichkeiten der Empfangsverbesserung 142 Theodor Bossert
Die Lösung der PAL-8er-Sequenz-Problematik beim MOSAIC-System 112 Peter Janker	Die 36. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER 147 Ulrich Messerschmid, Peter Wolf
Verfahren zur Messung der F/H-Phase und Überprüfung der F/H-Phasenstabilität 121 Gerhard Welz	Die 3. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R5 (Kabelverteilung) 152 Christoph Dosch
Konzepte und Lösungsvorschläge für moderne Impuls- und Synchronisiersysteme im Fernsehproduktionsbetrieb 134 Michael Rothmayer	Tagungen und Ausstellungen 154
UKW-Mehrwegeausbreitung — Störungen des Empfangs im	Buchbesprechungen 155
	Nachrichten 159
	Persönliches 160

DIE PAL-8ER-SEQUENZ UND IHRE AUSWIRKUNGEN BEIM MAZ-SCHNITT

VON KARL-HEINZ TRISSL UND ARTHUR HELLER¹

Manuskript eingegangen am 4. April 1984

Fernsehstudioteknik

Zusammenfassung

Durch die 8-Halbbild-Periodizität des PAL-Farbfernsehensystems, die sogenannte PAL-8er-Sequenz, entstehen beim MAZ-Schnitt gewisse Störeffekte, die zwar schon lange beobachtet wurden, jedoch erst beim heute erreichten Perfektionsgrad der elektronischen Schneidetechnik in zunehmendem Maße störend in Erscheinung treten. Der Aufsatz versucht, die grundlegenden 8er-Sequenz-Zusammenhänge anschaulich darzustellen und die damit auftretenden Effekte zu erklären. Davon ausgehend wird der Katalog von Maßnahmen erläutert, die, in ihrer Gesamtheit angewandt, die Störeffekte mit 100%iger Sicherheit vermeiden.

Summary The PAL 8-field sequence and its effects on television-tape editing

The 8-field periodicity of the PAL colour-television process, the so-called PAL 8-field sequence, gives rise to certain disturbing effects in television-tape editing; these effects have been observed for some time, but, with the degree of perfection attained today in electronic-editing equipment, they are becoming increasingly disturbing. The paper endeavours clearly to represent the fundamental 8-field sequence relationships and thus to explain the effects resulting therefrom. On that basis, the catalogue of measures is explained which, applied in their totality, obviate the disturbing effects with a 100 % certainty.

Sommaire La séquence de huit trames PAL et son incidence sur le montage des enregistrements magnétiques

Le cycle de huit trames du système de télévision en couleur PAL, appelé séquence de huit trames PAL, perturbe quelque peu les opérations de montage au magnétoscope; ces effets ont été constatés depuis longtemps déjà, mais avec le niveau de perfection atteint aujourd'hui dans les équipements de montage électroniques, ils se révèlent de plus en plus gênants. L'article s'efforce de présenter clairement les relations fondamentales de la séquence de huit trames et d'en expliquer les conséquences. Partant de cet exposé, on dresse la liste des mesures dont l'application intégrale permet de supprimer les effets gênants avec une certitude totale.

1. Einleitung

Seit dem Jahre 1967 gibt es in der Bundesrepublik Deutschland Farbfernsehen nach dem PAL-System. Es ist deshalb verwunderlich, daß gewisse Störeffekte beim elektronischen MAZ-Schnitt, die beim PAL-System ebenso wie beim amerikanischen NTSC-System auftreten können, erst in der letzten Zeit bei den Fernsehbetrieben intensiver diskutiert

wurden. Diese Störeffekte hatte man zwar vorher schon lange beobachtet, aber letztlich doch toleriert bzw. ignoriert, weil sie durch Größeres überdeckt wurden. Beim jetzt erreichten Perfektionsgrad der Schneidetechnik führen sie in bestimmten Fällen jedoch zu Qualitätsbeeinträchtigungen, die man nicht mehr hinnehmen möchte.

Diese Effekte resultieren aus einer nachträglich störend in Erscheinung getretenen Eigenschaft dieser Fernsehsysteme, die sich aus dem Phasenverlauf zwischen Farbträgerschwingung und Horizontalsignal ergibt, nämlich einer 8er-Sequenz-Struktur des PAL-Systems bzw. einer 4er-Sequenz des NTSC-Systems.

¹ Dipl.-Phys. Karl-Heinz Trißl ist Leiter des Arbeitsbereiches Automationstechnik Fernsehstudio, Dipl.-Ing. Arthur Heller ist Leiter des Arbeitsbereiches Videomeßtechnik im Institut für Rundfunktechnik, München.

Die Lösung der damit verbundenen Probleme wird heute auch dadurch erschwert, daß eine entsprechende Phasenvorschrift für die Phase zwischen Farbträgerschwingung und Horizontalsignal ursprünglich in keinen der beiden Standards einbezogen war.

J. W. van Dael vom Niederländischen Fernsehen NOS hat als einer der ersten die Gesamtproblematik der 8er-Sequenz beschrieben und Lösungsmöglichkeiten entwickelt [1]. Etwa zur gleichen Zeit begannen auch Untersuchungen im IRT zu diesem Thema; insbesondere wurden bei der Entwicklung des MO-SAIC-Systems [2] alle Maßnahmen mit einbezogen, die zur Lösung der 8er-Sequenz-Probleme erforderlich sind, soweit sie das Schnittsystem und die Umgebung der MAZ-Maschine betreffen [3, 4].

Im folgenden wird zunächst die Natur der 8er-Sequenz und der daraus resultierenden Störeffekte beschrieben; davon werden die erforderlichen Maßnahmen abgeleitet, die, wenn man sie in ihrer Gesamtheit anwendet, zu einer 100%igen Vermeidung der Effekte führen.

2. Die Grundlagen der PAL-8er-Sequenz

Neben dem Nutzsignal (Helligkeit, Farbe) enthält ein PAL-Farbfernsehensignal noch zusätzliche Hilfs-signale. Dazu gehören

- Signale zur Übertragung der Rasterinformation (Horizontal-, Vertikalsignal),
- Trägersignale (Farbträger, repräsentiert durch den Burst),
- spezielle Synchronisiersignale (PAL-Schalt-signal, repräsentiert durch den Phasenwechsel des Burst).

All diese Signale, auch wenn sie im Signalgemisch eines FBAS-Signals nur implizit vorhanden und teilweise schwer herauszudestillieren sind, haben gleichmäßige periodische Schwingungen zur Grundlage. Da diese Periodizitäten von ganz unterschiedlicher Frequenz sind, ändert sich die Phasenlage zweier beliebiger solcher Schwingungen laufend. Da andererseits jedoch die unterschiedlichen Frequenzen aufeinander abgestimmt sind und miteinander verkoppelt sind, stellt sich in regelmäßigen Zeitabständen immer wieder die gleiche Phasenlage der Periodizitäten untereinander ein. Diese Zeitabstände stellen eine „Sequenz“ des Signalgemisches dar. Anders ausgedrückt ist eine Sequenz derjenige Zeitraum, nach dem die Phase bestimmter Periodizitäten zueinander wieder die gleiche ist.

Das Vertikalsignal ist die tiefstfrequente Periodizität im oben beschriebenen Sinne. Seine Periodendauer ist das Halbbild. Die Suche nach Sequenzen innerhalb des PAL-Signals orientiert sich deshalb an der Frage, nach wievielen Halbbildern sich die Phase der höherfrequenten Periodizitäten wiederholt.

2.1. Hierarchie der Halbbildsequenzen

Durch Betrachtung der unterschiedlichen Periodizitäten des PAL-Signals ergeben sich die folgenden Sequenzen:

1. Ein Halbbild enthält (wegen des Zeilensprungverfahrens) $312\frac{1}{2}$ Zeilen (H-Perioden). Eine ganze Zahl (nämlich 625) H-Perioden (zu $64 \mu\text{s}$) ist somit

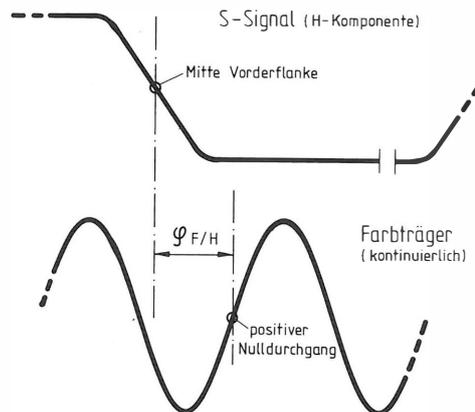


Bild 1
Definition der Phasenlage des Farbträgers
zum H-Signal (F/H-Phase)

erst in zwei Halbbildern enthalten; erst nach zwei Halbbildern wiederholt sich also die Phase des H-Signals am Beginn eines Halbbildes. Daraus folgt die **2-Halbbild-Sequenz** des H-Signals.

2. Das PAL-Schalt-signal ändert von Zeile zu Zeile seinen Zustand, hat also die doppelte Periodendauer (P-Periode) wie das H-Signal. Eine ganze Zahl (nämlich 625) P-Perioden ($128 \mu\text{s}$) ist erst in 4 Halbbildern enthalten. Daraus folgt die **4-Halbbild-Sequenz** des P-Signals.
3. Neben Zeile und P-Signal gibt es eine weitere, weniger bekannte Periodizität des PAL-Signals, die sich über 4 Zeilen erstreckt. Sie ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen Farbträgerfrequenz und Zeilenfrequenz und wird nachstehend noch genauer beschrieben. In Analogie zu oben ist eine ganze Zahl (nämlich 625) solcher 4-Zeilen-Perioden ($256 \mu\text{s}$) erst in 8 Halbbildern enthalten. Daraus folgt die **8-Halbbild-Sequenz** der **Phasenperiodizität F/H**.

2.2. Die Farbträgerphase und deren Verlauf

Da diese Phasenperiodizität F/H nicht so leicht zu überblicken ist, soll sie im folgenden näher beschrieben werden. **Bild 1** zeigt die exakte Definition der F/H -Phase (engl.: Subcarrier-to-Horizontal phase = Sc-H phase). Sie ist definiert durch den Abstand des positiven Nulldurchgangs des Farbträgers von der Vorderflanke des H-Signals. Dabei ist zu beachten, daß im FBAS-Signal der Farbträger als -U-Komponente des Burst und das H-Signal als eine der Komponenten des S-Signals enthalten ist. Da jedoch die Vorderflanke des S-Signals laut Norm 200 ns breit ist und damit in der Größenordnung der F-Periode von 225 ns liegt, muß genau definiert werden, welcher Punkt der S-Flanke als Bezugspunkt für die Phasenmessung zu gelten hat. Wie in **Bild 1** gezeichnet, verwendet man dazu diejenige Stelle der Flanke, bei der genau der halbe Spannungspegel zwischen Schwarzschar und Synchronsignal-Boden durchquert wird. Die meßtechnische Detektierung dieses Punktes - möglichst unabhängig von Signalverzerrungen und Jitter - stellt ein gewisses Problem dar und beschränkt die Genauigkeit aller Meßverfahren der F/H -Phase.

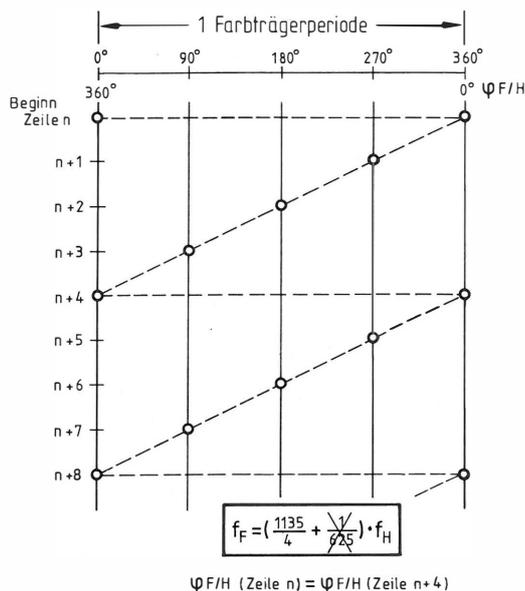


Bild 2

F/H-Phasenverlauf in einem hypothetischen PAL-System (ohne 25-Hz-Versatz)

Diese F/H-Phase ändert sich nun von Zeile zu Zeile. **Bild 2** zeigt diesen Phasenverlauf, und zwar zunächst für ein hypothetisches PAL-System ohne 25-Hz-Versatz. Das bedeutet, daß die Beziehung zwischen Farbträgerfrequenz f_F und Horizontalfrequenz f_H wie folgt lautet:

$$f_F = \frac{1135}{4} \cdot f_H = 283\frac{3}{4} \cdot f_H$$

Dies ist der sogenannte Viertelzeilenoffset, was bedeutet, daß der Farbträger nicht ein ganzzahliges Vielfaches der Horizontalfrequenz ist, sondern um eine Viertelzeile abweicht. Anders ausgedrückt haben in einer Zeilenperiode $283\frac{3}{4}$ Farbträgerperioden Platz. Dies bewirkt, daß die F/H-Phase von Zeile zu Zeile um $270^\circ (= -90^\circ)$ verschoben ist. Erst die jeweils 4. Zeile enthält eine um $4 \times 270^\circ = 1080^\circ = 3 \times 360^\circ = 0^\circ$ verschobene F/H-Phase, die wieder mit der ursprünglichen Phase identisch ist. Der dadurch in **Bild 2** erhaltene Sägezahnverlauf repräsentiert in üblicher Weise die Phasendarstellung einer Sinusschwingung.

Das tatsächliche PAL-System enthält jedoch noch den 25-Hz-Versatz, der sich in der Frequenzbeziehung zwischen Farbträger- und Horizontalsignal folgendermaßen ausdrückt:

$$f_F = \left(\frac{1135}{4} + \frac{1}{625} \right) \cdot f_H = 283,7516 \cdot f_H$$

wobei $\frac{f_H}{625} = 25 \text{ Hz}$ ist.

Wie **Bild 3** zeigt, bewirkt die leichte Erhöhung der Farbträgerfrequenz (um 25 Hz) im Vergleich zu **Bild 2**, daß die F/H-Phase nach jeder Zeile sich um etwas mehr als 270° und nach vier Zeilen sich um etwas mehr als $3 \times 360^\circ$ gedreht hat. Betrachtet man nur jede 4. Zeile, so ergibt sich eine kontinuierliche Verschiebung der F/H-Phase. Dies ist in **Bild 3** durch

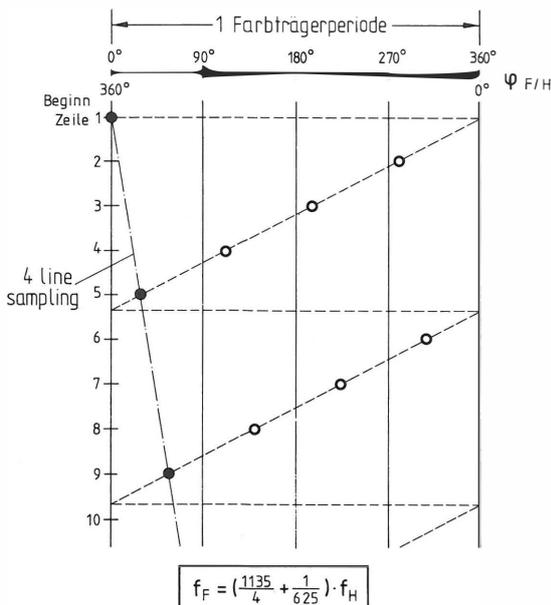


Bild 3

F/H-Phasenverlauf im tatsächlichen PAL-System (mit Einfluß des 25-Hz-Versatzes)

eine strichpunktierte Linie dargestellt, welche die Phasendarstellung eines 25-Hz-Sinus ist. (Sie wurde in **Bild 3** der Deutlichkeit halber in stark übertriebener Schräge gezeichnet.)

Es sollte hier daran erinnert werden, daß dieser komplizierte Zusammenhang zwischen Farbträger- und Horizontalfrequenz aus guten Gründen, nämlich zugunsten der Kompatibilität zum Schwarzweißempfänger, so gewählt wurde: Der Viertelzeilenoffset bewirkt eine Verkämmung der Farbträgerbildstruktur auf dem Schwarzweißempfänger; der 25-Hz-Versatz setzt diese in Bewegung.

Untersucht man die F/H-Phase nach insgesamt 625 Zeilen, also nach Ablauf eines Vollbildes, so ergeben sich wegen der ungeraden Zahl von Zeilen pro Vollbild die in **Bild 4** dargestellten Verhältnisse. Von Vollbild zu Vollbild, jeweils zu Beginn der ersten Zeile betrachtet, ergibt sich wiederum eine Phasenverschiebung um $270^\circ = -90^\circ$; erst nach 4 Vollbildern oder 8 Halbbildern wird wieder die ursprüngliche Phase erreicht. Dies ist die oben bereits erwähnte 8-Halbbild-Sequenz der F/H-Phasenperiodizität.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß die Phasenabweichungen des 25-Hz-Versatzes aus **Bild 3** nicht mehr in der Vollbilddarstellung von **Bild 4** in Erscheinung treten, da die Periodendauer der 25-Hz-Schwingung genau einem Vollbild entspricht. Das heißt, daß der 25-Hz-Versatz in keiner Weise die Ursache für die 8er-Sequenz-Struktur des PAL-Systems ist; die Ursache dafür ist lediglich der Viertelzeilenoffset.

Der 25-Hz-Versatz erleichtert sogar die F/H-Phasenmessung: Tastet man nämlich die F/H-Phase in jeder 4. Zeile ab (Four-line-sampling), so würde beim hypothetischen PAL-System laut **Bild 2** eine Gleichspannung resultieren, während sich beim tatsächlichen PAL-System laut **Bild 3** eine 25-Hz-Schwingung er-

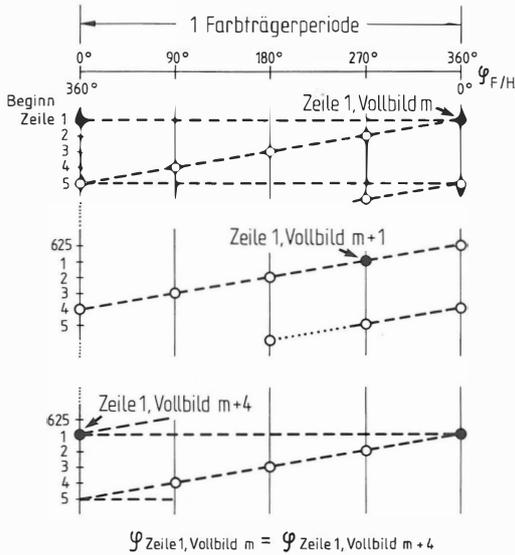


Bild 4

F/H-Phasenverlauf an den Vollbildübergängen

gibt, die wesentlich leichter und unabhängig von Drifteffekten ausgewertet werden kann (Chopper-Prinzip).

3. Störende Effekte und deren Ursache

Für das Funktionieren des PAL-Farbfernsehsystems bei der Übertragung von der Kamera über das Studio und den Sender bis zum Heimempfänger ist die F/H-Phase völlig unerheblich. In der Phase zwischen Farbträger und Horizontalsignal steckt keinerlei Information. Probleme können sich erst beim elektronischen Schnitt auf MAZ-Maschinen ergeben. Werden nämlich zwei Bilder aneinandergeschnitten, so muß dies in einer Weise geschehen, daß keine der im Signalgemisch enthaltenen Periodizitäten eine Diskontinuität erfährt. Verletzt man diese Regel, so kann dies zu Störungen geringeren oder größeren Ausmaßes führen, je nachdem, wie wichtig die betreffende Periodizität für die Wiedergabe ist. Dies

galt bereits beim Zelluloidfilm; die dort vorhandene „Periodizität“ des Perforationsloch-Abstandes darf beim Schneiden und Kleben der Filme nicht verletzt werden, da der Film sonst nicht über Zahntrommeln transportiert werden kann. Beim Film ist dies eine Binsenweisheit.

Nicht so unmittelbar einsichtig, aber ebenso zutreffend, gilt dies für das FBAS-Signal auf einem MAZ-Band. Und zwar ergeben sich bei Kontinuitätsverletzungen der Sequenzen des PAL-Signals folgende Störungen:

1. Eine Verletzung der 2er-Sequenz würde einen Kontinuitätssprung im H-Signal bewirken; der ein solches Signal wiedergebende Empfänger würde aus der Horizontalsynchronisation fallen.
2. Eine Verletzung der 4er-Sequenz würde einen Kontinuitätssprung des PAL-Schaltsignals bewirken; der ein solches Signal wiedergebende Empfänger würde Farbausreißer in Richtung konjugiert komplexer Farben zeigen.

Diese beiden Störungen können in der Praxis nicht auftreten, da jede MAZ-Maschine grundsätzlich automatisch in bezug auf die 2er- und 4er-Sequenz richtig in Relation zum Referenztakt einläuft. Da elektronischer Schnittbetrieb bei MAZ-Anlagen aus „Überspielen“ besteht, geben somit gleichzeitig laufende MAZ-Anlagen grundsätzlich immer zur gleichen Zeit das gleiche HalbBild einer Sequenz wieder bzw. zeichnen es auf. In bezug auf die 2er- oder 4er-Sequenz nicht zusammenpassende HalbBilder können deshalb gar nicht aneinandergeschnitten werden; sehr wohl möglich ist dies jedoch bei der 8er-Sequenz, und hier gilt:

3. Eine Verletzung der PAL-8er-Sequenz bewirkt eine Diskontinuität des Farbträgers. Bei der Wiedergabe passiert an dieser Stelle im allgemeinen gar nichts.

Diese überraschende Feststellung ist damit begründet, daß der Farb-Zeitfehlerausgleicher der MAZ-Maschine den Phasensprung des Farbträgers, wie er vom Band wiedergegeben wird, total ausgleicht.

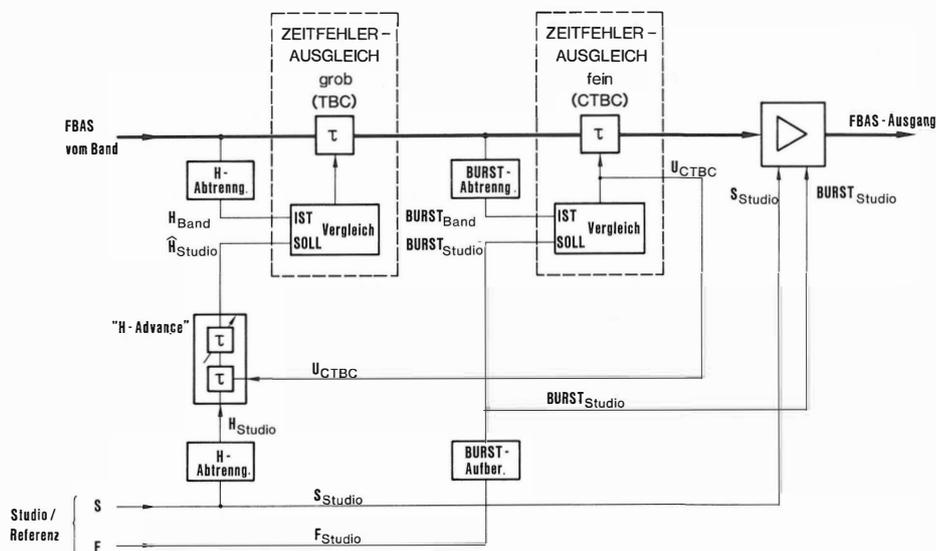


Bild 5

Prinzip des Zeitfehlerausgleichs bei der BCN

3.1. Der Farb-Zeitfehlerausgleich bei der MAZ

Um dieses segensreiche Wirken des Zeitfehlerausgleichs, aber auch die damit verbundenen schädlichen Nebenwirkungen zu verstehen, muß zunächst das Wirkungsprinzip des Zeitfehlerausgleichs in einer MAZ-Maschine betrachtet werden. **Bild 5** zeigt das Prinzip des Zeitfehlerausgleichs am Beispiel der BCN.

Das vom Band kommende FBAS-Signal, das infolge der endlichen Regelgenauigkeit des Motorservos gewissen zeitlichen Schwankungen unterworfen ist, wird zunächst auf einen Grob-Zeitfehlerausgleicher geführt (engl.: Time-Base-Corrector = TBC). Dieser Stufe wird ein Signal \hat{H}_{Studio} zugeführt, das über verschiedene einstellbare Laufzeitglieder vom S-Signal der Studioreferenz abgeleitet ist. Aufgabe dieser Schaltung ist es, entsprechend der Abweichung in das vom Band kommende FBAS-Signal eine variable Laufzeit von genau der Größe einzuschalten, daß die verbleibende Abweichung zwischen H_{Band} und \hat{H}_{Studio} minimal wird.

Die Genauigkeit des Grob-Zeitfehlerausgleichs war für Schwarzweißsignale ausreichend. Durch die Benutzung des relativ niederfrequenten H-Signals für die Nachsteuerung sowie durch eventuelle Signalverformungen der H-Flanke entstehen jedoch Restfehler, die bei einem Farbsignal nicht tolerierbar sind. Geringe Laufzeitfehler äußern sich hier nämlich in Phasenverschiebungen des Farbträgers und damit verbundenen Farbverfälschungen.

Aus diesem Grund ist in farbtüchtigen MAZ-Maschinen ein Fein-Zeitfehlerausgleicher oder Farb-Zeitfehlerausgleicher (Colour Time-Base-Corrector = CTBC) hinter den Grob-Zeitfehlerausgleicher geschaltet. Diesem wird als Referenz ein vom Studiofarbträger (F_{Studio}) abgeleiteter Burst ($BURST_{\text{Studio}}$) zugeführt. In dieser Schaltung wird nun das gesamte Signal durch Einschaltung einer variablen Laufzeit nochmals verschoben, und zwar so, daß der Burst des Signals vom Band ($BURST_{\text{Band}}$) mit dem Burst vom Studio zur Deckung kommt.

In **Bild 6** ist die Beeinflussung des FBAS-Signals durch die Zeitfehlerausgleicher für vier typische Fälle dargestellt. Als Referenzsignale sind H_{Studio} und F_{Studio} dargestellt (oberste Darstellung von **Bild 6**), dann das FBAS-Signal vom Band nach Passieren des TBC (2. Darstellung), des CTBC (3. Darstellung) und nach Zuziehen des Referenz-H- und des Burst-Signals (unterste Darstellung). Betrachtet wird jeweils eine beliebige, aber immer die gleiche Zeile innerhalb einer Folge von acht Halbbildern.

In **Bild 6a** ist der wünschenswerte Normalfall dargestellt. Das soll heißen, daß die Phasenbeziehung zwischen dem Farbträger und dem H-Signal (und damit auch zwischen dem Burst und dem S-Signal) bei dem aufgezeichneten FBAS-Signal die gleiche ist wie bei dem von außen zugeführten Referenzsignal. Leider ist jedoch diese Voraussetzung in vielen Fällen nicht erfüllt. Hierfür können zwei Hauptursachen verantwortlich sein:

1. Die F/H-Phase des aufgezeichneten Signals war während der Aufnahme eine andere als die F/H-Phase des Referenzsignals bei der Wiedergabe. Dabei ist es unerheblich, ob das Referenzsignal oder das Bandsignal oder beide in ihrer F/H-

Phase von einer Standardphase abweichen. Maßgeblich ist nur die Differenz der beiden F/H-Phasen, die am Eingang des CTBC als Fehlphase zwischen Burst vom Band einerseits und Referenz-Burst andererseits auftritt und die vom CTBC ausgeglichen werden muß. **Bild 6b** zeigt den Fall einer Abweichung von genau 90° bei den Referenzsignalen, **Bild 6c** den Fall einer solchen von 180° .

2. Die MAZ-Maschine ist 8er-sequenzmäßig falsch eingelaufen, das heißt, sie gibt zu einem Zeitpunkt, wo z. B. das erste Vollbild einer 8er-Sequenz des Referenzsignals vorliegt, tatsächlich ein drittes Vollbild des aufgezeichneten Signals wieder. Aus **Bild 4** ist bekannt, daß in diesem Falle einander entsprechende Zeilen eine um 180° gedrehte F/H-Phase aufweisen. Dementsprechend weist auch der Burst am Eingang des CTBC einen Phasenfehler von 180° auf; dieser Fall ist in **Bild 6d** dargestellt.

Aus **Bild 6** ist zu entnehmen, daß die Fälle c und d in bezug auf den resultierenden Phasenfehler am Eingang des TBC absolut gleich liegen. Mehr noch: Die beiden Fälle sind absolut identisch, wenn man das Referenzsignal von **Bild 6c** anders interpretiert. Der Phasenfehler von 180° kann nämlich auch als Phasenfehler von 0° betrachtet werden, wenn man sich das Signal um vier Halbbilder verschoben denkt (siehe **Bild 4**). Würde man die Verhältnisse von **Bild 6c** so zeichnen, wie die Signale vier Halbbilder später aussehen, erhielt man genau **Bild 6d**. Daraus folgt die wichtige Erkenntnis, daß Fehler von 180° tatsächlich keine Fehler der F/H-Phase, sondern der 8er-Sequenz-Zuordnung sind. Damit kann auch **Bild 6c** so interpretiert werden, daß nicht die Referenz falsch ist, sondern die Maschine 8er-sequenzmäßig falsch eingelaufen ist.

Der Zustand, bei dem eine MAZ-Maschine 8er-sequenzmäßig falsch wiedergibt, nennt man „out-phase“, im Gegensatz zum „in-phase“-Zustand bei 8er-Sequenz-richtigem Einlauf. Im Gegensatz zur 2er- und 4er-Sequenz führen MAZ-Maschinen im Normalfall keinen automatisch richtigen Einlauf gemäß der 8er-Sequenz durch; eine MAZ läuft üblicherweise mit 50 % Wahrscheinlichkeit in-phase, mit 50 % Wahrscheinlichkeit out-phase ein. Es gibt jedoch auch Maschinen, die einen wahlweise zuschaltbaren Colour-framer besitzen, der die Maschine in-phase zwingt.

Durch Kombination der beiden oben genannten Fehlermöglichkeiten kann dem CTBC im Prinzip jede beliebige falsche Phase an seinem Eingang angeboten werden. Und es bleibt die Aufgabe des CTBC, das Signal, das an seinem Eingang liegt, so zu verschieben, daß dessen Burst mit dem Referenz-Burst übereinstimmt (**Bild 6** dritte Zeile).

Wie ebenfalls in **Bild 6** dargestellt, resultiert aus dieser Verschiebung des Gesamtsignals auf Grund eines in der Phase unrichtigen Burst auch eine Verschiebung des Bildinhalts relativ zum S-Signal der Referenz. Da aber, wie in **Bild 5** gezeigt ist, zwischen Ausgang des CTBC und Ausgang der MAZ-Maschine auch das Referenz-S-Signal (S_{Studio}) neu zugemischt wird, wird diese Verschiebung zwischen Bildinhalt

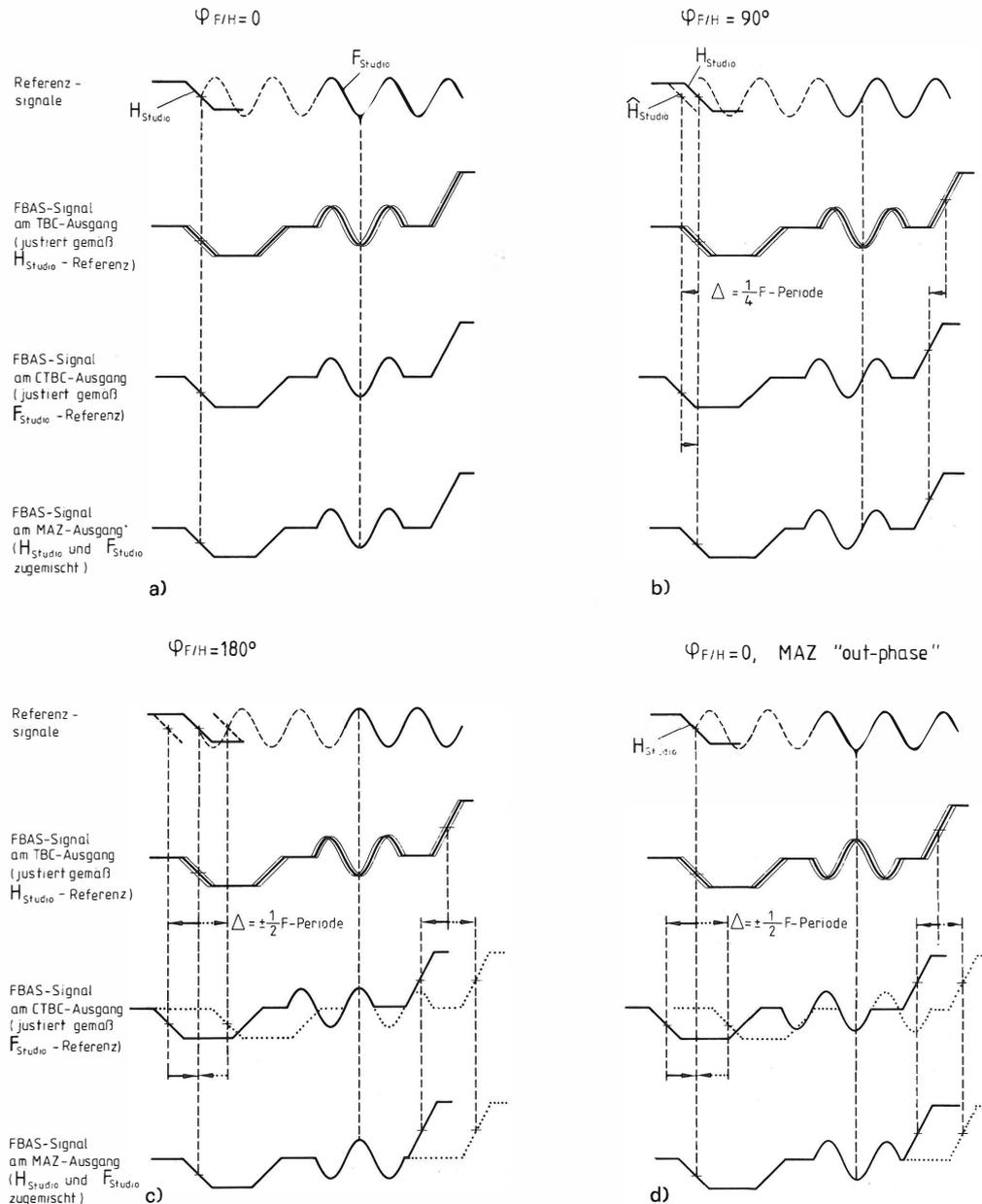


Bild 6

Arbeitsweise und Wirkung der Zeitfehlerausgleicher bei unterschiedlichen Abweichungen der F/H-Phase des Bandsignals von der F/H-Phase der Referenz

- a) F/H-Phasen des Bandsignals und des Referenzsignals sind gleich, keine größere Korrektur erforderlich
- b) F/H-Phase des Referenzsignals weist eine um 90° abweichende F/H-Phase auf, CTBC bewirkt eine Verschiebung des Bandsignals um eine viertel Farbträgerperiode
- c) F/H-Phase des Referenzsignals weist eine um 180° abweichende F/H-Phase auf, CTBC bewirkt eine Verschiebung des Bandsignals um eine halbe Farbträgerperiode nach links oder rechts
- d) Wegen Out-phase-Einlauf der MAZ weist das Bandsignal eine um 180° abweichende Phase auf, CTBC bewirkt eine Verschiebung um eine halbe Farbträgerperiode nach links oder rechts

und Referenz-S-Signal festgeschrieben (Bild 6, unterste Zeile). Ein angeschlossener Empfänger synchronisiert nun die Lage seines horizontalen Rasters auf das S-Signal (nicht auf den Burst) und gibt demzufolge ein entsprechend verschobenes Bild wieder. Der Betrag der Verschiebung hängt, wie Bild 6b und 6c zeigt, von der Größe des Phasenfehlers ab; die Richtung der Verschiebung hängt darüber hinaus bei Fehlern von genau 180° (= Out-phase-Einlauf) auch noch vom Zufall (!) ab, wie Bild 6c und 6d zeigt. Der CTBC hat nämlich die Möglichkeit, den 180° -Fehler

entweder durch eine Verschiebung von plus oder minus einer halben Farbträgerperiode auszugleichen.

Bei der Realisierung des Zeitfehlerausgleichers der BCN kommt eine weitere Feinheit dazu: eine automatische Einstellung des CTBC auf optimalen Arbeitspunkt. Bild 5 zeigt, daß der CTBC einen mit U_{CTBC} bezeichneten Ausgang besitzt, an dem die interne Steuerspannung herausgeführt ist. Diese Spannung beeinflusst ein variables Zeitglied, das in den Signalweg des Referenz-H-Signals zum TBC eingefügt ist. Sobald nun für den CTBC der Bedarf für

eine größere Korrektur besteht (Abweichung der F/H-Phase des Bandsignals von der F/H-Phase der Referenz), wird über die geänderte U_{CTBC} das variable Zeitglied nachgestellt und damit das Referenz-H-Signal so verschoben, daß die bisher vom CTBC korrigierte Zeit nunmehr (wegen der „Falschvorgabe“ des Referenz-H-Signals) bereits vom TBC im wesentlichen ausgeglichen wird. (Dieses verschobene H-Signal ist in **Bild 6**, oberste Zeile eingezeichnet und mit H_{Studio} bezeichnet; wollte man diesen Sachverhalt in **Bild 6** genau berücksichtigen, so müßte bereits das Signal am TBC-Ausgang verschoben sein, da es bereits im TBC gemäß H_{Studio} und nicht gemäß H_{Studio} justiert wird.) Damit reduziert sich der vom CTBC zu erbringende Ausgleichsbetrag, so daß dieser sich stets in seinem optimalen Arbeitsbereich befindet. Man kann sagen, daß über diese Regelschleife die F/H-Phase der Studioreferenz an die F/H-Phase des Bandsignals angepaßt wird, und zwar bereits im TBC. Bei stets einheitlicher F/H-Phase wäre diese Regelschleife eigentlich nicht notwendig.

Leider führt diese Schaltung unter ungünstigen Bedingungen ihrerseits zu zusätzlichen Störungen: Das regelbare Zeitglied weist selbstverständlich einen endlichen Arbeitsbereich auf. Befindet man sich in der Nähe der Variationsgrenzen des Zeitglieds (z. B. durch nacheinander aufgetretene Sprünge der F/H-Phase des Signals vom Band in immer der gleichen Richtung), so bedarf es nur noch geringer Änderungen der F/H-Phase, um an den „Anschlag“ des Regelbereichs zu kommen; in diesem Fall erfolgt ein Umkippen der Regelschaltung, verbunden mit einem Sprung der Gesamtverzögerung des Bandsignals um eine volle Farbrägerperiode, was wiederum zu einer Verschiebung des Bildinhalts führt.

3.2. Die kritischen Betriebsfälle

Aus dem oben Gesagten ergibt sich, daß Mißachtungen der PAL-8er-Sequenz, die von Natur aus zu Diskontinuitäten im Farbräger führen und deshalb zu einem Aussetzen der Farbrägeroszillator-Synchronisation im Empfänger führen müßten, in Wirklichkeit dank des Zeitfehlerkorrektors am Ausgang der MAZ keinen Phasensprung des Farbrägers, sondern eine Verschiebung des Bildinhalts der Zeile in Relation zum Synchronsignal zur Folge haben. Am angeschlossenen Empfänger äußert sich dies in einer Verschiebung des gesamten Bildes in horizontaler Richtung.

Erfreulicherweise ist eine solche Verschiebung nicht erkennbar, so lange das Auge keine Vergleichsmöglichkeit mit dem unverschobenen Bild hat. Dies ist immer der Fall, wenn die Verschiebung gleichzeitig mit einem Take-Wechsel passiert, der einen völlig anderen Bildinhalt bietet. Es gibt jedoch Fälle, in denen die Vergleichsmöglichkeit vorhanden ist. Dies sind die sogenannten Bild-im-Bild-Schnitte, bei denen sich der Bildinhalt unmittelbar vor und nach dem Schnitt nicht oder nicht wesentlich ändert.

Im praktischen Betrieb treten Bild-im-Bild-Schnitte vor allem bei den folgenden Gelegenheiten auf:

1. Aneinanderschneiden von unbewegten Szenen gleichen Inhalts; typische Beispiele dafür sind:

- im Bereich der Produktion das Anschneiden des Studiobildes zu Beginn einer neuen Szene an das Studiobild am Ende der alten Szene,
 - im Bereich der Schnittbearbeitung das Beseitigen einer Pause innerhalb einer unbewegten Szene.
2. Herstellung von Tricksequenzen durch das Aneinanderschneiden von Einzelbildern (Animation); dabei werden Schnitte durchgeführt, bei denen der Bildinhalt sich nur an wenigen Stellen ändert.
 3. Pseudoschnitte, die im Rahmen einer Schnittbearbeitung nur deshalb ausgeführt werden, weil der kontinuierliche Schnittprozeß unterbrochen werden muß; **Bild 7** zeigt ein Beispiel für einen solchen nicht szenenbedingten Zusatzschnitt, der deshalb erforderlich ist, weil zwei Überblendvorgänge kurz nacheinander ausgeführt werden sollen, wobei nur zwei MAZ-Maschinen zur Verfügung stehen und der dritte Take (Take C in **Bild 7**) nicht rechtzeitig positioniert werden kann.

Bei all diesen Beispielen wäre eine Verschiebung des Bildinhalts infolge der Nichtbeachtung der 8er-Sequenz deutlich sichtbar. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines solchen Bildsprungs und dessen Größe hängen zunächst nur von den (zufälligen) technischen Begleitumständen ab. Unglücklicherweise hat das Bedienpersonal der MAZ-Maschine bzw. des Schnittsystems keinen Einblick in diese Umstände, so daß das Gelingen oder Mißlingen eines Bild-im-Bild-Schnitts oft zur reinen Glückssache wird.

Verwirrend ist auch die Vielfalt der Erscheinungsformen dieser Bildsprünge, die von der jeweiligen Ursache abhängen; die verschiedenen Arten sind im folgenden nochmals zusammengefaßt:

- Effekte, die durch eine Abweichung der F/H-Phase des Referenzsignals von der F/H-Phase des aufgezeichneten Signals herrühren; dabei handelt es sich um Phasenänderungen unter 90° , so daß die daraus resultierenden Sprünge relativ klein sind (unter 1 mm bei einem 65-cm-Bildschirm).
- Effekte, die durch einen Out-phase-Einlauf der MAZ-Maschine entstehen; die daraus resultierenden Phasensprünge betragen 180° und verursachen Sprünge mittlerer Größenordnung (1 mm Auslenkung).
- Effekte, die durch das Umkippen eines an der Grenze seines Arbeitsbereiches betriebenen Zeit-

- Nur 2 Zuspelmaschinen MAZ 1 und MAZ 2 (z.B. bei Automatischem Schneidesystem)
- 2 Überblendvorgänge kurz nacheinander (so daß MAZ 1 zum Zeitpunkt t_2 noch nicht zu neuer Zuspelung bereit ist)



Bild 7

Beispiel eines Pseudoschnitts zwischen zwei Überblendungen

fehlerausgleichers bewirkt werden; die Größe dieser Phasensprünge beträgt grundsätzlich 360°, dem entsprechen sehr deutliche Sprünge (etwa 2 mm).

Jeder dieser Effekte oder Mischungen derselben können beim elektronischen Schnittbetrieb bei jeder MAZ-Maschine individuell auftreten, bei der Zuspil-(Slave-) wie auch bei der aufzeichnenden (Master-) Maschine. Dementsprechend können die aus den Horizontalverschiebungen entstehenden Sprünge auf zwei Weisen entstehen:

- Bildverschiebungen, die durch eine abweichende F/H-Phase der Referenz, durch Out-phase-Einlaufen oder durch CTBC-Probleme bereits bei der Slave-Maschine entstehen, werden (bereits mit diesem Versatz behaftet) auf die Master-Maschine aufgezeichnet. Dadurch entstehen auf dem Master-Band Sprünge sogar dann, wenn auf dem Band selbst kein F/H-Phasensprung aufgezeichnet wird. Die so entstandenen sehr „sauberen“ und ohne Nebeneffekte auftretenden Sprünge werden „Springers“ genannt.
- Unterschiede in der F/H-Phase des bereits aufgezeichneten Materials und des Eingangssignals der Master-Maschine sowie Out-phase-Einlaufen der Master-Maschine vor dem Schnitt führen dagegen zu tatsächlichen F/H-Sprüngen auf dem Master-Band. Die dadurch bei der Wiedergabe des Bandes resultierenden Sprünge heißen „Swingers“, da sie (insbesondere bei älteren Maschinen) teilweise von Einschwingvorgängen des Zeitfehlerausgleichers begleitet werden.

4. Maßnahmen zur Problemlösung

Aus der bisher beschriebenen Vielfalt der Ursachen für 8er-Sequenz-Effekte beim elektronischen Schnitt wird verständlich, daß zur sauberen Lösung des Problemkreises eine entsprechende Vielfalt unterschiedlicher Maßnahmen erforderlich ist.

4.1. Maßnahmenkatalog

Die erforderlichen Maßnahmen umfassen drei Hauptbereiche:

1. Verwendung von Referenzsignalen mit einer immer gleichen, stabilen F/H-Phase.

2. Sicherstellung des In-phase-Einlaufens aller MAZ-Maschinen, die das Bildmaterial bei Produktion und Bearbeitung passiert, also bei der aufzeichnenden MAZ während der Produktion, sofern dort das Assemble-Schnittverfahren angewendet wird, und bei der zuspilenden und der aufzeichnenden MAZ bei der Schnittbearbeitung.
3. Hilfen für den Bedienenden des Schnittsystems in der Weise, daß nur 8er-sequenzmäßig korrekte Schnitte festgelegt werden.

Das erstgenannte Problem ist nur lösbar

- durch driftfreie Taktgeber und Coder (bei herkömmlichen Taktgeberkonzepten keine Selbstverständlichkeit),
- durch Kalibrierung der F/H-Phase entsprechend einer Norm; diese Normphase, die im PAL-Standard ursprünglich nicht definiert worden ist, wurde mittlerweile von der Union der Europäischen Rundfunkorganisationen (UER) festgelegt [5].

Über die Problematik, Referenzsignale mit stabiler und normgerechter F/H-Phase zu erzeugen und bis zum Referenzeingang der MAZ zu bringen, berichtet [5]. Auf jeden Fall ist es zweckmäßig, sich durch geeignete Meßmittel vor Ort am Eingang der MAZ von der Richtigkeit der F/H-Phase zu überzeugen [4]. Die an der MAZ notwendigen Maßnahmen zum Erreichen des Colour-framing sowie mögliche Hilfen am Schnittpult werden dem Prinzip nach im folgenden erläutert.

4.2. Colour-framing

Das Wirkungsprinzip des Colour-framer einer MAZ ist in **Bild 8**, linke Seite dargestellt. Die auf dem MAZ-Band aufgezeichnete Bildinformation besteht aus räumlich aneinandergereihten Halbbildern, wobei jeweils acht aufeinanderfolgende Halbbilder eine 8er-Sequenz bilden. Im oberen Teil des Bildes sind die Halbbilder auf dem Band schematisch eingezeichnet und mit fortlaufender Numerierung innerhalb einer 8er-Sequenz versehen. Dieselbe 8er-Sequenz-Struktur weist auch das Referenzsignal auf; hier folgen die einzelnen Halbbilder einer Sequenz in zeitlicher Abfolge aufeinander.

Wenn sich das Band in normaler Wiedergabegeschwindigkeit bewegt, werden die auf dem Band

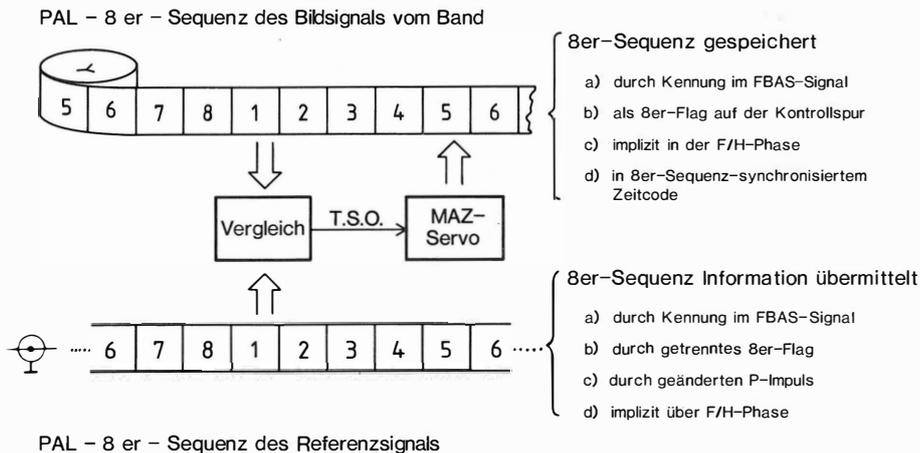


Bild 8

Prinzip des 8er-Sequenz-richtigen Synchronisierens einer MAZ

räumlich aufgezeichneten Halbbilder ebenfalls in zeitlicher Abfolge wiedergegeben. Die Grundaufgabe des Colour-framer ist es nun, dafür zu sorgen, daß das Band relativ zum Referenzsignal so synchronisiert wird, daß zu jeder Zeit die gleiche Halbbildnummer wiedergegeben wird, wie sie auch gerade das Referenzsignal des Referenztakts vorschreibt. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß ein Vergleich der 8er-Sequenz des Bildsignals mit derjenigen des Referenzsignals vergleicht und – bei Bedarf – über ein Tape-Speed-Override-(T.S.O.-)Signal den MAZ-Servo zu einer Korrektur veranlaßt.

In genau der gleichen Weise erfolgt bei jeder MAZ die Synchronisation gemäß der 4er-Sequenz. Allerdings ist die 4er-Sequenz des Bildsignals vom Band wie auch die 4er-Sequenz des Referenzsignals mit relativ einfachen Mitteln aus diesen Signalen zu entnehmen und einem Vergleich zuzuführen. Anders ist dies bei der 8er-Sequenz. Hier ist zumeist weder die 8er-Sequenz des Bildsignals vom Band noch die des Referenzsignals bekannt. Deshalb müssen zuerst diese beiden Informationen in irgendeiner Weise zugänglich gemacht werden.

4.3. 8er-Sequenz-Information auf der Referenzleitung

Es gibt verschiedene Konzepte, die 8er-Sequenz-Information des Referenzsignals zu übermitteln bzw. zu erkennen. Es sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, wie eine zusätzliche Information über die 8er-Sequenz in oder neben dem Signal übertragen werden kann (siehe **Bild 8**, unten rechts):

- durch eine zusätzliche Kennung im FBAS-Signal, etwa in Form eines Weißimpulses in der 7. Zeile;
- durch ein über eine getrennte Leitung zu übertragendes 8er-Flag (6,25-Hz-Signal);
- durch einen geänderten P-Impuls von beispielsweise 3,9 kHz, aus dem durch Vergleich mit dem V-Signal in gleich einfacher Weise 4er- und 8er-Sequenz entnommen werden könnten.

Die beiden letzten Vorschläge haben den Nachteil, daß zusätzlicher Verkabelungsaufwand getrieben werden müßte, zumindest dort, wo noch keine P-Impuls-Verkabelung vorhanden ist.

Alle drei Vorschläge weisen jedoch einen gemeinsamen schwerwiegenden Mangel auf: Sie geben zwar die 8er-Sequenz-Information wieder, wie sie dem Signal am Ausgang eines Taktgebers bzw. eines Coders entsprechen mag, vernachlässigen aber Beeinflussungen der F/H-Phase, die auf dem Weg zum Verbraucher auftreten können (Gruppenlaufzeitfehler!). Somit kann es passieren, daß die signalisierte 8er-Sequenz am Eingang einer MAZ gar nicht mehr der tatsächlichen 8er-Sequenz des Referenzsignals entspricht.

Weit besser ist deshalb ein viertes Verfahren, nämlich die 8er-Sequenz unmittelbar am Verbraucher aus dem Referenzsignal herauszumessen; schließlich ist die 8er-Sequenz-Information in der F/H-Phase implizit enthalten. Leider ist der Aufwand für eine F/H-Phasenmessung beträchtlich; infolge der eingangs erwähnten Unsicherheit bei der exakten Bestimmung der Flankenmitte des S-Signals ist die Messung bei unsauberem Signalen sogar problematisch. Trotzdem stellt die Vor-Ort-Phasenmes-

sung das verlässlichste Verfahren dar, zumal bei einer solchen Phasenmessung auch die Feinphase des Farbträgers auf ihre Normlage hin überprüft werden kann.

4.4. 8er-Sequenz-Information auf dem Band

Auch für die Frage, wie die 8er-Sequenz-Information des aufgezeichneten Bildsignals wiedererkannt werden soll, gibt es verschiedene Verfahren. Selbstverständlich enthält auch das auf dem Band aufgezeichnete Signal immer noch implizit in seiner F/H-Phase die 8er-Sequenz-Information. Es ist jedoch noch schwieriger, das mit eventuellen Signalverfälschungen behaftete Wiedergabesignal einer präzisen F/H-Phasenmessung zu unterziehen. Mit entsprechendem Aufwand ist dieses Problem jedoch zu lösen, wie die MAZ-Konzepte einiger Hersteller beweisen.

Andere Verfahren bedienen sich einer zusätzlichen Speicherung der 8er-Sequenz-Information auf dem Band (vergleiche **Bild 8**, oben rechts):

- Hätte man eine Kennung im FBAS-Signal, so würde diese selbstverständlich mitaufgezeichnet werden.
- Das 8er-Flag-Konzept ist auch hier anwendbar, etwa in der Weise, daß man es zusätzlich auf der Kontrollspur aufzeichnet; durch eine Änderung des B-Standards wurde dieses Verfahren inzwischen in die Norm eingeführt.
- Eine weitere Lösungsmöglichkeit besteht darin, im Zeitcode nicht nur die 4er-, sondern auch die 8er-Sequenz zu verankern. Eine Definition zwischen den Vollbildern einer 8er-Sequenz und den Sekunden- bzw. Bilderzahlen des Zeitcodes, die inzwischen ebenfalls von der UER standardisiert worden ist, zeigt **Tabelle 1**.

Da das einmal aufgezeichnete Signal seine F/H-Phase nicht mehr ändert, sind all diese Lösungen brauchbar. Der MAZ-Hersteller, der seine Maschine mit einem Colour-framer versieht, hat die freie Wahl, eine dieser Methoden anzuwenden, da ihm alle internen Signale der Maschine zur Verfügung stehen.

Maschinen, die von Natur aus kein Colour-framing ermöglichen, können über Zusatzgeräte, die über die Fernsteuer-Schnittstelle auf den Servo zugreifen, die Maschine zum In-phase-Einlaufen zwingen. Beispielsweise kann das Maschinen-Interface eines Schnittsystems diese Aufgabe übernehmen [4]. Voraussetzung ist, daß die 8er-Sequenz-Informationen des Referenzsignals und des Bildsignals vom

Halbbildnummer	Divisionsrest des Bruches:
	$\frac{\text{Sekunden} \times 25 + \text{Bilder}}{4}$
1/2	1
3/4	2
5/6	3
7/8	0

Tabelle 1
Verkopplung der Zeitcode- und der 8er-Sequenz-Information nach UER-Norm

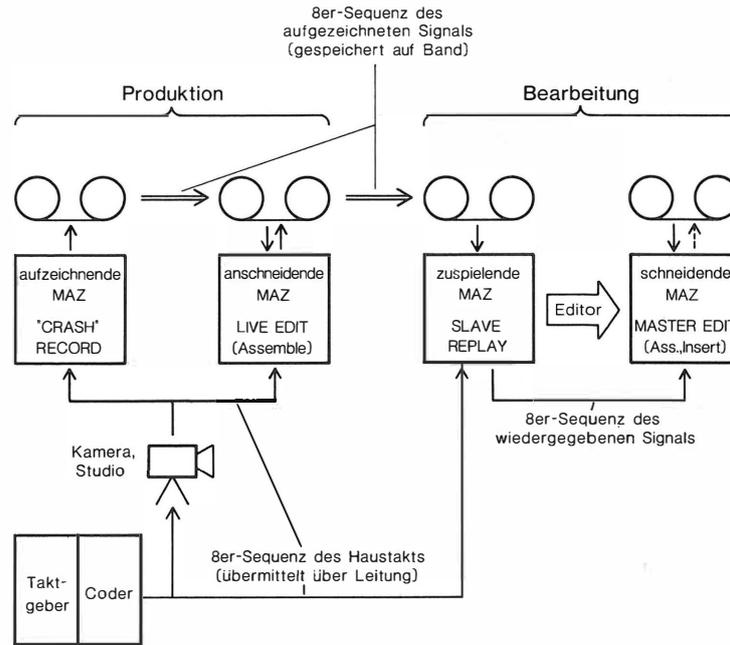


Bild 9

Wege der Nutz- und der 8er-Sequenz-Information im Fernsehstudio

Band diesem Gerät zugänglich sind. Daraus folgt, daß für diesen Fall nur das Konzept der Speicherung der 8er-Sequenz im Zeitcode realisierbar ist, da andere interne Signale aus der Maschine nicht zur Verfügung stehen.

Abgesehen davon ist es grundsätzlich immer von Vorteil, bei 8er-Sequenz-kritischen Schnittbearbeitungen auch mit 8er-Sequenz-synchronem Zeitcode zu arbeiten. Damit wird es nämlich dem Schnittsystem möglich, anhand des Zeitcodes festzustellen, ob ein festgelegter Schnitt 8er-Sequenz-technisch durchführbar ist oder nicht. Wenn nein, kann entweder eine automatische Korrektur durchgeführt werden oder aber der Bedienende zu einer solchen Korrektur aufgefordert werden.

4.5. Problemvielfalt

Wie schon erwähnt, treten die oben beschriebenen Probleme im Lauf eines Produktions- und Bearbeitungsprozesses nicht nur an einer Stelle auf. **Bild 9** zeigt die neuralgischen Stellen in einer Gesamtschau noch einmal auf. Für den Bereich der Produktion (links) und der Bearbeitung (rechts) sind die Wege des Nutzsignals und der das Nutzsignal begleitenden 8er-Sequenz-Information dargestellt:

- Das Referenztaktsignal muß stabil und normgerecht sein, denn es wird über die Studiokamera zum Eingangssignal einer aufzeichnenden MAZ.
- Zumindest die allererste Aufnahme muß im Crash-Record-Betrieb durchgeführt werden; dabei muß die 8er-Sequenz des aufgezeichneten Signals in einer der beschriebenen Weisen mit auf das Band gelangen.
- Werden alle weiteren Takes ebenfalls im Crash-Record aufgezeichnet, so gilt das gleiche für jeden einzelnen Take.
- Werden die nachfolgenden Takes im Live-Edit-Betrieb nacheinander assembliert, so muß vor dem

jeweiligen Schnitteinstieg für einen In-phase-Einlauf der Maschine gesorgt werden; ab dem Schnittzeitpunkt muß wiederum die 8er-Sequenz-Information mitaufgezeichnet werden.

- Das so erstellte Produktionsband mit aufgezeichneter 8er-Sequenz-Information wird dann Zuspieldband im Rahmen der Schnittbearbeitung.
- Die Slave-MAZ muß gemäß Vergleich zwischen 8er-Sequenz des Haustakts und des wiedergegebenen Signals zum In-phase-Einlaufen gezwungen werden.
- Die schneidende Master-MAZ muß vor jedem Schnitteinstieg ebenfalls in-phase laufen, wobei sie das ausgehende Signal der Slave-MAZ als Referenz zu berücksichtigen hat.
- Der Editor des Schnittsystems selbst muß dafür sorgen, daß die vom Schnittsystem vorgegebenen Schnittdaten keine Verletzung der 8er-Sequenz bewirken.

Es ist ein großer Aufwand an Equipment und Sorgfalt von seiten der Benutzer notwendig, wenn alle diese Regeln beachtet werden sollen. Werden sie allerdings beachtet, so ist mit 100%iger Sicherheit ein absolut störungsfreier Bild-im-Bild-Schnitt zu erreichen. Dies haben die Versuche mit dem MO-SAIC-System im IRT bewiesen [4].

5. Die 8er-Sequenz und die künstlerische Freiheit

Bereits die 4er-Sequenz ist bei Regisseuren und Redakteuren als ein die künstlerische Freiheit einengender Faktor berühmt-berüchtigt; verbietet sie doch, jedes beliebige Bild an jedes beliebige Bild anzuschneiden. Um so mehr ist von der 8er-Sequenz zu erwarten, daß sie die künstlerische Freiheit nochmals um den Faktor 2 beschneidet. Glücklicherweise ist dies gerade deshalb nicht der Fall, weil 8er-Sequenz-richtige Schnitte nur in ganz bestimmten Fäl-

len durchgeführt werden müssen, bei denen es auf die Verschiebung des Schnittes um 1 bis maximal 3 Bilder nicht ankommt:

- Beim Studioanschnitten wie auch beim Heraus-schneiden von unbewegten Takes kommt es kaum auf einige Bilder an (tatsächlich können aus einem vorhandenen Take nur Stücke herausgeschnitten werden, deren Länge ein Vielfaches von 4 Vollbildern ist).
- Im Falle der Animation werden Partikel von Standbild-Takes aneinandergeschnitten; dabei kommt es nie darauf an, welches Partikel eines längeren Standbildes für den Schnitt verwendet wird.
- Ein nicht szenenbedingter Pseudoschnitt ist automatisch immer 8er-Sequenz-gerecht, da Bilder aneinandergeschnitten werden, die vorher bereits aufeinander gefolgt waren.

Das alles bedeutet, daß zwar die künstlerische Freiheit kaum eingeschränkt wird, jedoch für die Einhaltung der oben genannten Maßnahmen für 8er-Sequenz-richtige Schnitte zu sorgen ist. Manche der erwähnten Maßnahmen sind nicht mehr nachholbar, wenn sie einmal versäumt worden sind: Wurde nämlich bei der Produktion nicht die 8er-Sequenz in irgendeiner reproduzierbaren Form auf das Band gebracht, so ist es dafür bei der Bearbeitung zu spät. Deshalb sollten solche Maßnahmen bei der Produktion bereits prophylaktisch durchgeführt werden, um auf der sicheren Seite zu sein, falls sich erst hinterher herausstellt, daß einige wenige Schnitte 8er-Sequenz-richtig durchgeführt werden müssen.

Ein oft vergessener Faktor, der die künstlerische Freiheit tatsächlich einschränken kann, kommt dann zum Tragen, wenn Beiträge von Film auf MAZ überspielt werden oder wenn über eine FAZ der Film als Zwischenträger verwendet wird. Filmabtaster haben nämlich die Eigenschaft, ein bestimmtes Filmbild als ein beliebiges Vollbild innerhalb der 8er-Sequenz (auch innerhalb der 4er-Sequenz) wiederzugeben. Nacheinander durchgeführte Überspielungen von Film auf MAZ können daher unterschiedliche 8er-Sequenz-(und 4er-Sequenz-)Zuordnungen derselben Bilder besitzen. Tritt (bei Musikproduktionen) dieser Effekt auf, so kann ein künstlerisch sinnvoller Schnitt damit total verhindert werden.

Und die Abhilfe hierfür? Colour-framing beim Filmabtaster! 8er-Sequenz-Information im Filmzeitcode! Möglicherweise gibt es jedoch irgendwann einen Trost für alle 8er-Sequenz-Geschädigten: C-MAC kennt keine 8er-Sequenz!

SCHRIFTTUM

- [1] van Dael, J. W.: Disturbances occurring at edits on PAL 625-line video tapes. EBU Rev. Tech. No. 172 (Dezember 1978), S. 265 bis 272.
- [2] Trißl, K.-H.: MOSAIC — ein modernes Fernbediensystem für Fernsehstudioanlagen. Rundfunktech. Mitt. 26 (1982), S. 10 bis 21.
- [3] Heller, A.; Trißl, K.-H.: Ein neues Verfahren zur Feststellung der PAL-8er-Sequenz. Vortrag, gehalten auf der 7. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Dortmund, 17. bis 21. September 1979.
- [4] Janker, P.: Die Lösung der PAL-8er-Sequenz-Problematik beim MOSAIC-System. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 112 bis 120.
- [5] Welz, G.: Verfahren zur Messung der F/H-Phase und Überprüfung der F/H-Phasenstabilität. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 121 bis 133.

DIE LÖSUNG DER PAL-8ER-SEQUENZ-PROBLEMATIK BEIM MOSAIC-SYSTEM

VON PETER JANKER¹

Manuskript eingegangen am 2. Mai 1984

Fernsehstudioteknik

Zusammenfassung

Das MOSAIC-System bietet die Möglichkeit, MAZ-Schnitte unter Beachtung der PAL-8er-Sequenz durchzuführen. Die zur Realisierung verwendeten Prinzipien und Methoden, soweit sie das Schnittsystem und die unmittelbare Umgebung der MAZ betreffen, werden im einzelnen beschrieben.

Summary The solution of the problem of the PAL 8-field sequence with the MOSAIC system

The MOSAIC system offers the possibility of carrying out television-tape editing, while taking account of the PAL 8-field sequence. The principles and the methods applied to achieve this are described in detail, in so far as they concern the editing system and the immediate environment of magnetic picture recording.

Sommaire Solution du problème de la séquence de huit trames PAL grâce au système MOSAIC

Le système MOSAIC offre la possibilité d'effectuer des montages au magnétoscope en tenant compte de la séquence de huit trames PAL. Les principes et les méthodes appliqués à cet effet sont décrits en détails en ce qui concerne le système de montage et l'environnement immédiat du magnétoscope.

1. Einleitung

Schon bei der Konzeption des MOSAIC-Systems wurde insbesondere auch die Lösung der PAL-8-Problematik angestrebt. Obwohl zu dieser Zeit noch keine F/H-stabilen Taktgeber auf dem Markt waren, ging man davon aus, daß in einem modernen Studio F/H-stabile Referenzsignale erzeugt und verteilt werden. Bei der Entwicklung des MOSAIC-Systems wurde den Aufgaben, die ein Schnittsystem und die daran angeschlossenen MAZ-Maschinen zur Vermeidung von 8er-Sequenz-bedingten Bildstörungen zu bewältigen haben, besondere Beachtung geschenkt.

Ein erstes wesentliches Merkmal sind die ins MOSAIC-System integrierten F/H-Meßgeräte und Zeitcodegeneratoren. Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, das Eingangssignal jeder am Schnitt beteiligten MAZ bezüglich seiner Abweichung von der Soll-F/H-Phase zu kontrollieren. Die F/H-Meßschaltung ist außerdem in der Lage, die 8er-Sequenz des jeweiligen MAZ-Eingangssignals zu ermitteln und dem ebenso ins System integrierten Zeitcodegenerator zuzuführen, der dann über den Zeitcode die 8er-Sequenz des aufgezeichneten Videosignals auf dem Band festhält [1].

Durch die Verwendung von PAL-8-verkoppeltem Zeitcode ist es möglich, die Schnittdaten bereits bei der Festlegung auf Einhaltung einer kontinuierlichen 8er-Sequenz zu überprüfen. Daten, die diese Kontinuität nicht erfüllen, werden im MOSAIC-Schnittpult automatisch korrigiert. Dies geschieht mit einer Methode, die dem Benutzer trotzdem die größtmögliche Freiheit bei der Schnittfestlegung läßt.

Eine weitere Voraussetzung für den PAL-8-richtigen Schnitt ist der PAL-8-verkoppelte Einlauf aller am Schnitt beteiligten MAZ-Maschinen. Dies wird beim MOSAIC-System realisiert durch Steuerung der MAZ über die herkömmliche Remote-Schnittstelle, also ohne MAZ-spezifische Colour-framing-Einheiten.

Um Bildstörungen beim PAL-8-Schnitt mit 100-%iger Sicherheit zu vermeiden, muß schließlich noch gewährleistet sein, daß der Zeitfehlerausgleicher der Wiedergabe-MAZ eindeutiges Verhalten aufweist. Im Rahmen der Erprobung des PAL-8-Schnitts mit dem MOSAIC-System wurde das Verhalten des Zeitfehlerausgleichers der BCN-50/51-Maschinen untersucht. Dabei wurden Einstellkriterien gefunden, die zu eindeutigem Verhalten führen.

In fünf Kapiteln werden in diesem Aufsatz die einzelnen Lösungsschritte genauer beschrieben.

2. Messung der F/H-Phase am Eingang der MAZ

Eine stabile und einheitliche F/H-Phase der Videosignale am Eingang aller beteiligten MAZ-Maschinen ist Grundvoraussetzung für PAL-8-richtiges Schneiden. Deshalb wurde bei der Konzeption des MOSAIC-Schnittsystems in den intelligenten Interfaces für die einzelnen MAZ-Maschinen jeweils eine F/H-Meßeinrichtung vorgesehen.

Die F/H-Phase ändert sich, wie in [2] näher ausgeführt, von Zeile zu Zeile. Identische Phasenverhältnisse wiederholen sich immer erst nach 2500 Zeilen, also nach 8 Halbbildern. Will man die F/H-Phase eines Videosignals messen, muß man zunächst festlegen, zu welchem Zeitpunkt innerhalb von 8 Halbbildern man die F/H-Phase angeben will. Dementsprechend definiert auch EBU-Statement D23/1979 eine Soll-F/H-Phase, mit der PAL-Signale auf Band aufgezeichnet werden sollen: In der 1. Zeile des ersten von acht Halbbildern (wobei dieses 1. Halbbild auch das 1. Halbbild einer 4er-Sequenz sein muß) soll die F/H-Phase $0^\circ \pm 20^\circ$ betragen.

Jedes F/H-Meßgerät muß irgendwie erfahren, zu welchem Zeitpunkt es messen soll, wann also das 1. Halbbild einer 8er-Sequenz vorliegt. Zu diesem Zweck müßte man jedem Meßgerät eine Halbbild-1-Identifikation aus dem Taktgeber zuführen.

Um diesen zusätzlichen Verkabelungsaufwand einzusparen, ging man mit den F/H-Meßgeräten im MOSAIC-System einen anderen Weg: Man ermittelt die 8er-Sequenz aus dem Videosignal, dessen F/H-

¹ Dipl.-Ing. Peter Janker ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Fernsehsysteme im Institut für Rundfunktechnik, München.

Phase man messen will und vergleicht lediglich, ob alle so ermittelten 8er-Sequenzen, welche quasi die Lage der Meßzeitpunkte festlegen, übereinstimmen. Die Messung der F/H-Phase wird dabei aufgeteilt in die Messung einer sogenannten Grobphase und einer Feinphase. Diese Begriffe, die zum Verständnis der beim MOSAIC-System angewendeten Meßmethode wesentlich sind, sollen im folgenden Abschnitt näher erläutert werden.

2.1. Grob- und Fein-F/H-Phase

Laut Norm muß der Beginn einer 8er-Sequenz stets auch mit dem Beginn einer 4er-Sequenz zusammenfallen. Die 4er-Sequenz läßt sich aus einem gegebenen FBAS-Signal in bekannter Weise ermitteln. Es geht nun nur noch darum, eindeutig zu bestimmen, welche von zwei aufeinanderfolgenden 4er-Sequenzen die 1. Hälfte einer 8er-Sequenz ist.

Gemäß EBU-Statement D23/1979 liegt der Anfang einer 8er-Sequenz bei derjenigen 4er-Sequenz, bei der in der 1. Zeile des 1. Halbbildes die F/H-Phase $\varphi_{F/H}$ die Bedingung $-90^\circ < \varphi_{F/H} \leq +90^\circ$ erfüllt. Damit kann ein F/H-Meßgerät den Beginn einer 8er-Sequenz selbständig feststellen. Entsprechend der F/H-Phase am Eingang der jeweiligen MAZ können die so ermittelten 1. Halbbilder einer 8er-Sequenz übereinstimmen oder um 4 Halbbilder zueinander versetzt sein. Man spricht bei einem solchen zeitlichen Versatz der 8er-Sequenzen auch von unterschiedlicher Grobphase.

Die F/H-Phase in der 1. Zeile des 1. Halbbildes einer so ermittelten 8er-Sequenz kann nur noch im Bereich von -90° bis $+90^\circ$ liegen. Dieser Phasenbereich dient der Definition des 1. Halbbildes; die Feinphase muß innerhalb dieses Bereichs, vorzugsweise (wie oben erwähnt) um 0° liegen.

Einheitliche und normgerechte F/H-Phase an den Eingängen von zwei MAZ-Maschinen ist nur dann gegeben, wenn die mit den F/H-Meßgeräten ermittelten Grobphasen (8er-Sequenzen) übereinstimmen und die ermittelten Feinphasen 0° sind.

2.2. Ermittlung der gegenseitigen Grobphase aus dem Vergleich der 8er-Sequenzen

Die Grobphase kann, im Gegensatz zur Feinphase, nur in Relation zu einem anderen Videosignal angegeben werden. Deshalb müssen die beteiligten Meßgeräte miteinander in Verbindung stehen, damit die unabhängig voneinander ermittelten 8er-Sequenzen in ihrer zeitlichen Lage zueinander verglichen werden können. Da das F/H-Meßgerät für den jeweiligen Maschineneingang im entsprechenden Maschinen-Interface integriert ist, ist es möglich, diesen Vergleich der Grobphasen im MOSAIC-Bedienpult durchzuführen, weil dieses ohnehin über die Fernsteuerverbindung mit allen beteiligten Maschinen-Interfaces verbunden ist (Bild 1). Die gemessenen 8er-Sequenzen werden dabei nicht ständig übertragen, sondern nur unmittelbar vor der Ausführung eines Schnitts, der PAL-8-richtig ausgeführt werden soll. Die Realisierung dieses Verfahrens wird im folgenden beschrieben.

Für den Synchronisiervorgang wird in jedem beteiligten Interface eine durch Software realisierte sogenannte Synchronuhr gesetzt. Alle diese Uhren werden exakt gleichzeitig auf einen einheitlichen An-

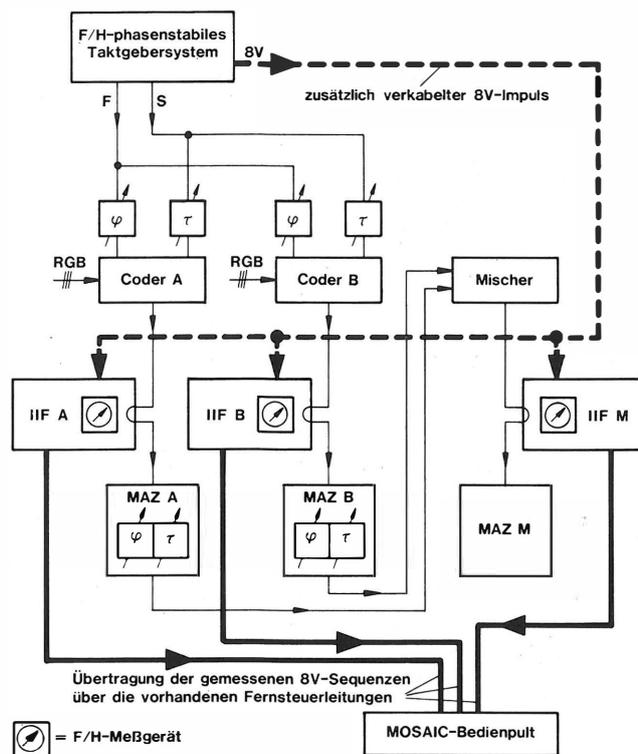


Bild 1

Einsparung der 8V-Impuls-Verkabelung im Studio

fangswert gesetzt. Jede Synchronuhr wird nach jedem Setzen so korrigiert, daß aus dem Synchronzeitstand auch die vom Interface ermittelte 8er-Sequenz hervorgeht. Wenn bei zwei beteiligten Maschinen-Interfaces unterschiedlich liegende 8er-Sequenzen gemessen werden, dann muß die Synchronzeit in einem Interface um 2 Vollbilder korrigiert werden, im anderen Interface jedoch nicht.

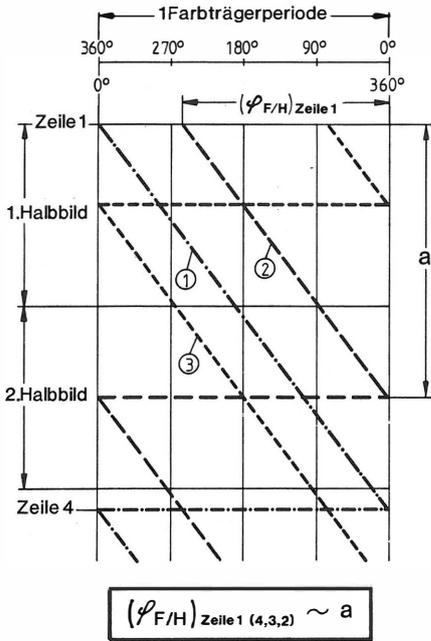
Jedes Interface meldet nun nach dem Setzen der Synchronzeit an das Bedienpult, ob eine PAL-8-Korrektur vorgenommen werden mußte oder nicht. Wenn das Bedienpult feststellt, daß bei einem Interface korrigiert wurde, bei einem anderen jedoch nicht, weigert es sich, einen angeforderten PAL-8-richtigen Schnitt durchzuführen. Der Benutzer wird mit der Fehlermeldung **Grobphasen verschieden** darauf aufmerksam gemacht, daß eine Grundbedingung für den PAL-8-richtigen Schnitt nicht erfüllt ist.

2.3. Messung der F/H-Feinphase

Das verwendete Meßverfahren für die F/H-Feinphase macht sich den 25-Hz-Versatz des Farbträgers zunutze. Wie bereits in [2] beschrieben, ist wegen dieses Versatzes die F/H-Phase nach jeweils 4 Zeilen

nicht gleich, sondern um $\frac{4}{625} \cdot 360^\circ$ verschoben.

Bild 2 zeigt den Verlauf der F/H-Phase innerhalb eines Vollbildes, wenn man die Phasenwerte nur jeder 4. Zeile berücksichtigt. Der Verlauf der F/H-Phase ist bei allen aufeinanderfolgenden Vollbildern prinzipiell gleich. Der einzige Unterschied in vier aufeinanderfolgenden Vollbildern liegt darin, daß die F/H-Phase von Zeile 1, Vollbild 1 in den folgen-



- a = Abstand des $\varphi_{F/H}$ -Nulldurchgangs vom Vollbildwechsel
- ① FBAS-Signal mit Normphase
- ② FBAS-Signal mit F/H-Phase 260°
- ③ FBAS-Signal wie ② aber 4-Zeilen-Zähler anders eingelaufen

Bild 2

$\varphi_{F/H}$ -Verlauf innerhalb eines Vollbildes bei Berücksichtigung nur jeder 4. Zeile

den Vollbildern in der 4. Zeile, 3. Zeile, 2. Zeile und dann erst wieder in der 1. Zeile auftritt. Statt in der 1. Zeile jedes 4. Vollbildes die F/H-Phase absolut zu messen, kann man auch den Abstand a des Nulldurchgangs der F/H-Phase zu jeder Vollbildgrenze auswerten.

Dies ist meßtechnisch viel einfacher zu realisieren und bei der F/H-Meßschaltung des MOSAIC-Systems wird dementsprechend verfahren. **Bild 3** zeigt das Blockschaltbild der verwendeten Schaltung. Zunächst werden die Flanken des regenerierten H-Signals und die positiven Nulldurchgänge des regenerierten Farbträgers detektiert und in einer von hier ab digitalen Schaltung die Koinzidenzen zwi-

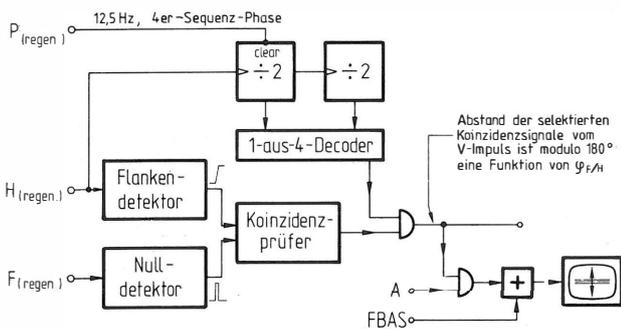


Bild 3

Digitale Messung der F/H-Feinphase im MOSAIC-System (Blockschaltbild)

schen beiden ermittelt. Diese Koinzidenzen markieren die Nulldurchgänge der F/H-Phase. Das nachfolgende Gatter wählt hieraus die Koinzidenzen nur jeder 4. Zeile aus, wobei die Phase dieser 4-Zeilen-Auswahl vom PAL-Schaltsignal bestimmt wird. Man erhält so eine Gruppe von Impulsen, deren Abstand vom Vollbildwechsel ein Maß für die zu messende F/H-Phase ist.

Die zweite Stufe des 4-Zeilen-Zählers hat allerdings noch keinen definierten Anfangszustand. Damit besteht die 50%ige Wahrscheinlichkeit, daß der in **Bild 2** gestrichelt angedeutete Phasenverlauf ③ gilt und der Nulldurchgang von $\varphi_{F/H}$ genau um ein HalbBild später festgestellt wird. Ein HalbBild entspricht in diesem Falle 180° F/H-Phasenunterschied. Das heißt, daß man mit dieser Anordnung zunächst nur die F/H-Feinphase messen kann und diese sich ergibt aus dem Abstand der Koinzidenzsignale zum V-Signal. Über ein zweites Gatter, mit dem A-Signal ausgetastet, lassen sich diese Impulse (durch Umlegen eines Schalters am Maschinen-Interface) in das FBAS-Signal einblenden. Wie aus **Bild 4** ersichtlich, ergibt das im Monitorbild ein hellgetastetes Zeilenbündel, aus dessen vertikaler Position die F/H-Feinphase leicht abgelesen werden kann, ohne daß hierfür ein zusätzliches Anzeigeelement erforderlich wäre. Durch eine einstellbare Laufzeit nach dem Flankendetektor wird die Schaltung so abgeglichen, daß bei einer Feinphase von 0° der Balken in der Mitte steht und bei $\pm 90^\circ$ gerade am oberen und unteren Bildrand verschwindet.

2.4. Ermittlung der 8er-Sequenz

Für die Ermittlung der 8er-Sequenz wurde die Meßschaltung für die Feinphase noch durch einen 8er-Sequenz-Zähler ergänzt (**Bild 5**). Im Prinzip wird von der Schaltung zunächst willkürlich eine 8er-Sequenz angenommen. Stellt sich diese Annahme als falsch heraus, wird sie korrigiert.

Der Ausgang des 8er-Sequenz-Zählers bringt die bislang noch unbestimmte Phasenbedingung in den 4-Zeilen-Zähler ein. Wie aus **Bild 2** hervorgeht, unterscheiden sich FBAS-Signale mit unterschiedlicher

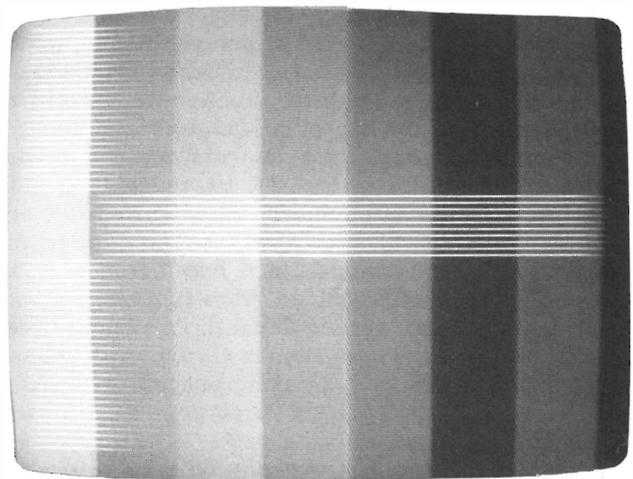


Bild 4

Anzeige der Feinphase durch eingblendeten Meßbalken (Balken in halber Höhe entspricht Feinphase $\approx 0^\circ$)

Bei diesem Verfahren muß man lediglich die Regel beachten, daß die kritische Stelle (entweder auf Master oder Slave) zuerst festgelegt werden muß. Stellt sich dann nachträglich bei der Simulation doch heraus, daß die vollständig festgelegten Schnittdaten noch geringfügig korrigiert werden müßten, könnte dies bei diesem Verfahren nur im 2- bzw. 4-Vollbild-Raster geschehen, weil immer wieder entsprechend den korrespondierenden Schnittdaten eine PAL-4- bzw. PAL-8-Korrektur vorgenommen werden würde. Sollte z. B. der Master-Einstieg um - 1 Bild verschoben werden, würde diese Verschiebung immer wieder dadurch aufgehoben, daß der Master-Einstieg entsprechend der 8er-Sequenz-Lage des bereits festliegenden Slave-Einstiegs automatisch korrigiert würde.

Diese Zwangslage wird dadurch vermieden, daß bei der nachträglichen Veränderung von Take-Daten um genau + 1 Bild oder - 1 Bild die automatische PAL-Korrektur nach einer anderen Softwarestrategie vorgenommen wird. Die PAL-Korrektur erfolgt dann in diesem Beispiel nicht beim Master-Einstieg, der nachträglich geringfügig verschoben werden soll, sondern bei dem schon früher festgelegten Slave-Einstieg. Dabei wird dieser Einstieg nur innerhalb der jeweiligen 4er- bzw. 8er-Sequenz verschoben, so daß auch bei mehrmaliger Verschiebung um + 1 Bild oder - 1 Bild des Master-Einstiegs der Slave-Einstieg nie mehr als 1 Bild (bei PAL-4-Korrektur) bzw. 3 Bilder (bei PAL-8-Korrektur) verschoben wird.

4.1. PAL-8-Korrektur der Schnittstellen nur bei Bedarf

Trotz dieser Flexibilität bei der automatischen PAL-8-Korrektur der Schnittdaten kann dies immer noch als Einschränkung der künstlerischen Freiheit empfunden werden. Man wird diese Einschränkungen nur dann hinnehmen wollen, wenn der PAL-8-richtige Schnitt wirklich erforderlich ist.

Wählt man allerdings bei einer Produktion mit hauptsächlich unkritischen Schnitten erst bei der Festlegung eines kritischen Schnitts den PAL-8-Betrieb an, dann führt dies meist zum Mißerfolg. Die Ursache für dieses Versagen ist folgende:

Wird ein Take bei einem unkritischen Schnitt ohne Anwahl der PAL-8-Betriebsart überspielt, dann ist es möglich, daß die Zuspield- oder die Aufzeichnungs-MAZ oder auch beide nicht in-phase verkoppeln. Bei einem anschließenden Schnitt, bei dem nun die PAL-8-Betriebsart angewählt wird, werden aber Zuspield- und Aufzeichnungs-MAZ dazu gezwungen, in-phase zu verkoppeln. Der Unterschied zwischen in-phase verkoppelter Wiedergabe und nicht in-phase verkoppelter Wiedergabe (dieser Zustand wird gern mit „out-phase“ bezeichnet) besteht (wie in [2] genauer beschrieben) darin, daß der Bildinhalt durch die Wirkung des Zeitfehlerausgleichers um 110 ns versetzt wiedergegeben wird.

Bei einer Aufzeichnungs-MAZ, die beim vorhergehenden Schnitt out-phase eingelaufen ist und beim nächsten Schnitt in-phase einlaufen soll, entsteht an der neuen Schnittstelle ein F/H-Phasensprung von 180°. Dieser Phasensprung kommt dadurch zustande, daß sich das Interface für die In-phase-Verkopplung lediglich am Zeitcode orientiert. Bei einem Take, der mit out-phase eingelaufener Aufzeichnungs-MAZ

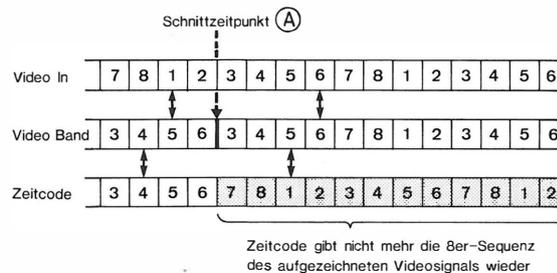


Bild 7
8er-Sequenzen bei Aufzeichnung mit out-phase eingelaufener MAZ

aufgenommen wurde (Zeitpunkt (A) in Bild 7), täuscht aber der Zeitcode eine um 4 Halbbilder versetzte 8er-Sequenz des aufgezeichneten Videosignals vor. Der In-phase-Einlauf anhand dieses Zeitcodes führt dann in Wirklichkeit zu einem Out-phase-Einlauf (8er-Sequenz des Eingangssignals und 8er-Sequenz des bisher aufgezeichneten Signals liegen 4 Halbbilder zeitlich zueinander versetzt), was zu dem besagten Phasensprung an der Schnittstelle führt.

Ein kritischer Schnitt kann also nur dann mit 100%iger Sicherheit ohne Verletzung der 8er-Sequenz ausgeführt werden, wenn zumindest der unmittelbar davorliegende Take PAL-8-richtig aufgezeichnet wurde. Dieser Take kann dann zwar auch am Einstieg die 8er-Sequenz verletzen, bei Schnitten mit wechselnder Szene ist die Störung aber nicht zu sehen. Der vorhergehende Schnitt muß also gegebenenfalls PAL-8-richtig wiederholt werden.

5. In-phase-Einlauf der am Schnitt beteiligten MAZ-Maschinen

Damit erstens ein Bild von der Zuspield-MAZ immer in exakt der gleichen horizontalen Lage wiedergegeben wird und zweitens bei der Aufnahmemaschine kein F/H-Phasensprung aufgezeichnet werden kann, ist eine weitere Voraussetzung für den PAL-8-richtigen Schnitt der In-phase-Einlauf sowohl der Zuspield- als auch der Aufzeichnungs-MAZ. „in-phase“ bedeutet: Die MAZ gibt genau dasjenige Halbbild einer 8er-Sequenz wieder, welches auch das Eingangssignal der MAZ aufweist.

Das MOSAIC-System ist in der Lage, diese Voraussetzung zu erfüllen, ohne daß die verwendeten MAZ-Maschinen mit Colour-framing-Einheiten ausgerüstet sein müssen. Der In-phase-Einlauf der MAZ wird dabei vom Interface innerhalb der üblichen Hochlaufzeit erzwungen. Die dazu angewendete Methode soll nun kurz erläutert werden.

Für den Master-Slave-Schnittbetrieb ist im Interface ein Programm vorhanden, das die MAZ durch einen geeigneten Startzeitpunkt und durch geringfügiges Verändern der normalen Bandgeschwindigkeit während des Hochlaufs dazu veranlaßt, daß zum Schnittzeitpunkt T das Bild mit dem Zeitcode X wiedergegeben wird. T und X werden vom Bedientisch ans Interface gesendet und müssen zumindest in der PAL-4er-Sequenz zusammenpassen (d. h. zum Schnittzeitpunkt T muß am Eingang der MAZ das Halbbild einer PAL-4er-Sequenz anliegen, das dem Zeitcode X entspricht), weil die MAZ nur PAL-4-richtig verkoppeln kann.

Wenn nun der Schnittzeitpunkt T und der Zeitcodewert X auch noch in der PAL-8er-Sequenz zusammenpassen, wird die MAZ automatisch zu PAL-8-richtigem Einlauf gezwungen. Diese Überlegung ist natürlich nur dann zutreffend, wenn

- der Zeitcode die PAL-8er-Sequenz des aufgezeichneten Videosignals beinhaltet, also PAL-8-richtig aufgezeichnet worden ist;
- der Rechner im Bedienpult vorhersehen kann, welches Halbbild einer PAL-8er-Sequenz zum Zeitpunkt T am Eingang der MAZ ansteht. Dazu muß der Rechner des Maschinen-Interface die Zeit von einer sogenannten Synchronzeituhr ablesen, die (nach der gleichen Norm wie beim Zeitcode) die PAL-8er-Sequenz des Eingangssignals der MAZ beinhaltet. Das wird wiederum dadurch gewährleistet, daß die Synchronuhr im Interface nach dem Setzen (durch Übermittlung eines Befehls vom Bedienpult her) entsprechend der von der F/H-Meßeinrichtung ermittelten 8er-Sequenz korrigiert wird.

Bei Live-Assemble- und Live-Insert-Schnitten werden vom Bedienpult keine Schnittzeitpunkte übertragen, da bei Live-Schnitten (Aufnahme von nicht auf Band gespeichertem Bildmaterial) eine Synchronisierung nicht nötig ist. Damit nun bei PAL-8-Betrieb der In-phase-Einlauf gewährleistet ist, ermittelt das Interface in diesen Fällen einen geeigneten Schnittzeitpunkt selbst, setzt die Synchronuhr und löst von sich aus vor dem Schnitt einen Synchronisierungsvorgang aus.

Abschließend soll noch betont werden, daß bei der vom MOSAIC-System angewendeten Methode der In-phase-Verkopplung die Vorlaufzeit nicht größer gewählt werden muß als beim normalen Schnittbetrieb (bei BCN-50/51-Maschinen z. B. Schnitte auch bei 2,5 s Vorlaufzeit möglich).

6. Eindeutiges Arbeiten des Zeitfehlerausgleichers der MAZ

Umfangreiche Versuche im IRT haben gezeigt, daß – selbst wenn alle in 2. bis 5. geschilderten Maßnahmen ergriffen worden sind – trotzdem bei kritischen Schnitten gelegentlich ruckartige Störungen zu bemerken sind. Diese Fehler traten relativ selten auf. Bei 100 Schnitten innerhalb von 2 Stunden waren z. B. die ersten 50 einwandfrei, bei den nächsten 10 Schnitten gelang nur etwa jeder zweite und die restlichen 40 Schnitte waren wieder alle ohne Störungen.

Bei genaueren Untersuchungen stellte sich heraus, daß ein solcher horizontaler Bildversatz nicht durch einen F/H-Phasensprung an der Schnittstelle entsteht, sondern dadurch, daß der Take vor der Schnittstelle, im Vergleich zum Take nach der Schnittstelle, von der Zuspil-MAZ um etwa 200 ns horizontal versetzt wiedergegeben wird, obwohl diese jedesmal in-phase eingelaufen ist. Dies deutet auf ein nicht eindeutiges Verhalten des Zeitfehlerausgleichers in der Zuspil-MAZ hin. Schon J. W. van Dael (NOS) hat 1978 [4] auf diese mögliche Eigenschaft der in MAZ-Maschinen üblichen Zeitfehlerausgleicher hingewiesen. Um dieses Phänomen erklären zu können, muß man das Wirkungsprinzip des verwendeten MAZ-

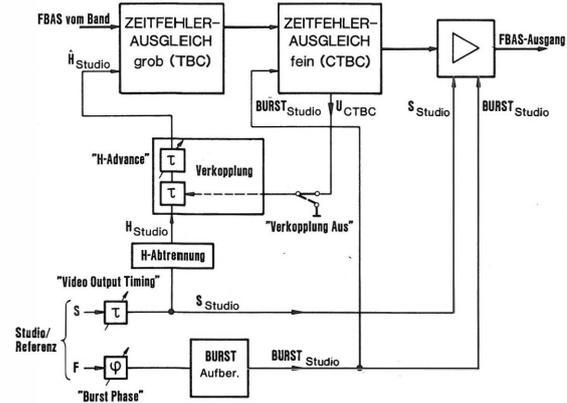


Bild 8

Prinzip des Zeitfehlerausgleichers der BCN

Zeitfehlerausgleichers studieren. Bild 8 zeigt ein stark vereinfachtes Blockschaltbild des BCN-Zeitfehlerausgleichers.

Wie in [2] schon näher erläutert, geschieht der Zeitfehlerausgleich nacheinander durch Grob- und Feinzeitfehlerausgleicher (TBC und CTBC). Der TBC benutzt als Referenz das Studio-H, der CTBC den Studiofarbträger. Abhängig von der F/H-Phase des aufgezeichneten Signals und der F/H-Phase der Referenzsignale für TBC und CTBC, also auch vom Stand der Einsteller „Video Output Timing“ und „Burst Phase“, muß der CTBC das vom TBC kommende Videosignal noch um bis zu einer halben Farbträgerperiode in die eine oder andere Richtung verschieben, um die Farbsynchronsignale vom Studio und vom Band gleichphasig zu ziehen.

Der CTBC, eine stetig steuerbare Laufzeitkette mit einem Variationsbereich von ± 110 ns, soll aber lediglich den nach dem TBC verbleibenden Restjitter von < 25 ns ausgleichen und dabei möglichst in der Mitte seines Variationsbereiches betrieben werden. Zu diesem Zweck sind Grob- und Feinzeitfehlerausgleicher in folgender Weise miteinander verknüpft: Die Spannung U_{CTBC} , ein Maß für die augenblickliche Verzögerung des CTBC, wird in einer Verkopplungsschaltung gemittelt (integriert). Weicht dieser Mittelwert von Null ab, wird das Referenzsignal für den TBC (\hat{H}_{Studio} , bei BCN-Anlagen mit H_{REF} bezeichnet) durch das Stellglied τ so lange verschoben, bis der Mittelwert von U_{CTBC} zu Null wird und damit der CTBC in seinem mittleren Bereich arbeitet. In der Verkopplungsschaltung wird außerdem bewirkt, daß die maximale Verschiebung von \hat{H}_{Studio} gegenüber H_{Studio} (und damit des Bildinhalts des Ausgangssignals) nur wenig mehr als $\pm 1/2$ Farbträgerperiode betragen kann. Sind nun bei In-phase-Einlauf der MAZ die Phasenverhältnisse so, daß \hat{H}_{Studio} gegenüber H_{Studio} um etwa eine halbe Farbträgerperiode verschoben werden muß, dann ist es ungewiß, ob H_{Studio} um $+110$ ns oder -110 ns verschoben wird. Der Bildinhalt hat damit in seiner Lage zum Studio-S von Zuspilung zu Zuspilung eine Unsicherheit von 220 ns.

Phasenverhältnisse, die zum Auftreten einer solchen Zweideutigkeit führen, werden im folgenden kurz als „Ungünstiger Arbeitspunkt“ des Gesamtzeitfehlerausgleichers bezeichnet. Dieser Arbeits-

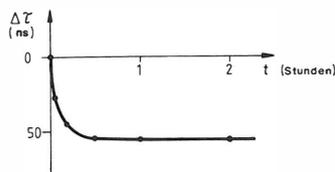


Bild 9

Drift der mittleren Verzögerung des Feinzeitfehlerausgleichers nach dem Einschalten der BCN 51
(Gemessen über U_{CTBC} bei abgeschalteter Grob-Fein-Verkopplung und In-phase-Einlauf der MAZ)

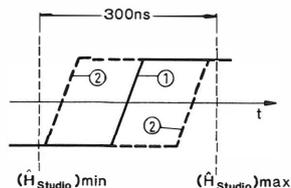


Bild 10

Lage der \hat{H}_{Studio} -Flanke bei In-phase-Verkopplung

- ① Bei eindeutigem Verhalten des Zeitfehlerausgleichers
- ② Bei zweideutigem Verhalten des Zeitfehlerausgleichers

punkt ist abhängig von der F/H-Phase des aufgezzeichneten Videosignals, vom Stand der Einsteller „Video Output Timing“, „Burst Phase“ und „H-Advance“ sowie vom Temperaturverhalten des gesamten Zeitfehlerausgleichers. Um die Zweideutigkeit sicher zu vermeiden, muß man den Arbeitspunkt messen und zweckmäßig einstellen können.

6.1. Eindeutiges Verhalten durch Auftrennen der Grob-Fein-Verkopplung

Am einfachsten wird der Arbeitspunkt des Zeitfehlerausgleichers sichtbar, wenn man den Regelkreis auftrennt, den die Verkopplung von Grob- und Feinzeitfehlerausgleicher darstellt. Dann nämlich ist, bei In-phase-Einlauf der MAZ, der Gleichspannungsanteil von U_{CTBC} ein Maß für den Phasenversatz zwischen den Farbsynchronsignalen vom Studio und den Farbsynchronsignalen vom Band nach dem Grobzeitfehlerausgleicher. U_{CTBC} kann mit dem Oszilloskop in der Monitorbrücke der MAZ leicht beobachtet werden. Durch geringfügige Korrektur der „H-Advance“-Einstellung kann 0 V als Gleichspannungsmittelwert von U_{CTBC} erreicht werden und damit auch der optimale Arbeitsbereich für den Feinzeitfehlerausgleicher. Wenn sich die F/H-Phase des aufgezzeichneten Signals nicht ändert und die Einstellung von „Video Output Timing“ und „Burst Phase“ nicht verändert wird, arbeitet nach jedem In-phase-Einlauf der Zeitfehlerausgleicher mit und ohne Grob-Fein-Verkopplung im mittleren Arbeitsbereich. Lediglich Temperatureinflüsse (Bild 9) können ein gelegentliches Nachstellen von „H-Advance“ erforderlich machen.

Wegen der einfachen Kontrollmöglichkeit – auch während des Schnittbetriebes – werden die BCN-Maschinen zweckmäßig so umgebaut, daß die Grob-Fein-Verkopplung durch einen Schalter jederzeit aufgetrennt werden kann. Auf diese Weise läßt sich mit 100%igem Erfolg eindeutiges TBC-Verhalten herstellen.

6.2. Auffinden des optimalen Arbeitspunktes des Zeitfehlerausgleichers ohne Auftrennung der Grob-Fein-Verkopplung

Eine andere Möglichkeit, den Arbeitspunkt des TBC festzustellen, ohne dabei die Verkopplung zwischen Grob- und Feinzeitfehlerausgleicher auftrennen zu müssen, besteht in der oszilloskopischen Beobachtung der Flanke von \hat{H}_{Studio} . Damit keine Zweideutigkeit auftreten kann, muß bei In-phase-Verkopplung der MAZ die Flanke von \hat{H}_{Studio} genau in der Mitte ihres Variationsbereiches liegen (Bild 10). Der Variationsbereich kann z. B. durch geringfügiges Drehen am „H-Advance“-Einsteller ermittelt werden.

Diese Methode hat allerdings gegenüber dem Auftrennen der Verkopplung den Nachteil, daß eine Abweichung vom optimalen Arbeitspunkt nicht so leicht während des laufenden Schnittbetriebes beobachtet werden kann.

6.3. Einstellung des optimalen Arbeitspunktes des Zeitfehlerausgleichers mit Hilfe des Einstellers „Video Output Timing“

Der Einstellwiderstand für „H-Advance“ ist im Zeitfehlerausgleicher der BCN leider nur sehr schwer zugänglich. Mit den Einstellern „Video Output Timing“ und „Burst Phase“ wird zwar ebenfalls der Arbeitspunkt des Zeitfehlerausgleichers beeinflusst, diese

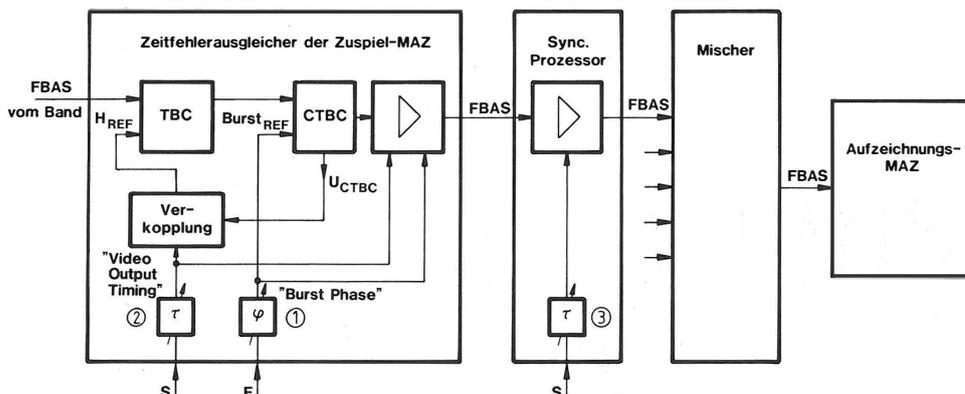


Bild 11

Einstellen des optimalen Arbeitspunktes des Zeitfehlerausgleichers mit „Video Output Timing“

- ① Anpassung der Burstphase an die folgende Mischerebene
- ② Anpassung des S-Signals an die folgende Mischerebene und Einstellung des optimalen Arbeitspunktes
- ③ Einstellung der F/H-Phase des Eingangssignals der Aufzeichnungs-MAZ

Einsteller sind jedoch in erster Linie dazu da, das MAZ-Ausgangssignal an die nächste Mischerebene anzupassen und die normgerechte F/H-Phase am Eingang der Aufzeichnungs-MAZ herzustellen.

Der „Video Output Timing“-Einsteller kann aber für die Einstellung des optimalen Arbeitspunktes zweckentfremdet werden. Dazu muß dann allerdings hinter den Ausgang der MAZ ein zusätzlicher Sync-Processor geschaltet werden, mit dem dann die F/H-Phase – durch geringfügige Verschiebung des S – unabhängig vom Zeitfehlerausgleicher der MAZ eingestellt werden kann. **Bild 11** zeigt die Lage der einzelnen Einsteller und weist auf die Reihenfolge hin, in der die Einstellungen vorgenommen werden müssen.

7. Schlußbemerkung

Durch die Anwahl des PAL-8-Betriebes am Bedienpult übernimmt das MOSAIC-System automatisch einen großen Teil der Maßnahmen, die für PAL-8-richtige Aufzeichnung und PAL-8-richtigen Schnittbetrieb erforderlich sind. Es weist gegebenenfalls den Benutzer auf Betriebsbedingungen hin, die das PAL-8-richtige Schneiden verhindern. Lediglich das Einstellen der F/H-Feinphase an den MAZ-Eingängen und das Einstellen des eindeutigen Arbeits-

punktes der Zeitfehlerausgleicher muß der Benutzer von sich aus vornehmen.

Das MOSAIC-Schnittsystem bietet damit im Zusammenwirken mit einem F/H-stabilen Taktgeber die Möglichkeit, mit 100%iger Sicherheit PAL-8-richtig zu schneiden. Dies wurde während eines IRT-Kolloquiums im März 1983 auch öffentlich demonstriert. Betriebserfahrungen der Rundfunkanstalten, die das MOSAIC-System verwenden, liegen leider noch nicht vor, da dort zum Teil immer noch keine F/H-stabilen Taktgeber zur Verfügung stehen.

SCHRIFTTUM

- [1] DIN 45 484: Zeit- und Steuercode für Videosignalaufzeichnungen. Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin 1984. Alleinverkauf: Beuth-Verlag, Berlin – Köln.
- [2] Trißl, K.-H.; Heller, A.: Die PAL-8er-Sequenz und ihre Auswirkungen beim MAZ-Schnitt. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 101 bis 111.
- [3] Welz, G.: Verfahren zur Messung der F/H-Phase und Überprüfung der F/H-Phasenstabilität. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 121 bis 133.
- [4] van Dael, J. W.: Disturbances occurring at edits on PAL 625-line video tapes. EBU Rev. Tech. No. 172 (Dezember 1978), S. 265 bis 272.
- [5] Heller, A.; Trißl, K.-H.: Ein neues Verfahren zur Festlegung der PAL-8er-Sequenz. Vortrag, gehalten auf der 7. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Dortmund, 17. bis 21. September 1979.

VERFAHREN ZUR MESSUNG DER F/H-PHASE UND ÜBERPRÜFUNG DER F/H-PHASENSTABILITÄT

VON GERHARD WELZ¹

Manuskript eingegangen am 2. Mai 1984

Fernsehstudioteknik

Zusammenfassung

Zur Vermeidung von Problemen beim Bild-im-Bild-Schnitt, die durch die willkürliche Phasenbeziehung zwischen Farbträger und Synchronsignal entstanden, hat die UER die F/H-Phase definiert und eng toleriert. Die Festlegung und die Einhaltung dieser Bestimmungen erfordern eine entsprechende Meßtechnik. Die F/H-Phasenbeziehung muß auf einem Umweg über die Farbträgerphase im Burst detektiert und ausgewertet werden.

Der Aufsatz führt in die grundlegende Meßtechnik ein und beschreibt die zur Zeit bekannten Verfahren und Meßgeräte. Bei der Signalverteilung auftretende Effekte, die die Messung der F/H-Phase erschweren und zu Meßfehlern führen können, werden erläutert. Wie die neueste Generation von MAZ-Maschinen die F/H-Phasenbeziehung verarbeitet und zum „colour framing“ einsetzt, wird zum Schluß noch gestreift.

Summary Methods for measuring the Sc/H phase relation and determining its stability

In order to avoid difficulties in picture-to-picture editing, which occur due to the arbitrary phase relation between the chrominance sub-carrier and the synchronising signal, the EBU has defined the Sc/H phase and set close tolerances on it. The establishment and maintenance of those conditions necessitate an appropriate measuring technique. The Sc/H phase relation must be determined and evaluated in the burst during deviation by the chrominance sub-carrier phase.

The paper introduces the basic measuring technique and describes the methods and measuring equipment currently used. The effects that occur in the signal distribution, which render the measurement of the Sc/H phase difficult and can give rise to measurement errors, are described. Finally, a brief description is given of how the magnetic picture recording machines of the most recent generation process the Sc/H relation and insert it for colour framing.

Sommaire Méthode permettant de mesurer la phase salve-synchro et de déterminer sa stabilité

Pour éviter, lors du montage image par image, les difficultés dues au rapport de phase arbitraire entre la salve de chrominance et le signal de synchronisation, l'UER a défini la phase salve-synchro avec des tolérances sévères. Ces conditions ne peuvent être respectées et maintenues qu'à condition de disposer d'une méthode de mesure appropriée. La relation de la phase salve-synchro doit être déterminée et évaluée sous la forme des déviations de phase de la sous-porteuse constituant la salve de chrominance.

L'article expose le principe de la méthode de mesure et décrit les techniques et les équipements utilisés actuellement. Il examine les effets de la distribution du signal qui rendent la mesure de la phase salve-synchro délicate et qui peuvent provoquer des erreurs de mesure. Pour conclure, l'auteur indique succinctement la manière dont les magnétoscopes de la dernière génération traitent la phase salve-synchro et l'incorporent pour obtenir la séquence correcte des trames du signal PAL.

1. Erzeugung eines stabilen Referenzsignals

1.1. EBU-Statements D23/1979 und D25/1979

Die Beiträge [1] und [2] in diesem Heft behandeln eingehend, welche Anforderungen an ein Videosignal zu stellen sind, das mit Mitteln der modernen elektronischen Schneidetechnik bearbeitet werden soll. Um Bildstörungen zu vermeiden, war es notwendig, zusätzlich zum frequenzmäßigen Zusammenhang zwischen Farbträger und Zeilenfrequenz noch deren gegenseitige Phasenlage zu definieren. Das EBU-Statement D23/1979 beschreibt die zeitliche Relation zwischen dem Referenzfarbträger und dem Synchronsignal des Videosignals für PAL-Aufzeichnungen [3].

Darin heißt es unter anderem: Die E'_{u-} -Komponente des Farbträger-Synchronsignals, extrapoliert auf den 50%-Amplitudenwert der Vorderflanke des Synchronsignals in Zeile 1 des 1. Halbbildes, sollte eine F/H-Phasenlage von 0° mit einer Toleranz von $\pm 20^\circ$ einhalten, um maximalen Schutz vor Bildstörungen an Schnittstellen von Magnetbandaufzeichnungen zu gewährleisten (Bild 1).

In Bild 2 sind die vertikalen Austastlücken von 8 Halbbildern und die PAL-8er-Sequenz der Farbträgerphase dargestellt. An jeder H-Vorderflanke des Synchronsignals ist die jeweilige Phasenlage der E'_{u-} und E'_{v-} -Komponente des Burst eingezeichnet. Man beachte hierbei das negative Vorzeichen der E'_{u-} -Komponente zur Erzeugung eines Burstsignals nach CCIR-Rep. 624-2 (1982), wonach der Burst in Zeilen mit P-Kennimpuls eine nominelle Phase von $+135^\circ$ (bezogen auf die E'_{u-} -Achse) haben soll. Die E'_{v-} -Komponente in Zeilen mit P-Kennimpuls ist in der Abbildung noch nicht invertiert. Die im Bereich der Burstaustastung eingezeichneten Phasenlagen der Komponenten machen es möglich, die F/H-Phase an den V-Vorderflanken der 4 Vollbilder abzulesen. (Die Darstellung stimmt mit Fig. 1 in [4] und der Abbildung im EBU-Statement D23 [3] überein und widerspricht nicht der Definition der F/H-Phase.) Wie sich aus der Phasenlage der E'_{u-} und E'_{v-} -Komponenten die normgerechte Burstphase ergibt, ist deshalb in Bild 3 für die ersten 9 Zeilen des 1. Halbbildes schrittweise abgeleitet.

Eine Grundvoraussetzung für die 8V-Verkopplung eines Studiokomplexes ist, daß an den Orten der Signalgenerierung, der Aufbereitung und der Verteilung alle Studiogeräte eine konstante, driftfreie Farbträger-zu-Synchronsignal-Phasenbeziehung

¹ Dipl.-Ing. Gerhard Welz ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Fernseh-Programmspeicherung/Bereich Magnetische Bildaufzeichnung im Institut für Rundfunktechnik, München.

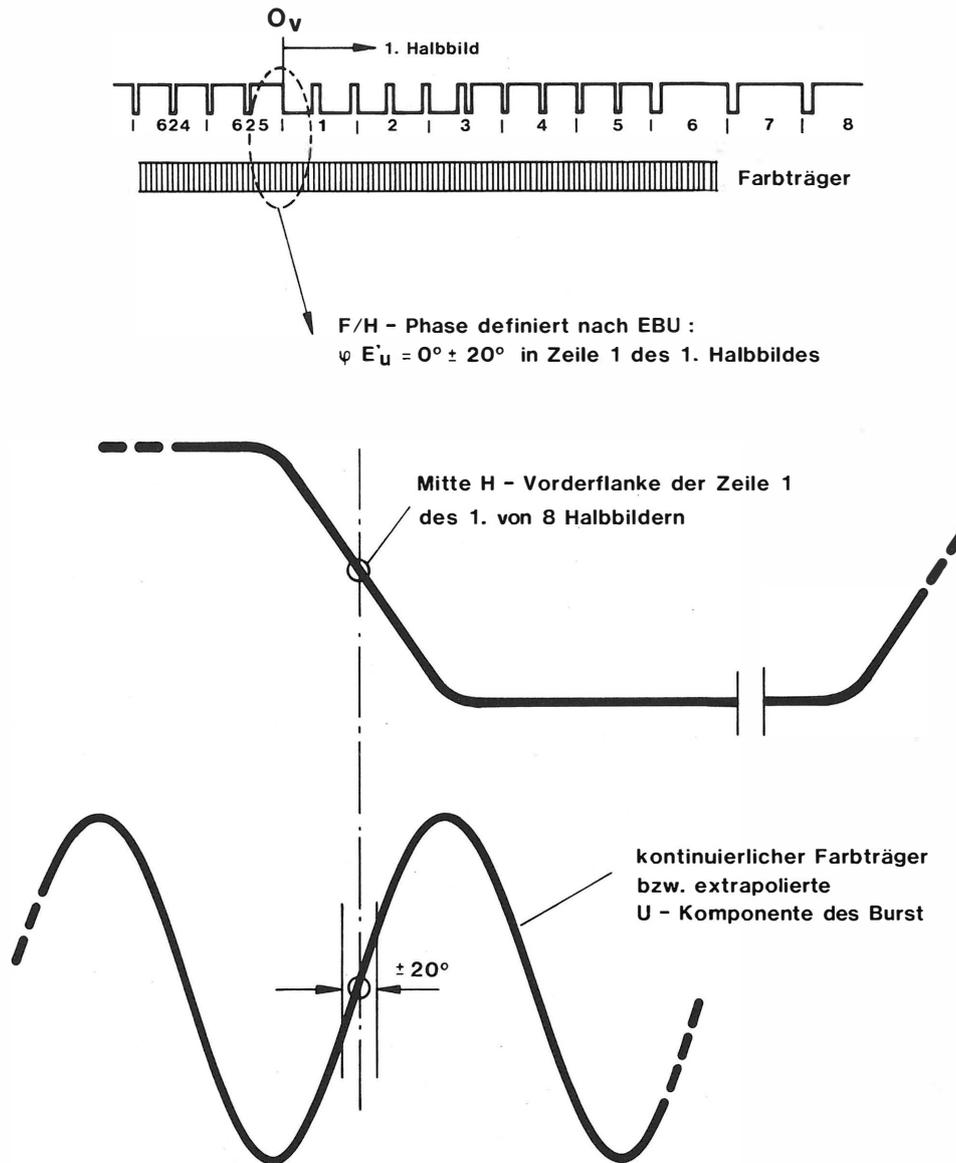


Bild 1

Definition der F/H-Phase nach EBU-Statement D23/1979

hung einhalten. Die Forderung, die auch den Laufzeitausgleich zwischen verschiedenen Bildquellen und die Anpassung der Burstphase beinhaltet, muß insbesondere am Eingang der MAZ-Maschine erfüllt sein.

Durch diese Festlegung ist auch die Numerierung der 8 Halbbilder innerhalb der PAL-Sequenz vorgegeben. Eine eng tolerierte F/H-Phase stellt aber zusätzliche Anforderungen an die Signalübertragungswege, woraus sich strenge Stabilitätsforderungen für folgende Studiogeräte ableiten [4]:

- Taktgeber (zentrale Taktgeber ebenso wie Quellentaktgeber, ausgenommen Genlock-Betrieb),
- Taktgeber in den Kameras,
- PAL-Coder (allgemein, wie auch insbesondere in Testbildgebern),
- Sync-Prozessoren (insbesondere Timebase-Korrektoren von MAZ-Maschinen, Mischer usw.).

Die Hintereinanderschaltung dieser vier Gerätegruppen stellt einen typischen Videosignalweg bis

zur Aufzeichnung dar. Wenn nun jede Stufe in gleicher Weise ihren Anteil zu Drift und Jitter beiträgt, läßt sich eine Stabilitätsforderung für die F/H-Phase der Quelle ableiten, die vom Taktgeber genauso wie von jeder anderen Stufe individuell eingehalten werden muß. Als Grundlage für die Festlegung der zulässigen Toleranzgrenzen diente eine Untersuchung der UER-Untergruppe G2. Ein 0,1-mm-Bildsprung wurde als Sichtbarkeitsgrenze auf einem Monitor mit 56 cm Diagonale bestimmt. Hieraus ließ sich eine Über-alles-Stabilität von ± 6 ns ableiten einschließlich Drift über einen Zeitraum von 24 Stunden. Für ein einzelnes Gerät der oben angesprochenen Gerätegruppe ergibt sich daraus eine Stabilitätsforderung von $\pm 1,5$ ns ($\pm 2,5^\circ$).

Das EBU-Statement D25/1979 faßt diese Erkenntnisse für PAL-Taktgeber zusammen [5]: Wenn eine hochentwickelte Schneidetechnik angewendet werden soll, müssen alle Videosignale eine angemessene Stabilität aufweisen. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, daß

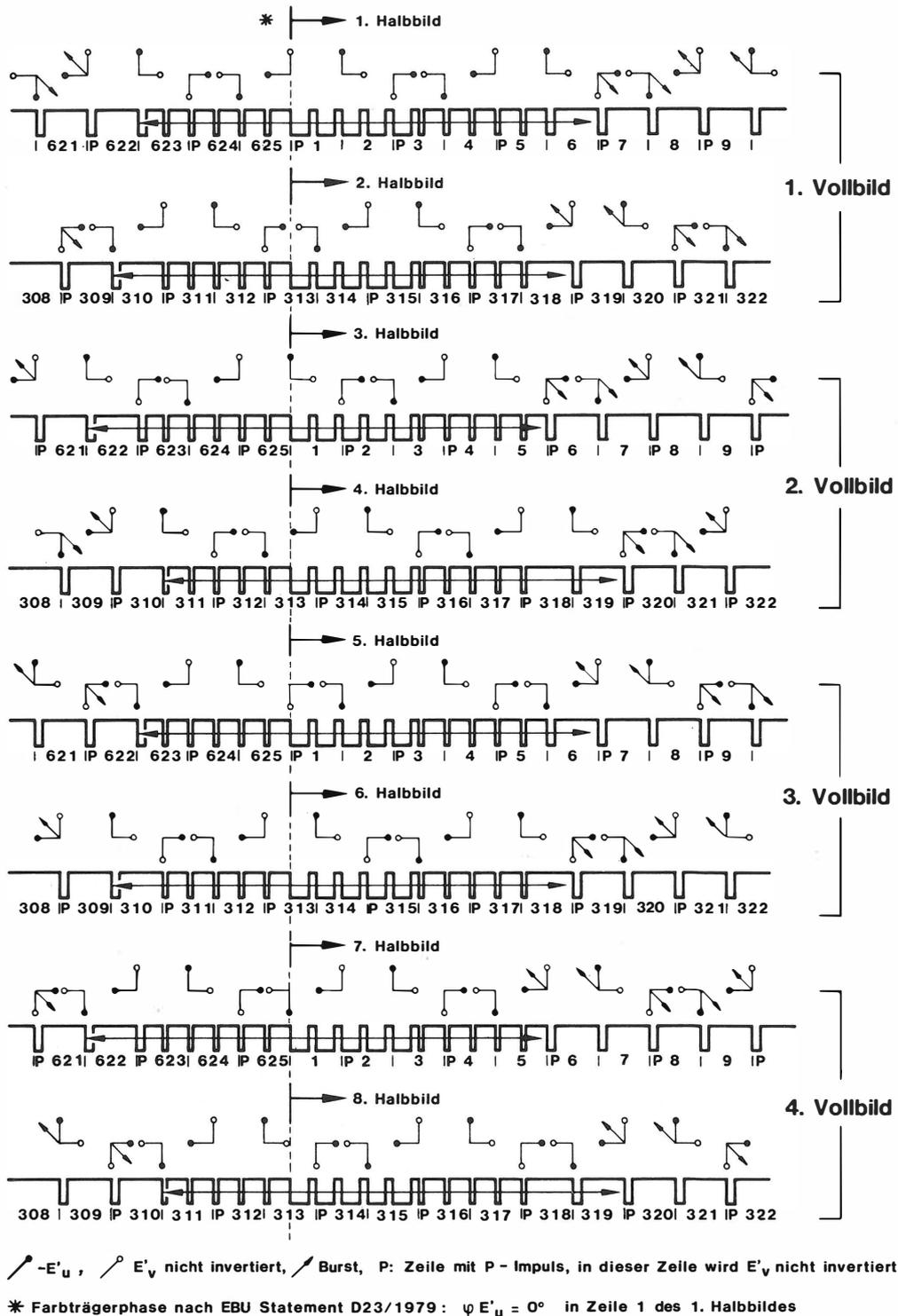


Bild 2
PAL-8-Halbbild-Sequenz
(nach [3] und [4])

- die auf Band aufgezeichneten Signale die Vorzugs-F/H-Phase (also $0^\circ \pm 20^\circ$) haben,
- der TBC in der Wiedergabemaschine unter gleichbleibenden externen Bedingungen immer eine konstante Signallaufzeit verursacht,
- die Schnittsteuerung und der Zeitcode mit einem „Bild 1“-Kennimpuls versorgt werden.
(Im Entwurf zum neuen Technischen Pflichtenheft Nr. 8/3.1 „Fernsehtaktgeber für das PAL-System“

ist dieser „Bild 1“-Kennimpuls inzwischen „8V-Kennimpuls“ genannt worden, weshalb im folgenden diese Bezeichnung benutzt wird.)

Will man dieses Ziel erreichen, müssen Taktgeber folgende Eigenschaften haben:

- konstante Phasenbeziehung zwischen Farbträger und Synchronsignal einerseits und dem 8V-Kennimpuls des Videosignals andererseits. Dies gilt sowohl im Dauerbetrieb als auch nach Unterbre-

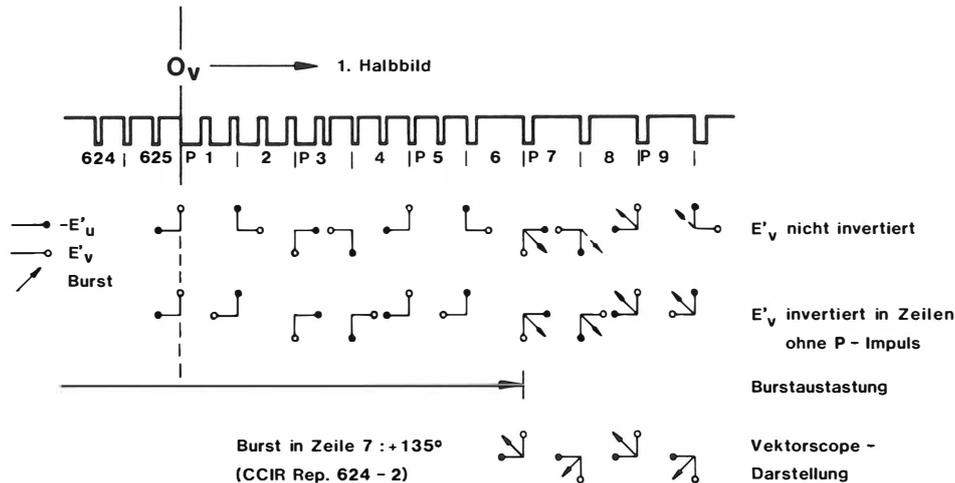


Bild 3

Farbkomponenten und Phase des Bursts

chung der Stromzufuhr.

- F/H-Phasenstabilität für Jitter und Drift von besser als $\pm 1,5 \text{ ns}$ ($\pm 2,5^\circ$), ausgenommen im Genlock-Betrieb.

Der erwähnte 8V-Kennimpuls kann ein zusätzlicher Weißimpuls sein, der in Zeile 7 des 1. Halbbildes des Referenz-Schwarzbildes (Blackburst-Signal) eingetastet ist. Natürlich unter der Voraussetzung, daß die Vorzugs-F/H-Phase eingehalten wird.

1.2. Taktgeberkonzepte

Bild 4 zeigt ein konventionelles Taktgeberkonzept, so wie es auch noch im veralteten Pflichtenheft Nr. 8/3.1 beschrieben ist. Kernstück ist der PAL-Verkoppler, der die vom Farbträgergenerator gelieferte Frequenz in dem für die PAL-Norm festgelegten Verhältnis auf die doppelte Zeilenfrequenz herunterteilt. Er ist für die F/H-Phasendrift verantwortlich, denn nicht nur die erforderliche Frequenzverachtfachung, sondern auch der den 25-Hz-Versatz erzeugende Modulationsprozeß mit nachfolgender Absiebung einer Seitenbandlinie ist die Ursache für jene Drift.

Moderne Taktgebersysteme arbeiten nach ähnlichen Prinzipien. Zusätzlich zum frequenzmäßigen Zusammenhang zwischen Farbträger und Synchronsi-

gnal ist aber eine phasenstarre Verkopplung zwischen F und H Bedingung. Immer häufiger geht man deshalb zur digitalen Signalverarbeitung über, wobei aus Vielfachen der Farbträgerfrequenz durch Teilung Vielfache der Zeilenfrequenz erzeugt und in einer Kombinationsmatrix die Studioimpulse abgeleitet werden. Das Blockschaltbild eines digitalen Taktgebers nach Seltech ist aus Bild 5 ersichtlich.

Das Konzept dieses Taktgebers ist aus der Umstellung der Formel für die F/H-Verkopplung aufgebaut. Besonderes Augenmerk ist auf den Modulationsprozeß für den 25-Hz-Versatz zu richten. Zur Minimierung von Phasenjitter wird das durch 5 dividierte Modulationsprodukt in einem PLL auf Werte besser als 2 ns stabilisiert. Durch die Wahl eines sehr hohen Vielfachen (227fachen) der Zeilenfrequenz bietet sich der Vorteil, daß in der Kombinationsmatrix alle Impulsflanken nunmehr von einem sehr feinen Taktraster abgeleitet werden und somit enge Toleranzen der Impulsbreiten eingehalten werden können. Um Veränderungen der F/H-Phase beispielsweise auch im Genlock-Betrieb zu vermeiden, läßt sich in der Stufe F/H-Phasenkorrektur ein Befehl ableiten, der die H-Phase so schiebt, daß die Feinphase am Taktgeberausgang auf den Sollwert korrigiert wird. Diese Stufe liefert darüber hinaus noch den 8V-Kennimpuls der PAL-8er-Sequenz.

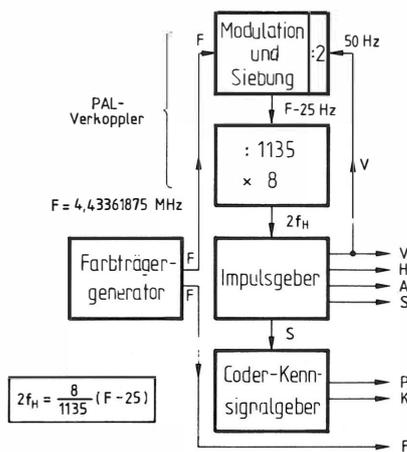


Bild 4

PAL-Verkopplung beim konventionellen Taktgebersystem

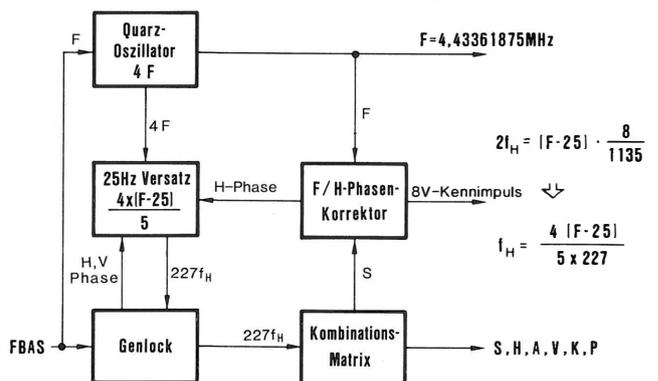


Bild 5

Digitaler Taktgeber nach Seltech

2. Messung der F/H-Phase

Um einen 8er-Sequenz-richtigen Bildschnitt zu gewährleisten, müssen neben dem Taktgeber insbesondere die Coder und alle folgenden Geräte über den Mischer bis zum Eingang der MAZ-Maschine phasenstabil arbeiten. Dazu ist eine eindeutige Meßtechnik zur Einstellung und Kontrolle der F/H-Phase erforderlich. Bereits in einem früheren FKTTG-Vortrag [6] ist deshalb die Notwendigkeit eines F/H-Phasenmeßgerätes betont worden. Zur Herstellung der Gleichphasigkeit der Videosignale an den Mischereingängen ist nun nicht nur eine Laufzeit- und Phasenkorrektur durchzuführen, sondern eine entsprechend eng tolerierte F/H-Phase einzustellen.

Bevor auf die inzwischen auf dem Markt bekannten F/H-Phasenmeßgeräte näher eingegangen wird, soll beschrieben werden, wie man mit relativ einfachen Mitteln die F/H-Phase mit Hilfe eines Oszilloskops bestimmen kann. Diese Methode ist vor allem dann unumgänglich, wenn Zweifel an der Eichung und der Wirkungsweise eines Meßgerätes auftauchen.

2.1. Oszilloskopische Methode

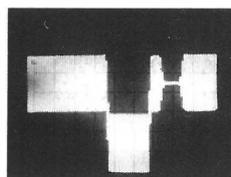
Zur Messung der F/H-Phase eines Taktgebersystems mit einfachen oszilloskopischen Mitteln wäre es an sich notwendig, die nach EBU-Statement D23/1979 geforderte Farbträger-zu-Synchronsignal-Phase in Zeile 1 des 1. Halbbildes einer PAL-8er-Sequenz zu überprüfen. Im weiterführenden EBU-Statement D25/1979 wird vorgeschlagen, daß ein Weißimpuls in der Zeile 7 des 1. Halbbildes als 8V-Kennimpuls nützlich sein würde. Dieser Kennimpuls wurde deshalb von nahezu allen Herstellern eingeführt.

Bei der Überprüfung der F/H-Phase ist es nicht möglich, an der V-Vorderflanke des 1. Halbbildes definitionsgemäß die Bedingung für 0° direkt auszuwerten, da kein geeigneter Triggerimpuls und kein Farbträgerbezug (Burst) für die Zeile 1 des 1. Halbbildes zur Verfügung steht. Man kann jedoch in anderen Zeilen des Bildes die F/H-Phase messen, wie anhand des nachfolgend beschriebenen Meßverfahrens gezeigt werden soll.

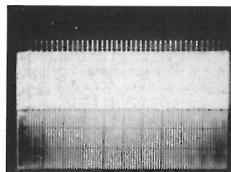
2.1.1. Messung in Zeile 77 des 1. Halbbildes

Zur Eichung verwendet man ein Oszilloskop, an dessen einem Kanal das zu überprüfende Videosignal anliegt; der andere führt einen kontinuierlichen Farbträger. Die Verstärkung des Kanals mit dem anliegenden Farbträger soll so eingestellt werden, daß dieser die gleiche Amplitude aufweist wie der Burst des Videosignals. Die Phase des Farbträgers soll mit Hilfe einer eingeschleiften Laufzeitkette relativ zu der des Videosignals veränderlich sein. Die Zeitbasis des Oszilloskops soll mit dem 8V-Kennimpuls des Taktgebers getriggert werden.

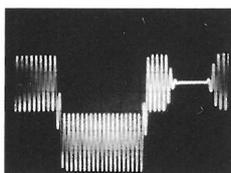
Nun stellt man die Farbträgerphase so ein, daß – bei Addition beider Signale auf dem Oszilloskop – sich die Bursts in den ungeradzahligen Zeilen auslöschten (Bild 6a). Das sind also die Zeilen 7, 9, 11, ... im 1. Halbbild. Die Zeitbasis wird zu 0,5 ms/div gewählt. Damit läßt sich das Signal so darstellen, daß jeweils vier ausgelöschte Bursts pro horizontale Teilung angeordnet sind. Da die F/H-Phase in der Zeile 77 überprüft werden soll, muß man nun vom ersten



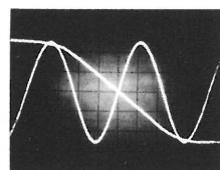
Zeile 7 :
ausgelöschter Burst



Zeitablenkung 0,5 ms/div :
d.h. 4 ausgelöschte Bursts pro Teilung



Zeile 77 :
F/H-Phase 0°



Zeile 77 :
F/H-Phase 0° ,
alternierende Darstellung

Bild 6a

Eichung der F/H-Phase nach dem Verfahren der Burstausslöschung mit externem Farbträger (oszilloskopische Darstellung)

ausgelöschten Burst ausgehend nach 70 Zeilen oder 35 ausgelöschten Bursts, entsprechend $8\frac{3}{4}$ horizontalen Teilungen, das überlagerte Synchronsignal mit der verzögerten Zeitbasis herausdehnen. Bei richtig geeichter F/H-Phase des Videosignals muß nun der positive Nulldurchgang des Farbträgers mit dem 50%o-Amplitudenpunkt der H-Flanke koinzidieren. In der oszilloskopischen Darstellung, also bei Addition von Videosignal und Farbträger, sieht man einen dem H-Impuls überlagerten sinusförmigen Schwingungsverlauf (Bild 6a, Zeile 77). In der Mitte der H-Vorderflanke ergibt sich durch die Addition eine Schwingungsperiode mit wesentlich kleinerer Amplitude, die zu der gedachten Grundlinie – bestehend aus den Minima und Maxima der Farbträgerschwingungen links und rechts davon (punktierte Linie in Bild 6b) – symmetrisch sein soll. Für die F/H-Phase von exakt 0° erreicht diese Schwingung eine minimale Amplitude mit positivem Nulldurchgang.

Weicht die F/H-Phase von 0° ab, wird diese Schwingung unsymmetrisch. Die im Bild dargestellte Konfiguration für die Zeile 77 gilt auch für die Phasenbeziehung in Zeile 1 des 1. Halbbildes, wie im folgenden nachgewiesen wird. Die beschriebene Methode erfordert mitunter einen abgedunkelten Raum, weil durch das einmalige Auftreten des Triggerereignisses in 8 Halbbildern der Oszilloskopschirm relativ lichtschwach beschrieben wird. Die Zeile 77 ist auf diese Weise dennoch einfach herauszuzählen [7].

2.1.2. Theoretische Betrachtung

Die folgende kurze Rechnung zeigt auf, daß die F/H-Phase zu Beginn der Zeile 77 mit der am An-

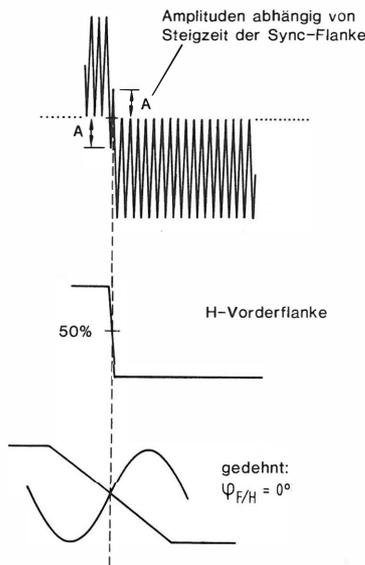


Bild 6b

F/H-Phase in Zeile 77 des 1. Halbbildes beim Meßverfahren mit überlagertem Farbträger

fang der Zeile 1 nahezu identisch ist. Die Dauer einer Zeile entspricht 283,7516 Farbträgerperioden. Eine Farbträgerschwingung, die zu Beginn einer Zeile die Phase 0° zeigt – wie dies gemäß EBU-Statement D23/ 1979 für die E'_u -Komponente in der 1. Zeile des 1. Halbbildes gilt –, wird am Ende dieser Zeile eine Phasenlage von $270,576^\circ$ aufweisen. Die 270° sind durch den Viertelzeilenoffset des PAL-Farbträgers gegeben, die $0,576^\circ$ entstehen durch den 25-Hz-Versatz. Nach 76 Zeilen, also zu Beginn der 77. Zeile hat sich die durch den Viertelzeilenoffset bedingte Phase zu $76 \times 270^\circ = 57 \times 360^\circ = 0^\circ$ aufsummiert und aus dem 25-Hz-Versatz ergeben sich $76 \times 0,576^\circ = 43,776^\circ$. Damit liegt an der H-Flanke der 77. Zeile die Phase der E'_u -Komponente des Farbträgers bei $43,776^\circ$ infolge des 25-Hz-Versatzes, da vom Viertelzeilenoffset 0° beigetragen werden.

Im Videosignal ist die F/H-Phasenbedingung aber nur durch Auswertung der Burstphase möglich, weil

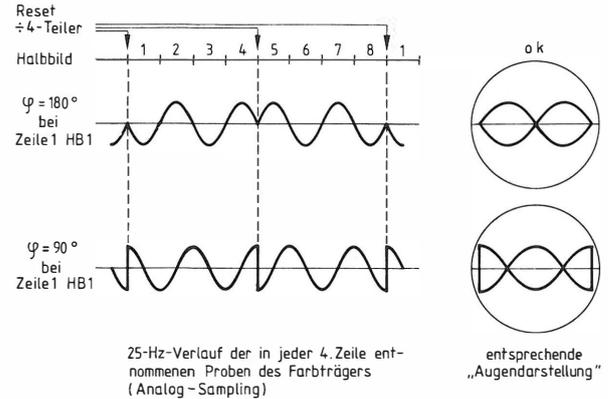


Bild 7

F/H-Meßverfahren nach J. W. van Dael/NOS

kein Farbträger an der H-Flanke existiert. Deshalb wird die zuvor beschriebene Burstauslöschungsmethode angewendet, um über sie indirekt die F/H-Phase an der H-Flanke bestimmen zu können. Die Burstphase der 77. Zeile des 1. Halbbildes eilt gemäß CCIR-Rec. 624-2 der E'_u -Komponente um $+135^\circ$ vor. Die Burstphase muß zum Zeitpunkt des 50%-Amplitudenwertes der Synchronsignalvorderflanke demnach die Phase von $135^\circ + 43,776^\circ = 178,776^\circ$ (rund 180°) besitzen.

Aus dieser Betrachtung leitet sich die eingangs beschriebene oszilloskopische Kontrollmöglichkeit für die F/H-Phase ab. Addiert man zu einem Videosignal einen Farbträger in einer Phasenlage, daß sich in Zeile 77 dieser Farbträger und der Burst bei gleicher Amplitude auslöschten, so muß dieser (zum Burst gegenphasig) Farbträger zum Zeitpunkt der Vorderflanke des Synchronimpulses der Zeile 77 eine Phase von 0° (exakt $-1,224^\circ$) zeigen. Die F/H-Phasenbedingung erfordert zudem, daß die beiden Amplitudenwerte „A“, wie im **Bild 6b** dargestellt, gleich groß sind. Dies ist der Beweis dafür, daß der Farbträger durch den 50%-Amplitudenwert der Vorderflanke des Synchronsignals geht (einen zum 50%-Wert symmetrischen Flankenverlauf vorausgesetzt!).

Der Abgleichfehler dieser Methode beträgt etwa 1° , was bei dieser Messung sicher zu vernachlässigen

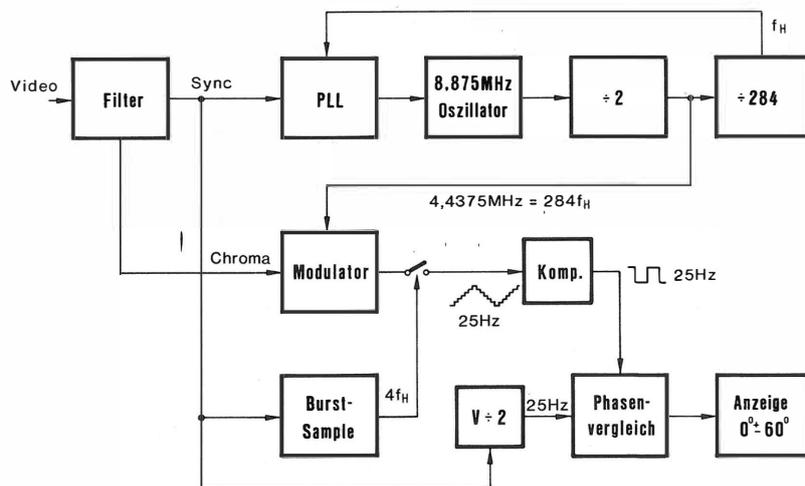


Bild 8

Messung der F/H-Phase nach Seltech

ist. Wird diese Methode zur Eichung der F/H-Phase eines in einem Taktgeber integrierten Coders benutzt, muß unterstellt werden, daß jegliche Variation der Farbträgerphase gleichermaßen auch auf den Burst des Blackburst-Ausgangssignals wirken muß.

2.2. F/H-Phasenmeßgeräte

Allen F/H-Phasenmeßverfahren liegt ein der osziloskopischen Methode ähnliches Prinzip zugrunde, d. h. die F/H-Phasenbeziehung in Zeile 1 des 1. Halbbildes muß aus dem Synchronsignal und dem Farbträger des Burst gewonnen werden. Ein grundlegender Unterschied zwischen den nachfolgend geschilderten Verfahren liegt in der Anzeige des Meßwertes und darin, ob die F/H-Phase auf das „wahre“ 1. Halbbild bezogen werden kann. Die verschiedenen Verfahren werden in der Reihenfolge ihres Bekanntwerdens vorgestellt.

2.2.1. F/H-Meßverfahren nach J. W. van Dael/NOS

Der erste Vorschlag hierzu kam von J. W. van Dael vom Niederländischen Fernsehen [4]; er ist in **Bild 7** prinzipiell dargestellt. In einer analogen Sample-and-Hold-Schaltung wird zum Zeitpunkt der H-Flankenmitte in jeder vierten Zeile der Amplitudenwert des regenerierten Farbträgers ermittelt. Man erhält damit beispielsweise die für $\varphi_{F/H} = 180^\circ$ resultierenden 25-Hz-Sinuskurven, die vom 25-Hz-Versatz herrühren. Der Viererteiler der Sampling-Schaltung wird jeweils in Halbbild 1 und Halbbild 5 zurückgesetzt, so daß der 8er-Zyklus bewußt gestört wird. Diese Störung äußert sich im gesampelten 25-Hz-Sinusverlauf als Phasensprung, und das van Daelsche Meßverfahren beruht darauf, diese Phasensprünge auszuwerten. Liegt nämlich nur ein Phasensprung ohne gleichzeitige Amplitudenänderung vor, dann ist die F/H-Phase normgerecht. Springt dagegen am Rücksetzzeitpunkt auch die Amplitude, so bedeutet dies eine Abweichung von der Normphase. In der rechten Hälfte von **Bild 5** ist eine entsprechende „Augendarstellung“ skizziert. Mit dieser Anzeige auf einem Waveform-Monitor ist es möglich, gleichzeitig die F/H-Phase des Videosignals, die F/H-Stabilität und den PAL-25-Hz-Versatz zu beobachten.

2.2.2. F/H-Feinphasenmeßgerät nach IRT

Im IRT wurde ein alternatives F/H-Phasenmeßverfahren entwickelt, welches weitgehend digital arbeitet [6]. Bei genauer Betrachtung der beiden Sinusverläufe in **Bild 7** läßt sich erkennen, daß auch allein in der Lage der Nulldurchgänge dieser 25-Hz-Sinusfolge – relativ zum V – dieselbe Phaseninformation steckt und daß man sich das recht aufwendige analoge Sample-and-Hold-Verfahren sparen kann, wenn man stattdessen nur die Nulldurchgänge ermittelt.

Auf einem Monitor kann die Farbträgerfeinphase als hellgetastetes Zeilenbündel leicht abgelesen werden, ohne daß hierfür ein zusätzliches Anzeigeelement erforderlich wäre. Die Bildschirmmitte entspricht vorzugsweise der F/H-Phase 0° und die maximale vertikale Auslenkung nach oben und unten $\pm 90^\circ$. Eine detaillierte Beschreibung dieses Meßverfahrens findet sich in [2].

2.2.3. Messung der F/H-Phase nach Seltech

Das Meßgerät der Firma Seltech (Typ SCH-710 P) leitet die F/H-Phase aus der Phasendifferenz zwi-

schen dem V/2-Signal und dem 25-Hz-Versatz des PAL-Signals ab (**Bild 8**). Das am Eingang anliegende Videosignal wird hoch- und tiefpaßgefiltert, so daß das Luminanz- und das Chrominanzsignal voneinander getrennt werden. Das Synchronsignal des Luminanzsignals synchronisiert einen Phasenregelkreis, dessen Oszillator auf der 568fachen Zeilenfrequenz schwingt. Das vom Videosignal abgetrennte Chrominanzsignal wird mit der halben Frequenz dieses Oszillators moduliert; das ergibt eine Multiplikation der Farbträgerfrequenz des Burst mit dem 284fachen der Zeilenfrequenz. Dadurch erhält man Bursts mit der Differenzfrequenz von 3881,25 Hz (4,43750 MHz – 4,43361875 MHz). Jeder vierte Burst wird nun gesampelt, was bedeutet, daß die Sample-Frequenz ($f_H : 4 = 3906,25$ Hz) um 25 Hz größer ist als das abzutastende Burstsignal. Das Resultat am Ausgang der Sample-Stufe ist ein dreiecksförmiger Spannungsverlauf mit einer Periodendauer von 25 Hz.

Das zu einer Rechteckschwingung umgeformte 25-Hz-Signal wird in seiner Phase mit dem vom Eingangssignal abgeleiteten V/2-Signal verglichen. Die Phasendifferenz entspricht der F/H-Phase des zu messenden Videosignals. Als Anzeige dient eine LED-Reihe von 21 Leuchtdioden. Der Skalenumfang repräsentiert eine F/H-Phase von $\pm 60^\circ$ mit einer Stufung von 6° . Im von der UER definierten Toleranzbereich von $\pm 20^\circ$ ist die Anzeigefarbe grün, außerhalb davon rot.

Der Vorteil dieser Methode besteht darin, daß die F/H-Phase unabhängig von einer Bildnumerierung gemessen wird. Gleichzeitig ist das auch ein bedeutender Nachteil dieses Gerätes, da ein Versatz um 180° bzw. 4 Halbbilder so nicht festgestellt werden kann. Zwar läßt sich das Eingangssignal des Meßgerätes umschalten und damit die F/H-Phase zweier Signale miteinander vergleichen, jedoch wird ein 180° -Versatz – entsprechend vier Halbbildern – auf diese Weise nicht erkannt. Aus diesem Grunde ist ein Nachfolgemodell dieses Meßgerätes mit der Typenbezeichnung SCH-711 P vorgestellt worden. Mit ihm soll eine eindeutige Messung der F/H-Phase über 360° möglich sein. Weitere Einzelheiten sind dem Autor nicht bekannt.

2.2.4. Messung der F/H-Phase nach Pearce

Das F/H-Phasenmeßgerät der Firma P. Pearce ist mit der Bezeichnung „Time Code Sync Monitor“ auf den Markt gekommen, weshalb man erst bei genauerem Studium des Prospektes darauf kommt, daß sich dahinter auch ein Meßgerät für die F/H-Feinphase verbirgt (**Bild 9**). Das anliegende Videosignal wird tiefpaßgefiltert und in einem Flankendetektor wird der 50%-Amplitudenpunkt der Synchronsignalflanke ermittelt. An dieser Stelle erzeugt man einen schmalen nadelförmigen Impuls, der die Mitte der S-Flanke repräsentiert und zum Sampeln des Farbträgers dient. Der Farbträger wird aus dem Burst des anliegenden Videosignals regeneriert, seine Phasenlage entspricht der E'_u -Komponente des Burst.

Zum besseren Verständnis des an dieser Stelle erfolgenden Ab tastens des Farbträgers wird dieser Vorgang näher betrachtet: Die Dauer einer Zeile entspricht 283,7516 Farbträgerperioden. Eine Farbträgerschwingung, die zu Beginn einer Zeile die Pha-

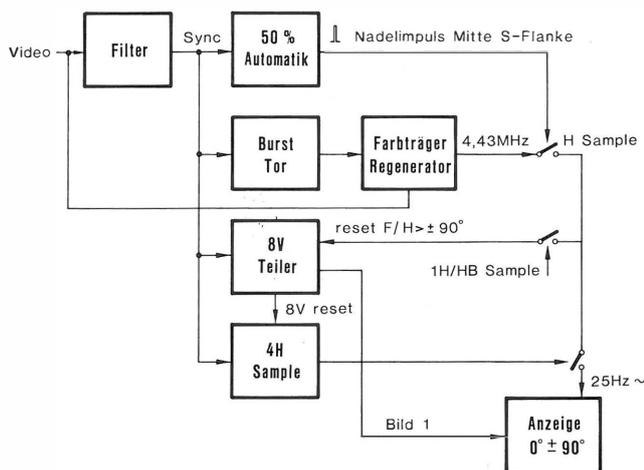


Bild 9
Messung der F/H-Phase nach Pearce

se 0° zeigt – wie dies gemäß EBU-Statement D23/1979 für die E'_{11} -Komponente in der 1. Zeile des 1. Halbbildes gilt –, wird am Ende dieser Zeile eine Phasenlage von $270,576^\circ$ aufweisen. Die 270° sind durch den Viertelzeilenoffset des PAL-Farbträgers gegeben, die $0,576^\circ$ entstehen durch den 25-Hz-Versatz. Der letztere Anteil addiert sich innerhalb eines Vollbildes (625 Zeilen) auf 360° auf.

Sampelt man den Farbträger also mit einem Impuls, der die Mitte der H-Flanke darstellt in jeder vierten Zeile, so haben sich die oben erwähnten und durch den Viertelzeilenoffset bedingten 270° zu $4 \times 270^\circ = 3 \times 360^\circ$ aufsummiert. Für den Sample-Impuls hat sich durch den Viertelzeilenoffset somit nach 4 Zeilen nichts geändert, d. h. der Viertelzeilenoffset hat auf den Sample-Vorgang keinen Einfluß. Da jedoch, wie ebenfalls oben erwähnt, der 25-Hz-Versatz pro Zeile einen Phasenzuwachs von $0,576^\circ$ bringt, trifft der Sample-Impuls alle 4 Zeilen auf einen Farbträger, dessen Phase – relativ zum Sample-Impuls (H-Flanke) – um $4 \times 0,576^\circ = 2,304^\circ$ stetig zunimmt und nach 625 Zeilen eine Durchlaufperiode vollendet hat. Auf diese Weise erhält man mit der Sample-Schaltung eine 25-Hz-Sinusspannung, deren Phasenlage zum Vertikalimpuls von der Phasenlage des Tastimpulses zum Farbträger abhängt.

Am 25-Hz-Sinusverlauf ist zum Zeitpunkt der V-Vorderflanke festzustellen, daß sich hier die F/H-Phase widerspiegelt. Man braucht also nur einmal in 8 Halbbildern während der V-Vorderflanke den 25-Hz-Sinusverlauf nach seiner Phasenlage abzufragen, um die F/H-Phase der PAL-8er-Sequenz zu erhalten. Dies geschieht mit dem „Bild 1“-Impuls, der sich alle 8 Halbbilder wiederholt.

Auf diesem Prinzip beruht die weitere Abfrage des Farbträgers. Die beim ersten Sampeln erhaltenen vier 25-Hz-Sinusverläufe entsprechen dem 25-Hz-Versatz zwischen Farbträger und Synchronsignal. Diese vier Sinusschwingungen enthalten zum Zeitpunkt der V-Vorderflanke die Phasenbeziehung zwischen F und H. Sie werden nun daraufhin abgefragt, ob die F/H-Phase innerhalb von $\pm 90^\circ$ liegt, um das Halbbild 1 der PAL-8er-Sequenz zu bestimmen. Beim erneuten Sampeln in jeder vierten Zeile erhält man den 25-Hz-Sinusverlauf, mit dem beim Ver-

gleich zur Lage des „Bild 1“-Impulses die F/H-Phase ermittelt werden kann.

Die Anzeige ist analog ausgeführt und wird auf einem Monitor dargestellt. Dabei zeigt die Position zweier Marken am unteren Rand des Bildschirms die F/H-Phase an. Die Breite der Marke entspricht einem Fehler von $1,4$ ns bzw. $2,3^\circ$. Decken sich die beiden Marken, liegt eine F/H-Phase von 0° vor. Sie gehen nach links und rechts auseinander bis zu einer maximalen F/H-Phase von ungefähr 50° bis 60° . Ab einer frei wählbaren Toleranzgrenze (z. B. 20°) kann dies durch Blinken der Marken verdeutlicht werden.

Auf dem Blockschaltbild nicht dargestellt ist ein zweiter Signalzweig. Das Meßgerät kann nämlich zusätzlich zum Videosignal den Zeitcode auswerten. In diesem Zusammenhang interessiert die Lage des Synchronwortes bezogen auf die 8-Halbbild-Sequenz. Auf einer 8V-Skala am rechten Rand des Monitorbildschirms wird mit einer Marke die Lage des Zeitcodes angegeben.

Bei genauerer Betrachtung des Blockschaltbildes fällt auf, daß in der zweiten Sample-Stufe eine Information zur Rückstellung des 8V-Teilers aus der F/H-Phasenbeziehung für größer $\pm 90^\circ$ gewonnen wird. Mit anderen Worten, das Halbbild 1 wird in der 4er-Sequenz definiert, in der die F/H-Phase weniger als $\pm 90^\circ$ vom Normwert abweicht. Das könnte aber bedeuten, daß hier (bezogen auf ein Referenz-Videosignal) das ursprüngliche Teilbild 5 zum Teilbild 1 erklärt wurde und ein 180° -F/H-Phasenfehler eingeführt wird.

Mit Hilfe der bereits erwähnten Zeitcodeauswertung oder mit einem zweiten Meßeinschub läßt sich diese Mehrdeutigkeit vermeiden. Die erste Methode benutzt den Zeitcodegenerator als Hilfsmittel, und zwar so, daß der Zeitcodegenerator von dem Referenz-Videosignal synchronisiert wird und gleichzeitig das Referenzsignal am F/H-Meßgerät anliegt. Die F/H-Anzeige sollte Null sein und die Zeitcodemarke sollte auf dem 1. Halbbild liegen. Nun synchronisiert man den Zeitcode weiterhin mit der Referenz, legt aber das einzustellende Signal an den Eingang des Meßgerätes. Die F/H-Phase wird auf Null eingestellt und die Lage der Zeitcodemarke überprüft. Liegt die Marke immer noch auf Halbbild 1, dann liegt kein 180° -Phasenfehler vor. Erscheint jedoch die Marke auf Halbbild 5 der Skala, liegt ein 180° -Phasenfehler vor. Diese Anzeige ergibt sich aufgrund der Tatsache, daß das Meßgerät bei einem Fehler von 180° das Halbbild 5 zum ersten Teilbild einer 8er-Sequenz erklärt hat, aber der mit der Referenz synchronisierte Zeitcode die Meßmarke in der 8V-Skala auf Halbbild 5 setzt.

2.2.5. „SC/H Phase Meter“ nach Grass Valley

Die Firma Grass Valley Group bietet mit dem Modell 3259 ein F/H-Phasenmeßgerät an, das sich insbesondere durch seine digitale Anzeige von den beiden besprochenen Geräten unterscheidet. Die Wirkungsweise des F/H-Meßgerätes wird anhand des Blockschaltbildes (**Bild 10**) erläutert. Das anliegende Videosignal wird hochpaßgefiltert und der Burst dazu benutzt, den folgenden Farbträgeroszillator in der Phase zu synchronisieren. Die Ausgangsphase des Oszillators entspricht der Durchschnittsphase des

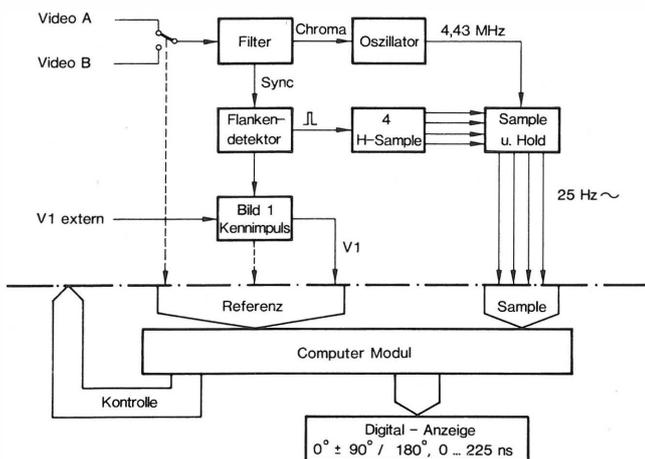


Bild 10
„SC/H Phase Meter“ nach Grass Valley

Burst. Zusätzlich wird eine feste Phasendifferenz eingefügt, um die regenerierte E'_u -Komponente zu erhalten, aus der ursprünglich die verschiedenen Komponenten des PAL-Burst entstanden sind.

Vom abgetrennten Synchronsignal muß sehr sorgfältig der 50%-Amplitudenpunkt detektiert werden. Dem nachfolgenden Sampeln des Farbträgers liegt die gleiche, im vorhergehenden Abschnitt ausführlich erläuterte Betrachtung zugrunde. Das Sampeln des Farbträgers erfolgt gleichzeitig in vier aufeinanderfolgenden Zeilen. Die Abtastung des regenerierten Farbträgers ergibt somit vier 25-Hz-Sinusverläufe entsprechend dem 25-Hz-Versatz zwischen Farbträger und Synchronsignal. Die vier 25-Hz-Sinusspannungen sind notwendig, um einen eindeutigen Phasenzusammenhang zwischen dem V1-Impuls und der Farbträgerschwingung zu erhalten. Aus dem Synchronsignal muß dazu ein „Bild 1“-Kennimpuls abgeleitet werden, oder dieser steht wahlweise extern zur Verfügung, um im Vergleich mit dem gesampelten 25-Hz-Sinusverlauf die F/H-Phase zu ermitteln. Von hier ab werden alle weiteren Prozeduren in digitaler Form auf einem Computer-Modul durchgeführt, das auch die digitale Anzeige steuert. Diverse Testroutinen, Kontroll- und Steuerbefehle führen in den analogen Teil der Schaltung zurück.

Die absolute F/H-Phase wird durch Mittelwertbildung von 128 Abtastwerten errechnet. Dieser Prozeß macht die Messung unempfindlich gegenüber Rauschen. Weicht ein Abtastwert um mehr als 96° vom Mittelwert ab, wird die Anzeige sofort korrigiert.

Die Software des Computer-Moduls macht es auch möglich, Spitzenwertschwankungen der F/H-Phase auszuwerten. So werden 32 Abtastzyklen detektiert, um den maximalen Wert der Schwankung zu ermitteln und ihn in Nanosekunden anzuzeigen. Die Meßmethode begrenzt den Anzeigebereich für Spitzenwertschwankungen auf 225 ns entsprechend einer Farbträgerperiode. Drei Betriebsarten sind wählbar, wobei die Messung an zwei Eingangssignalen vorgenommen werden kann:

a) Auswertung der absoluten F/H-Phase ohne Bezug mit einem Anzeigebereich von $\pm 90^\circ$.

b) Messung der F/H-Phase bezogen auf ein zweites Videosignal als Referenz. Die Referenz-F/H-Phase wird zu 0° definiert. Der Anzeigebereich beträgt $\pm 180^\circ$.

c) Messung der F/H-Phase bezogen auf einen externen „Bild 1“-Impuls mit einem Anzeigebereich von $\pm 180^\circ$.

Bemerkenswert ist der besondere Hinweis in der Betriebsanleitung, daß die angegebene Meßgenauigkeit sich auf eine Flankensteilheit des Synchronsignals von 250 ns bezieht. Kürzere Steigzeiten führen zu Fehlern von maximal 10° (6,25 ns). Selbstverständlich läßt sich die Eichung bei Verwendung anderer Flankensteilheiten korrigieren.

2.2.6. Weitere Verfahren

Die Beschreibung der auf dem Markt bekannten Geräte hat gezeigt, daß das Detektieren der F/H-Phase grundsätzlich übereinstimmt. Nur in der Art der Anzeige sind deutliche Unterschiede zu verzeichnen. So sind in jüngster Zeit von zwei bekannten Herstellern weitere F/H-Phasenmeßgeräte angekündigt worden. Die Firmen Acron Video und Tektronix wollen demnächst Meßgeräte auf den Markt bringen, die das Vektorskop als Anzeigeschirm für die F/H-Phase mitbenutzen. Man kann sich vorstellen, daß der Einsatz solcher Geräte im Bereich der magnetischen Bildaufzeichnung, wo das Ausgangssignal des Meßgerätes das Vektorskop der Monitorbrücke speist, auf vielfaches Interesse stoßen wird.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß das oszilloskopische Meßverfahren generell auch in anderen Zeilen der PAL-8er-Sequenz durchführbar ist. Dort wo die F/H-Phase einen günstigen Wert annähernd um 0° oder 180° erreicht, kann die gleiche Methode mit der Burstausschöpfung angewandt werden. Methoden mit anderen Phasenzuständen, beispielsweise die Eichung der F/H-Phase bei 270° (oder 90°), lassen sich in der Praxis weniger genau durchführen.

Die Kontrolle der F/H-Phase am Ausgang eines PAL-Fernsehtaktgebers zwischen dem Synchronsignal und dem kontinuierlichen Farbträger ist möglich, wenn man beispielsweise mit einem vorverlegten 8V-Kennimpuls zum Triggern des Oszilloskops die V-Vorderflanke des 1. Halbbildes darstellen kann. Unbedingte Voraussetzung ist die Verwendung gleich langer Meßkabel, um Meßfehler durch Laufzeitunterschiede zu vermeiden. Da in den Codern der Testbildgeber ein Einsteller für die Allgemeinphase des Farbträgers vorhanden ist, ist die Einhaltung der F/H-Phase zwischen den Einzelsignalen am Taktgeberausgang keine Gewähr dafür, daß die Sollphase im codierten Videosignal der Norm entspricht. Diese Einschränkung darf nicht für das Referenz-Blackburst-Signal gelten, ebenso soll jede Änderung der Farbträgerphase am Taktgeber gleichzeitig im codierten Referenzsignal wirksam werden.

3. Überprüfung der F/H-Phasenstabilität

Im eingangs zitierten EBU-Statement D25/1979 wurden die Anforderungen an die Stabilität der F/H-Phase eines Taktgebers erläutert: Jitter und Drift sollen kleiner als $\pm 1,5$ ns oder kleiner als $\pm 2,5^\circ$ sein. Zuerst muß klargestellt werden, daß diese Stabilität

nichts mit der Zeitstabilität des Videosignals an sich zu tun hat, sondern hier interessieren Schwankungen zwischen dem Synchronsignal und dem Farbträger. Für die Betrachtung des phasenstabilen MAZ-Schnitts ist die Stabilität der einmal eingestellten F/H-Normphase wichtig. Leicht einzusehen ist natürlich, daß die Drift auch über Zeiträume von 24 Stunden vernachlässigbar klein sein muß, da eine im Verlauf einer Aufzeichnung sich ändernde F/H-Phase zwischen Bandanfang und -ende zu Nachbearbeitungsproblemen führen kann.

Sprechen wir vom F/H-Phasenjitter, so ist es zwar verständlich, daß diese Stabilitätsansprüche nötig sind, doch schockiert in der Regel die Toleranzforderung und erscheint unvorstellbar eng. Wovon sie herrührt, wurde eingangs besprochen (Sichtbarkeitsgrenze von Bildsprüngen), sie zu messen ist weniger leicht. Die PAL-8er-Sequenz ist wieder die Ursache dafür, daß die F/H-Stabilität im Detail ja nur in einer Zeile von 8 aufeinanderfolgenden Halbbildern überprüft werden kann. Näherungsweise gibt schon die Messung der F/H-Phase mit dem Oszilloskop eine Aussage über den F/H-Jitter, jedoch ist die Auflösung und die damit erzielbare Genauigkeit ungenügend.

Das IRT hat, bevor die heute bekannten F/H-Meßgeräte verfügbar waren, in einem Versuchsaufbau die Stabilität von Taktgebern nach folgender Methode bestimmt: Aus dem Nulldurchgang des Farbträgers wird ein hochstabiler Impuls mit einer Breite von etwa 10 ns abgeleitet. Die Phase des Farbträgers kann mit einer programmierbaren Präzisionslaufzeitkette in Schritten von 0,9 ns (etwa $1,5^\circ$) variiert und im Bereich von $\pm 0,6$ ns feinabgeglichen werden. Nach Addition des Impulses zum Synchronsignal kann innerhalb einer Folge von 8 Halbbildern ein einzelner, beliebiger H-Impuls zur Darstellung der F/H-Phasenschwankungen dienen, indem die vertikale Bewegung des überlagerten Farbträgerimpulses auf seiner Flanke gemessen wird. Die Eichung ist mit Hilfe der Laufzeitkette durchführbar. Mit dieser Methode ist Jitter in der Größenordnung von 0,5 ns nachweisbar.

Wesentlich einfacher geht es heute mit einigen der beschriebenen Meßgeräte. Ein eleganter Indikator für die F/H-Phasenstabilität sind die eingetasteten Marken des Pearce-Meßgerätes. Durch das Abtasten des Farbträgers in jeder vierten Zeile erhält man bekanntlich den 25-Hz-Sinusverlauf, dessen 40-ms-Periodendauer von der Periodendauer von 225 ns einer ganzen Farbträgerschwingung abgeleitet ist. Das bedeutet einen Schrittabstand von $2,3^\circ$ ($4 \times 0,576^\circ$ vom 25-Hz-Versatz) der Farbträgerperiode pro Sample oder 1,4 ns. Sowohl am Oszilloskop als auch auf dem Monitorschirm ist es möglich, die Schwankungen der F/H-Phase in Bezug auf die Größe der angezeigten Marke zu beurteilen.

Der Mikrocomputer des Grass-Valley-Meßgerätes kann aus 32 abgespeicherten F/H-Phasenwerten die maximale Schwankung errechnen und zeigt diese in Nanosekunden an. Diese Betriebsart wird „Time Base Error“ genannt, was hier sicherlich etwas irreführend ist. Selbstverständlich kann man problemlos mit allen Meßgeräten die Drift der F/H-Phase messen. Nur die spezielle Anzeige des Pearce-Gerätes – Mar-

ken auf dem Monitorschirm – macht es notwendig, sich selbst einmal eine geeichte Skala herzustellen. Es ist jedoch nicht zulässig, die Breite der Marken linear auf die Breite des Bildschirms umzurechnen.

4. Beeinflussung der F/H-Phase bei der Signalverteilung

Die Forderung nach einer stabilen, normgerechten und eng tolerierten F/H-Phase wird durch den Einsatz moderner Taktgeber von der Quelle her heute ohne weiteres erfüllt. Damit ist die Problematik beim MAZ-Schnitt jedoch keineswegs aus der Welt geschafft.

Es gibt die Empfehlung, das Halbbild 1 einer PAL-8er-Sequenz durch einen Weißimpuls in der Zeile 7 zu identifizieren. Damit sollte es möglich sein, ohne aufwendige Hilfsmittel die 8V-Verkopplung zu bewerkstelligen, beispielsweise den Zeitcodegenerator zu synchronisieren oder eine 8V-Information auf der Kontrollspur der MAZ-Maschine aufzuzeichnen. In Wirklichkeit jedoch ist die Annahme, daß das Vorhandensein dieses Weißimpulses die normgerechte F/H-Phase beinhaltet, trügerisch und irreführend.

4.1. Rückwirkungen auf die Farbträgerphase

Im allgemeinen wird der Farbträger über Verteilverstärker einer Vielzahl von Geräten zugeführt, wie PAL-Codern, Prozessoren und Timebase-Korrektoren usw. Um Rückwirkungen jeglicher Art zu vermeiden, müssen die Ausgänge eines Verteilverstärkers eine genügend hohe Rückflußdämpfung (> 30 dB) besitzen und die Übersprechdämpfung zwischen den Ausgängen sollte genügend hoch, z. B. besser als 34 dB sein. Sowohl im Kurzschlußfall als auch mit beliebigem Abschlußwiderstand oder bei Leerlauf eines Ausgangs muß ein Verteilverstärker funktionsfähig bleiben und die Phase des Farbträgers sollte sich um nicht mehr als 1° drehen. Der Farbträger sollte am PAL-Coder abgeschlossen sein und nicht durchgeschleift werden. Ein fehlender Abschluß kann beispielsweise bei einem Coder eine Veränderung der F/H-Phase um rund 30° bewirken.

4.2. Laufzeit- und Phasen Anpassung

An einer Mischerebene müssen die Laufzeiten so eingestellt werden, daß die Synchronimpulse aller Videosignale an den Mischereingängen untereinander gleich sind. Entsprechend gilt für die Farbträgerphase, die mit den φ -Einstellern der Coder auf untereinander identische Burstphase am Mischer justiert werden.

In Studios mit 8er-Sequenz-konformer Signalerzeugung und -verteilung (Bild 11) müssen alle Videosignale zusätzlich entsprechend der absoluten F/H-Phasenvorschrift untereinander angeglichen werden. Am einfachsten läßt sich dies mit einem F/H-Phasenmeßgerät am Ausgang des Mixers überprüfen. Das sieht bis hierher unproblematisch aus, da mit Hilfe des Phasenmeßgerätes eine absolute Einstellung der Feinphase möglich wird, die im PAL-Coder durchzuführen ist. Im Normalfall steht die MAZ-Maschine jedoch nicht direkt am Mischeraustrag, sondern das Videosignal muß noch viele Meter Koaxkabel durchlaufen. Am Ende dieser Leitung wird ein passiver bzw. aktiver Kabelentzerrer zur Laufzeit- und Pha-

im Studio die F/H-Phasenbedingungen einhalten zu wollen, über das Ziel hinausschießen kann.

Nur dort wo es absolut wichtig ist, also am Eingang der MAZ-Maschine und am Mischer, muß die F/H-Phase eingehalten werden, zumindest aber sollte die vorhandene Feinphase sich nicht kurzfristig verändern. Man kann sich also ohne weiteres vorstellen, daß geeignete Schnittsysteme, MAZ-Maschinen mit 8V-Detektor einschließlich Colour-framing und F/H-Phasenmeßgeräte einen Ausweg aus der heutigen Problematik darstellen.

SCHRIFTTUM

- [1] Trißl, K.-H.; Heller, A.: Die PAL-8er-Sequenz und ihre Auswirkungen beim MAZ-Schnitt. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 101 bis 111.
- [2] Janker, P.: Die Lösung der PAL-8er-Sequenz-Problematik beim MOSAIC-System. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 112 bis 120.
- [3] EBU: Timing relationship between the subcarrier reference and the line synchronising pulses for PAL recordings. Statement D23/1979. Hrsg. v. d. UER, Brüssel.
- [4] van Dael, J. W.: Disturbances occurring at edits on PAL 625-line video tapes. EBU Rev. Tech. No. 172 (Dezember 1978), S. 265 bis 272.
- [5] EBU: Synchronising pulse generators for 625-line/50-fields PAL signals. Statement D25/1979. Hrsg. v. d. UER, Brüssel.
- [6] Heller, A.; Trißl, K.-H.: Ein neues Verfahren zur Festlegung der PAL-8er-Sequenz. Vortrag, gehalten auf der 7. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Dortmund, 17. bis 21. September 1979.
- [7] Pearce: User manual for Time Code Sync Monitor, Type 821, § 5.3. P. Pearce Broadcast Electronics Ltd., Ilkley, West Yorkshire, U. K.
- [8] Rothmayer, M.: Konzepte und Lösungsvorschläge für moderne Impuls- und Synchronisiersysteme im Fernsehproduktionsbetrieb. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 134 bis 141.

KONZEPTE UND LÖSUNGSVORSCHLÄGE FÜR MODERNE IMPULS- UND SYNCHRONISIERSYSTEME IM FERNSEHPRODUKTIONSBETRIEB

VON MICHAEL ROTHMAYER¹

Manuskript eingegangen am 2. April 1984

Fernsehstudioteknik

Zusammenfassung

Der Artikel soll dem Planer einen Leitfaden für moderne Impulsverteils- und Synchronisiersysteme bieten. Es werden die gängigsten Systeme, die in Gebrauch sind, beschrieben und die Möglichkeiten aufgezeigt, wie sich modernere Methoden in bestehende Systeme einführen lassen. Besonders eingegangen wird auf automatische und selbstabgleichende Phasenregel- und Synchronisiersysteme, die durch moderne Taktgeber erst möglich gemacht wurden und wegen der Anforderungen der hochentwickelten Schnittsysteme, die nach der 8-Halbbild-Sequenz arbeiten, notwendig werden. Beschrieben werden neben praxisnahen Impulsverteilsystemen auch Alternativen zur herkömmlichen Genlock-Methode, die alle an Hand von Beispielen erläutert sind. Die Anwendungsgebiete und die Einsatzmöglichkeiten sind durch Zusammenstellungen von Bedingungen so definiert, daß Neuplanungen oder Anlagenerneuerungen an die spezifischen Anforderungen des Betriebes und der Produktionstechnik angepaßt werden können.

Summary Concepts and proposed solutions for modern pulse and synchronising systems in television production

It is the purpose of this article to offer guidance to the planner of up-to-date pulse-distribution and synchronising systems. The author describes the most popular systems that are in use and indicates the possibilities of introducing more modern methods into existing systems. Automatic and self-regulating phase-adjusting and synchronising systems are discussed in greater detail; these have been made possible only by modern pulse-generators and are necessary because of the requirements of the highly developed editing systems operating with the 8-field sequence. In addition to practice-related pulse-distribution systems, the paper also suggests replacements for the conventional genlock method, and those are explained by means of examples. Their fields of application and the possible utilisations are defined, by listing conditions, in such a fashion that new plans of the renewal of installations can be adapted to the specific requirements of the service of the production equipment.

Sommaire Principes des systèmes modernes de distribution d'impulsions et de signaux de synchronisation en production de télévision; solutions envisageables

Le présent article se veut un guide pour la conception de systèmes modernes de distribution d'impulsions et de signaux de synchronisation. L'auteur décrit les systèmes les plus employés actuellement et il indique les possibilités d'adaptation de méthodes plus modernes aux systèmes existants. On évoque plus particulièrement les systèmes automatiques de réglage de phase et de synchronisation qui doivent d'exister aux générateurs modernes d'impulsions et qui sont nécessaires pour répondre aux impératifs des systèmes de montage très élaborés fonctionnant avec la séquence de huit trames. Outre les systèmes de distribution d'impulsions courants, l'article décrit également des substituts à la méthode d'asservissement (Genlock) habituelle, le tout illustré par des exemples. On définit les champs d'application et les possibilités d'utilisation en déterminant les exigences de telle manière que de nouveaux projets ou qu'un renouvellement des installations puissent être adaptés aux besoins propres de l'organisme ou de l'équipement de production.

1. Allgemeine Grundlagen

Im Fernsehproduktionsbetrieb versorgen Impuls- oder Taktgebersysteme alle eingesetzten Videogeräte mit Impulsen zur gegenseitigen Synchronisierung. Videosignale aller Bildquellen wie Kameras, MAZ-Anlagen, Filmabtaster und andere Quellen müssen am Eingang zum Beispiel eines Studiomischers in Farbträgerfrequenz, Farbträgerphase und Halbbildlage übereinstimmen, um ein Umschalten und Mischen zu ermöglichen, so daß am Mischerausgang ein ungestörtes Fernsehbild zur Verfügung steht. Außerdem sind bei der Nachbearbeitung die F/H-Phasenbedingungen zu berücksichtigen, damit in kritischen Fällen horizontale Bildsprünge vermieden werden [1, 2, 3].

Es soll hier jedoch nicht näher auf diese Grundlagen eingegangen werden, sondern mehr der betriebstechnische Aspekt, der sich dem Planer einer komplexen Videoanlage bietet, behandelt werden.

Neben der Impulserzeugung selbst muß sich der Planer auch mit den verschiedenen Möglichkeiten der

Synchronisierung und mit der immer zu gewährleistenden Lieferung eines PAL-richtigen Signals an jeder Stelle des Produktionskomplexes eingehend auseinandersetzen. Dies insbesondere deshalb, weil durch mehrfachen Durchlauf eines Signals durch zentrale oder dezentrale Kreuzschienen verschiedene lange Wege bis zum Verbraucher und damit auch ungleiche Verzögerungen der zu mischenden Signale auftreten.

Zur Lösung dieser Probleme stehen feste Laufzeitketten, manuell regelbare Systeme und automatische Phasenabgleichsysteme zur Verfügung. Für alle diese Lösungsmöglichkeiten gelten einige grundsätzliche Anforderungen:

- Der Ausfall eines Gerätes im Signal- oder Impulspfad darf nicht den Ausfall des gesamten Systems herbeiführen; Havariebetrieb muß bei Ausfall eines Systems möglich sein.
- Serienschaltungen von Quellen und signalverarbeitenden Anlagen (Mischer, Schnitteinrichtungen usw.) sollen möglich sein.
- Die Stabilität des Systems muß gewährleistet sein und es dürfen im Betrieb nur minimale Einstellarbeiten anfallen.

¹ Ing. Michael Rothmayer ist Leiter der Firma TELEPLAN, Technisches Büro für Nachrichtentechnik und Elektronik, Spillern/Osterreich.

- Mit der Durchschaltung eines Videosignals sollen Synchronisation und richtige Phasenlage am Verbraucher gewährleistet sein.
- Regelvorgänge müssen rasch abgeschlossen sein und dynamische Nachregelvorgänge dürfen den Sendeablauf nicht stören.
- Je mehr automatisiert das System ist, desto mehr Havarie-Ebenen müssen für den Fehlerfall vorgesehen sein.
- Anbindung an zugespielte Videosignale muß möglich sein.
- Das gewählte System und die verwendeten Anlagen müssen preiswert, zukunftssicher sowie bedienungsfreundlich sein; die Kabelverbindungen müssen einfach sein.

In einem Produktionszentrum muß daher, um den vorher erwähnten Forderungen gerecht zu werden, eine Taktgeberzentrale ein Referenzsignal abgeben, das alle Geräte und Bereiche bzw. deren Taktgeber synchronisieren kann. Es soll hier auf den Aufbau einer solchen Taktgeberzentrale kurz eingegangen werden.

2. Synchronisiersysteme mit Muttertaktgeber

Für die Muttertakterzeugung sollten zwei voneinander unabhängig arbeitende Impulsgeber vorgesehen sein, wobei jeder davon alle für die Studiogeräte notwendigen Einzelimpulse nach den entsprechenden Pflichtenheftswerten erzeugen und abgeben muß, um die Kompatibilität der Signale, die in der Anlage erzeugt und verarbeitet werden, auch nach außen zu gewährleisten.

Die modernen Geräte verlangen eine hohe Genauigkeit bezüglich Kurz- und Langzeitstabilität, die im Taktgeber mit hochstabilen temperaturkontrollierten oder spannungstabilisierten Bausteinen erreicht wird. Trotz der Tatsache, daß immer weniger Signale benötigt werden und integrierte Schaltungen die geräteinterne Impulsversorgung vornehmen, sind viele Geräte immer noch auf Einzelimpulse angewiesen. Folgende Signale können benötigt werden: Vertikalimpuls V, Horizontalimpuls H, Synchronsignal S, Austastsignal A, Burstkennsignal K, PAL-Kennimpuls P, Farbträger F und 8V-Kennimpuls.

Um Taktgeber systemfähig einsetzen zu können, müssen sie mit Videosignalen oder Einzelimpulsen fremdsynchronisierbar sein. Dieser „Genlock“-Betrieb soll ein in der Phase zum Muttersignal voreilendes, übereinstimmendes oder nacheilendes Taktgebersignal ermöglichen. Damit können Laufzeiten im Studio ausgeglichen werden, die sich typisch in Bereichen von 3 Mikrosekunden pro Studiokette bewegen. Der Einstellbereich soll daher, um mehrere Studioketten kompensieren zu können, ein Voreilen von mindestens 12 Mikrosekunden und eine Verzögerung von 3 Mikrosekunden erlauben.

Die erzeugten Einzelimpulse bzw. Signale werden einer Prüf- oder Vergleichseinrichtung zugeführt, die sie prüft und bei Signalausfall automatisch die Umschaltung auf eine Ersatzanlage vornimmt. Während der eine Taktgeber die Produktionsanlagen mit Synchronisiersignalen versorgt, arbeitet der andere im Stand-by-Betrieb. Die Umschalteinrichtung kann

auch zur manuellen Umschaltung zwischen den beiden Taktgebern verwendet werden und soll gleichzeitig alle Störungen lokalisieren und anzeigen. Der automatisch oder manuell initiierte Übergang von einem Taktgeber zum anderen soll dabei stoßfrei erfolgen, was eine phasengleiche Signalabgabe beider Impulsgeber erfordert. Dabei muß jedoch darauf geachtet werden, daß der Farbträger des jeweils inaktiven Impulsgebers an geeigneter Stelle abzuschalten ist oder nur ein Farbträger zu erzeugen ist, um Interferenzstörungen zwischen den Farbträgern zu vermeiden. Trotzdem muß auch der Stand-by-Generator durch eigene Langzeitstabilität oder durch Anbinden an den aktiven Taktgeber die Pflichtenheftswerte garantieren.

Um nun die Impulse oder Signale zu verteilen und einen Gleichlauf aller angeschlossenen Quellen und Verbraucher zu erhalten, wird ein Impulsverteilsystem notwendig. Impulsverteilsysteme unterscheiden sich in der Art der verteilten Impulse, in den Möglichkeiten für eine Synchronisation der angeschlossenen Geräte und in den im Signalpfad verwendeten Technologien. Für ein modernes System sind jedoch die Betriebssicherheit und die Einhaltung der Forderungen nach einer korrekten und stabilen F/H-Phase, abgeleitet aus der 8-Halbbild-Sequenz, über den gesamten Signalweg maßgebend.

3. Statische und teilstatische Systeme

Folgende Impulsverteilsysteme sind derzeit in Verwendung:

3.1. Einzelimpulsverteilsysteme

Die Methode, durch Einsatz eines zentralen Taktgebers mit Einzelimpulsverteilsystemen die verschiedenen Geräte zu versorgen, ist durch den großen Aufwand an Laufzeitausgleich, die Anzahl von Verteilverstärkern und die hohe Wahrscheinlichkeit von Fehleradditionen kaum mehr gebräuchlich. Dazu kommen noch die hohe Jitteranfälligkeit und die Tatsache, daß bei Ausfall eines Verteilverstärkers oder des Taktgebers ganze Gerätegruppen entweder asynchron oder funktionsunfähig sind. Für die Einhaltung der PAL-8er-Sequenz über den gesamten Signalweg bei größeren Anlagen kann bei diesem System nicht garantiert werden. Das System wird jedoch weiterhin dort verwendet, wo Untertaktgeber nicht möglich sind (Studiobereich) und trotzdem Einzelimpulse benötigt werden. In diesen kleinen Bereichen entfällt jedoch jeglicher Laufzeitausgleich, da leicht mit gleichen Kabellängen gearbeitet werden kann.

3.2. Einkabel-Impulsverteilsysteme

Das FASK- oder Unipulssystem, welches das Einzelimpulsverteilsystem bei größeren Anlagen abgelöst hat, basiert auf der Mischung der notwendigen Impulse zu einem einzigen Signal. Dieses Synchronisiersignal stammt ebenfalls aus einem zentralen Taktgeber und wird über Laufzeitketten und Verteilverstärker verteilt. Es entfällt jedoch der differentielle Laufzeitausgleich zwischen den einzelnen Impulswegen. In der Senke wird das Unipulssystem durch relativ einfache und billige Bauteile decodiert

und die resultierenden Impulse werden verwendet. Hohe Anforderungen an die Stabilität der decodierten Signale dürfen jedoch nicht gestellt werden. Abgesehen davon, daß die heutigen Toleranzen nur mehr sehr kurze Verteilwege zulassen, hängt auch hier das System von einem Taktgeber ab, dessen Ausfall die gesamte Anlage gefährdet. Bei Verwendung von längeren Kabelwegen und modernen Schnittsystemen wird von der Verwendung dieses Systems abgeraten. Die in den Studios verlegten Kabel lassen aber einen Umbau auf ein modernes System leicht zu.

3.3. Mehrebenen-Impulsverteilsysteme

Um starren und statischen Systemen auszuweichen, mußten Maßnahmen getroffen werden, welche die flexible Zuschaltung von Quellen zu Verbrauchern leichter erlauben. So wurden mehrere statische Systeme parallel aufgebaut und jedes dieser Systeme dann am Muttertaktgeber auf eine bestimmte Laufzeitebene eingestellt. Damit war es möglich, ein Produktionszentrum entsprechend der jeweils beabsichtigten Funktion in zeitlich verschobene Abschnitte zu unterteilen, Teile davon herauszunehmen und an hausfremde Taktgeber anzubinden sowie Laufzeitebenen hintereinanderschalten. Die Wahl der Laufzeitebene kann in einem solchen System entweder zentral über eine Referenzmatrix erfolgen (Sternsystem), oder die Referenz wird an der Quelle angehängt (Ringsystem). Ein solches System schließt bereits wegen des Aufwands an Verteilverstärkern und Kabelverbindungen ein Einzelimpulsverteilsystem aus, Einkabel-Verteilsysteme sind aber durch diesen Aufbau deutlich flexibler zu gestalten.

4. Dynamische Synchronisiersysteme mit Bereichstaktgeber

Durch die Weiterentwicklung der Digitaltechnik und die Verbilligung von digitalen Bausteinen ist es heute üblich, Geräte der Fernsehproduktionstechnik mit eigenen Taktgebern auszurüsten, die durch ein Referenzsignal fremsynchronisiert werden (Genlock). Ein solcher Taktgeber kann heute durch hochintegrierte Bausteine in einem Chip realisiert werden, was geräteintern auch schon gebräuchlich ist. Als Referenzsignal wird üblicherweise ein sogenanntes Blackburst, ein Schwarzbild mit Farbsynchronsignal verwendet. Dadurch wird die Versorgung mit Einzelimpulsen überflüssig, da die Untertaktgeber die für die Synchronisierungssignalerzeugung notwendigen Werte von der empfangenen Referenz ableiten. Sie sind überdies auf manuellem Weg auf einen Versatz (Offset) von der ankommenden Genlock-Referenz einstellbar, und somit können PAL-gerechte Schnittsteuergeräte in einem solchen System verwendet werden. Ausgehend von einer Stabilität der Bereichstaktgeber von ± 1 Hz ist im Inselbetrieb, also ohne Bezug auf einen hochstabilen Taktgeber ($\pm 0,1$ Hz), die Stabilität für den Fernsehbetrieb im Zusammenspiel mit anderen Taktgebern nicht mehr ausreichend.

Mehrebenen-Impulsverteilsysteme mit Blackburst und geräteinternen Taktgebern haben sich sehr bewährt, machen aber Zuschaltungen der Referenzsi-

gnale und aufwendige Verkabelungen oder Referenzkreuzschienen nicht überflüssig. Darüber hinaus muß bei jeder Änderung der Durchschaltung im Signalpfad der Offset neu eingestellt werden, wobei die Einstellung über Intercom dirigiert werden muß, da meist größere Distanzen zwischen Quelle und Verbraucher bestehen. Um diesen zusätzlichen Schaltungsvorgang zu eliminieren und um die Justierarbeiten auf ein Minimum zu reduzieren, kann auch ein von der Senke geliefertes Videosignal entgegen dem Videopfad eine Quelle fremsynchronisieren. Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Systemen wird hier erstmals nicht „downstream“ synchronisiert, sondern „upstream“. Das heißt, der Muttertaktgeber ist nicht isoliert im zentralen Bereich mit festeingestellten Laufzeitketten den einzelnen Ebenen starr zugeordnet, sondern synchronisiert erst den Verbraucher und regelt dann dynamisch den Taktgeber der Quelle in seiner Laufzeitebene in Relation zum gleichen Muttertakt. Dadurch wird die Quelle mit dem Verbraucher nicht mehr absolut, sondern relativ verkoppelt.

Als Nachteile dieses Systems sind die Notwendigkeit definierter Wege in Durchschaltssystemen, genaue und bei gleichen Laufzeitebenen immer gleiche Kabelabmessungen und -längen sowie die Einhaltung enger Toleranzen in Kauf zu nehmen, um an der Quelle die richtige Farbphasenkopplung zu erreichen. Um auf den genauen Kabellängenausgleich verzichten zu können, wird daher, seit Taktgeber nicht mehr unerschwingliche Einzelstücke sind, auf Bereichstaktgeber (die zwischen dem Verteilsystem und den geräteinternen Taktgebern liegen) zurückgegriffen, die in ihrer Phasenlage über mehrere Mikrosekunden verschiebbar sind und Kabellängenunterschiede ausgleichen können. Bei verschiedenartigen Zuschaltungen von Quellen ist jedoch immer noch ein manueller Abgleich notwendig. Entbehrlich werden diese Abgleicharbeiten bei automatischen dynamischen Systemen, auf die hier näher eingegangen werden soll.

Zuerst sollen die Anforderungen an ein automatisches Phasenregelsystem zusammengestellt werden:

- a) Nur ein Verbraucher darf eine Quelle steuern.
- b) Der minimale Regelbereich für jeden Regelkreis muß entsprechend den gewünschten und den möglichen Laufzeitschemakonfigurationen ausgelegt sein. Dabei liegt der Kalkulation eine Mischerlaufzeit von etwa $2,5 \mu\text{s}$ zugrunde, pro Meter Kabel rund 5 ns ($7,99^\circ$) und für ein Durchschaltssystem mittlerer Größe etwa 100 ns (159°). Bei 3 Studios in Serie entspricht das $8 \mu\text{s}$. Zusätzlich muß auf die differentielle Phase und die H-Lage geachtet werden, für die jeder Pfad einzeln geregelt werden muß.
- c) Der Meßbereich des Komparators am Verbrauchereingang, der das Eingangssignal mit dem Referenzsignal vergleicht, soll nicht beschränkt sein. Er soll Abweichungen von mehr als $\pm 2^\circ$ als Nichtkoinzidenz erkennen und den Regelvorgang einleiten.
- d) Der Komparator muß Asynchronität erkennen, anzeigen und den Regelvorgang unterbrechen, bis Synchronität wiederhergestellt ist.
- e) Anforderungen an die Regeldauer auf Grund betrieblicher Erfahrungswerte:

Nach abgeschlossenem Einlaufvorgang, also im Betrieb, soll die Nachregeldauer (Driftausgleich) ohne Übertragungswegzeit 1 ms nicht überschreiten.

Nach einer Unterbrechung der eingeregelter Verbindung soll die Regeldauer nach Wiederherstellung der Verbindung 1 s nicht überschreiten.

Bei betriebsmäßigen Schaltungen innerhalb vor-eingeregelter Laufzeitkonfigurationen soll die Regeldauer 3 s nicht überschreiten.

Die Regeldauer bei Neukonfiguration von Laufzeitebenen, Sonderschaltungen, Synchronisation von Geräten, die nicht am Haustakt hängen und beim Einschalten des Gesamtsystems kann bis zu 30 s betragen.

Solange diese Werte eingehalten werden, kann ein Komparator auch mehrere Videoeingänge überprüfen und regeln.

f) Regelverhalten

Es müssen mindestens 6 Laufzeitebenen frei wählbar in Serie schaltbar sein, wobei der Abgleichvorgang dynamisch gleichzeitig durchgeführt wird. Die gesamte Regeldauer für alle Kreise soll das 1,5fache der vorgeschriebenen Regeldauer bei einem Regelkreis nicht überschreiten.

Aufzeichnende MAZ-Maschinen, die sich im Regelkreis befinden, sollen mit den Servoeinrichtungen den Regelvorgang ausgleichen können.

Auf Sendung dürfen bei Serienschaltungen weder erkennbare Einschwingvorgänge noch Jitter oder Bildstörungen auftreten.

g) Havariemöglichkeiten

Bei Ausfall des Übertragungsmediums für das Korrektursignal (Durchschaltssystem, Fernwirkebene, direkte Verkabelung usw.) muß der Regelkreis auch ohne Gebrauch von Speicherschaltungen über 24 Stunden innerhalb der Toleranzen $\pm 1,5$ ns und $2,5^\circ$ stabil bleiben.

Manuelle Regelung muß an der Bildquelle möglich sein und Meßmöglichkeiten sollen an allen Eingängen der Verbraucherseite vorgesehen sein.

Bei Ausfall der automatischen Regeleinrichtung muß der Untertaktgeber auf einen eingestellten Versatz vom ankommenden Referenzsignal (Normallaufzeitebene) zurückfallen.

Bei Ausfall des Referenzsignals soll die Regeleinrichtung auch die Synchronisation für 3 Stunden übernehmen können.

h) Meßmöglichkeiten

Die Meßgeräte an den Quellen und Verbrauchern, die zur betriebsmäßigen Messung des Synchronisierungs- und Impulssystems dienen, sollten in der Studioausrüstung berücksichtigt werden; zumindest ein Anzeigergerät für die F/H-Phase bzw. die PAL-8er-Sequenz-Übereinstimmung sollte eingeplant werden.

Es müssen jedoch folgende Parameter meßbar sein:

- absolute F/H-Phase,
- differentielle F/H-Phase zwischen zwei Videosignalen,
- differentielle F/H-Phase eines Videosignals bezogen auf ein Referenzsignal.

Die auf dem Markt erhältlichen automatischen Phasenregel- und Synchronisiersysteme unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die Regelphilosophie, die Abgleichzeiten und den Regelbereich sowie durch die Art des Regelsignalaufbaus. Dabei gehen die Hersteller von verschiedenen Grundvoraussetzungen für den Einsatz ihrer Systeme aus, indem sie entweder annehmen, daß Synchronität schon gegeben ist und nur mehr ein Feinabgleich notwendig ist, oder daß auch Synchronität hergestellt werden muß. Im folgenden werden solche Systeme behandelt.

5. Automatische Systeme

5.1. Feinabgleichende Systeme

Ein einfaches automatisches Phasenregelsystem, das am Mischereingang ein bereits synchrones Videosignal mittels automatischer Verzögerungsglieder feinabgleicht (z. B. $\pm 24^\circ$), zeigt **Bild 1**. Der Nachteil dieses Systems ist, daß es nur dort eingesetzt werden kann, wo bereits ein grober Phasenabgleich und Synchronität hergestellt sind. Es regelt H und F nicht unabhängig voneinander und korrigiert somit deren Lage zueinander nicht. Demgegenüber hat es den Vorteil, daß der Feinabgleich für Kabellängenunterschiede und für temperaturabhängige Drift entfällt.

5.2. Selbstabgleichende Systeme

In Systemen, die auch den Grobabgleich selbsttätig durchführen, werden Blackburstsignale des Muttertaktgebers zu den Bereichstaktgebern verteilt, um

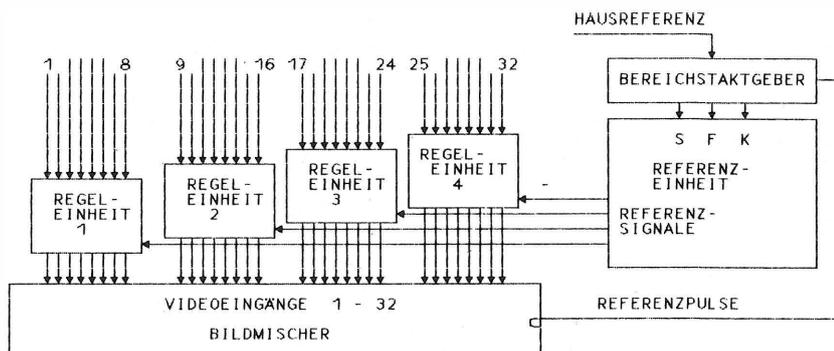


Bild 1

Beispiel für ein einfaches feinabgleichendes Phasenregelsystem

diese zu verkoppeln. Beim Verbraucher, bei dem zugeschaltete Quellensignale zeit- und phasengleich ankommen sollen, erzeugt ein Komparator, der seinerseits die ankommenden Videosignale mit der Referenz des Verbrauchers vergleicht, je ein Korrektursignal pro Eingang. Zusätzlich zu einer Durchschalt-systemebene für das Videosignal wird eine gegenläufige Ebene für das Korrektursignal verwendet, die dieses vom Verbraucherkomparator zur Quelle zurückführt. Dort sorgt ein Phasenregler dafür, daß das vom betreffenden Taktgeber abgegebene Referenzsignal laufzeit- und phasenangepaßt wird. Der über Videosignal und Korrektursignal geschlossene Regelkreis gleicht die Quelle dem Verbraucher an und hält diesen Zustand durch permanente Überwachung aufrecht.

Bei einfachen Anwendungen läßt sich der Komparatoraufwand dadurch verringern, daß die zu regelnden Videoeingänge sequentiell abgefragt werden und die Komparatorausgangssignale nacheinander die Quelle regeln. Dies ist deshalb möglich, weil in einfachen Anlagen nach dem Erstabgleich nur noch geringer Nachabgleich notwendig ist und weil kaum Drift, temperaturabhängige Veränderungen oder Laufzeitänderungen nach Durchschaltungen auftreten. Die Einlaufzeiten dieser Konfiguration können jedoch bereits die eingangs geforderten Maximalwerte überschreiten.

Bei komplexeren Systemen (z. B. mehrere Studios) sollte auf das vorgenannte Verfahren zurückgegriffen werden. Für jede Laufzeitebene gelten die gleichen Voraussetzungen wie für einen einzelnen Regelkreis, wobei die letzte Ebene nur Verbraucher, die erste nur Quellen und die dazwischenliegenden Ebenen Quellen und Verbraucher sind. So können mehrere übergeordnete Regelkreise aufgebaut werden, um z. B. die Produktionskapazität zu vergrößern oder um Programmketten miteinander zu verkoppeln. Durch fast gleichzeitige Abwicklung der Regelvorgänge lassen sich die eingangs genannten Einlaufzeiten einhalten.

Dieser Methode ist bei komplexen Anwendungen sicher der Vorzug gegenüber Bildspeichersynchronisierung (Frame-Synchronizer, FS) zu geben, die bei Durchgang eines Signals zwar wenig Qualitätseinbußen, aber pro FS bis zu 20 ms Tonversatz erzeugen kann, welcher nur durch einen Tonzwischenspeicher ausgeglichen werden kann. Für die Einbindung asynchroner Signale jedoch sind FS unerläßlich und im automatischen System wie jede andere Quelle zu behandeln.

Alle erhältlichen Systeme verwenden zur Korrektur Signale, die aus der Phasendifferenz der verglichenen Horizontalimpulse und der Farbträger von eingehendem Videosignal und Referenzblackburst gebildet werden. Je nach System werden die gebildeten Korrektursignale codiert und entweder über Koaxkabel oder über Zweidrahtleitung weitergegeben. Bei Anlagen, deren Korrektursignale codiert werden, ist es durch die verwendeten geringen Bandbreiten möglich, normale Telefonverbindungen für die Übertragung zu benutzen.

Bei der Systemwahl sind einige Kriterien zu beachten, die von den Betriebserfordernissen und den verwendeten Geräten abhängig sind:

a) Nicht alle Anwender benötigen unbeschränkte Flexibilität bei der Zuschaltung von Produktionseinheiten, sondern bevorzugen gruppenweises Anpassen an betriebliche Veränderungen. Dies verringert die Anzahl der zu verwendenden Taktgeber im System, erfordert aber in der Gruppe einen Laufzeitabgleich mittels passiver oder aktiver Laufzeitketten, also ein starres System.

b) Manche Maschinen und Geräte lassen sich nicht ohne Modifikation integrieren. Zum Beispiel sind MAZ-Maschinen vom Typ AVR-2 nur nach Modifikation in einem automatischen Phasenregelsystem zu verwenden, da sie im E-E-Betrieb nur Synchronimpulse und keine Burstinformation abgeben. Der Phasenkomparator erkennt nun dieses ankommende Signal als falsch und versucht die Maschine nachzuregeln. Beim Umschalten auf das Off-tape-Signal muß daher der Phasenregler auf das für ihn neue Signal nachregeln, nachdem er vorher in eine unbestimmte Lage geregelt hatte. Das kann zu Einlaufzeiten bis zu 60 Sekunden führen. Diese Anomalität kann durch eine Schaltungsänderung, nach welcher der Burst auch im E-E-Betrieb abgegeben wird, behoben werden. Bei 1"-MAZ-Maschinen, egal ob B- oder C-Format, tritt dieser Fehler nicht auf.

Auch bestimmte Kameras sind durch das in ihnen verwendete Genlock-Prinzip unregelbar. Zum Anbinden an geänderte Referenzsignale werden beim Ausgangssignal Zeilen unterdrückt; der nachfolgende Phasenkomparator versteht dieses Signal mit weniger als 625 Zeilen nicht und sendet Korrektursignale an den zuständigen Bereichstaktgeber. Als Folge davon versucht die Kamera erneut dem resultierenden Referenzsignal zu folgen. Dieser fehlerhafte Regelvorgang wird nicht abgebrochen. Ausgangssignale solcher Kameras müssen daher unter Umgehung des Phasenkomparators direkt auf den Mischer geschaltet werden. Es empfiehlt sich, am Mischerausgang einen Stabilisierverstärker zu verwenden, damit der ständige Driftausgleich einer auf Sendung befindlichen Kamera den nachfolgenden Komparator nicht mit inkorrekten Signalen versorgt und die dann einsetzende Regelung die gesamte Studiogruppe erfaßt. Bei neuen Gerätekonzeptionen wurden diese Voraussetzungen bereits von den Entwicklern berücksichtigt.

c) Unter Berücksichtigung der Größe der zu regelnden Anlagen ist die Verwendbarkeit des Time-Sharing von Komparatoreingängen, also das sequentielle Abfragen der einzelnen Eingänge durch einen Komparator zu untersuchen.

d) Es ist bereits im Planungsstadium auf die Einbindung der Korrektursignale in ein eventuell gleichzeitig zu planendes Fernwirksystem Rücksicht zu nehmen. Die Vorschläge der UER für Fernwirksysteme lassen die Übertragung solcher Informationen in digitaler Form zu.

e) Die Auslegung des Durchschalt-systems muß auf die richtige Verwendung und die beste Ausnutzung eines automatischen Phasenregelsystems abgestimmt sein. Darin eingebunden muß auch die Referenzsignalverteilung sein, die im folgenden kurz behandelt wird.

5.3. Referenzsignalverteilung mit automatischem Phasenregelsystem

In modernen Anlagen werden derzeit zwei Varianten für die Referenzsignalverteilung bevorzugt, die natürlich auch ohne automatische und dynamische Phasenregelsysteme Verwendung finden können und daher als zukunftsicher bezeichnet werden können:

5.3.1. Referenzsignal antiparallel zum Signalpfad

Über eine weitere Videoebene des zentralen Kreuzschienensystems wird entgegen dem Videosignalpfad ein Referenzsignal (zumeist ein FBAS-Signal) über den gleichen Weg vom Verbraucher zur Quelle durchgeschaltet (**Bild 2**). Die Abweichung des so erhaltenen Signals an der Quelle entspricht der doppelten Videosignallaufzeit. Die Nachjustierungen eines Offsets am Quellentaktgeber beschränken sich auf die Farbträgerphase; die H-Lage ist nur minimal anzugleichen. Es ist jederzeit Synchronität gewährleistet, und das System ist durch die Anzahl der Taktgeber, die als Muttertaktgeber verwendet werden können, hoch redundant. Außerdem können Teile des Produktionszentrums leicht in Genlock mit Fremdquellen verkoppelt werden. Die Kreuzschienenlogik ist dahingehend auszulegen, daß nur ein Verbraucher ein Referenzsignal an die Quelle schickt, da es möglich ist, das Quellensignal auf mehrere Verbraucher durchzuschalten. Es muß aber auch eine Einlaufzeit des Quellentaktgebers, der ohne Verbraucher frei läuft, in Kauf genommen werden, die in der ersten Sekunde (je nach Lage) bis zu einem V-Sprung führen kann.

Ein dynamisches selbstregelndes Phasenregelsystem nimmt in solch einem System dem Personal die Justierung von Drift und die Einregelung von neu konfigurierten Zusammenschaltungen von Produktionseinheiten ab. Ebenso wie bei dem im folgenden behandelten Referenzring wird in einem Phasenkomparator am Verbraucher ein Korrektursignal aus der Differenz zwischen Quellensignal und Verbraucher-taktgeberreferenz gebildet und über eine Tonebene des Durchschaltensystems oder über die Fernwirkebene in codierter Form an die Phasenkorrektur-einrichtung des Quellentaktgebers geschickt. Dort werden Farbträgerphase und H-Lage so lange nachgeregelt, bis am Verbraucher die gewünschte Bildlage erreicht ist. Dieser Regelkreis bleibt bis zum Wegschalten der Quelle geschlossen.

5.3.2. Referenzsignalring

Im Gegensatz zum ersten System sind hier die Bereichstaktgeber immer zum Haustakt in Genlock synchronisiert, dadurch sind alle Bereiche auch ohne Zuschaltung nie mehr als die doppelte Studiolaufzeit voneinander entfernt. Für die gleiche Flexibilität wie bei antiparallel durchgeschaltetem Referenzsignal muß dieser Ring verdoppelt oder verdreifacht werden, damit Teile der Anlage im Bedarfsfall an andere Taktgeber angebunden werden können. Der zweite Referenzring könnte eine zweite Laufzeitebenenkonfiguration erhalten, um das Hintereinanderschalten von Studios zu erleichtern oder zu beschleunigen. Neben der Einsparung der antiparallelen Wege für das Referenzsignal und der Erleichterung für

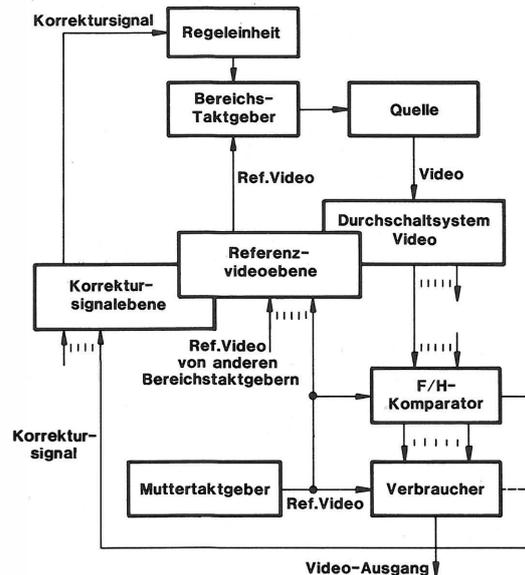


Bild 2
Automatisches Phasenregelsystem mit Referenzsignal antiparallel zum Signalpfad

die Kreuzschienenlogik ergibt sich eine Reduktion der möglichen Laufzeitunterschiede zwischen Quelle und Verbraucher auf die im äußersten Fall möglichen Sonderschaltungen (**Bild 3**). Je nach Wahl der Taktgeber kann auch ein Farbträgersignal statt des üblichen FBAS-Signals verteilt werden.

Es soll darauf hingewiesen werden, daß der Begriff „Ring“ nicht bildlich genommen werden darf, da sonst ein Kabelbruch den gesamten Betrieb stören könnte. Es gibt jedoch viele Varianten, ein solches System redundant aufzubauen. Dabei bietet sich die Verwendung von automatischen Umschalteneinrichtungen oder die Durchschleifung des Referenzsignals an, wobei darauf geachtet werden muß, daß die Entfernung eines angeschlossenen Gerätes den durchgeschleiften Ring nicht unterbrechen darf.

5.4. Korrektursignal antiparallel zum Signalpfad

Ein dynamisches selbstabgleichendes Synchronisiersystem, wie es von verschiedenen Firmen angeboten wird, benötigt für die Steuerung der Korrektur-einrichtungen an den Quellentaktgebern ein Korrektursignal, das aus der Differenz zwischen Quellenvideo und Verbraucherreferenz am Verbrauchereingang gebildet wird. Dieses Korrektursignal, das für jedes Eingangssignal separat von einem Komparator erzeugt wird, muß (gegen die Signalrichtung dem Videosignalweg folgend) zur Korrektur-einrichtung durchgeschaltet werden (**Bild 4**). Da dieses Signal Informationen entweder absolut oder relativ für das H-, V- und F-Signal übermitteln soll, muß es in geeigneter Form codiert sein. Zur Einsparung von Kabel wird immer eine serielle Übertragungsform gewählt, die von 8-bit-seriell bis FSK-codiert jedes Format haben kann, solange es keine größere Bandbreite als 2,7 kHz hat. Dies deshalb, um auch außerhalb des Studiozentrums über NF-Datenleitungen oder Telefonverbindungen Synchronisation sowie richtige H- und F-Lage durch Übertragen des Korrektursignals zu erreichen.

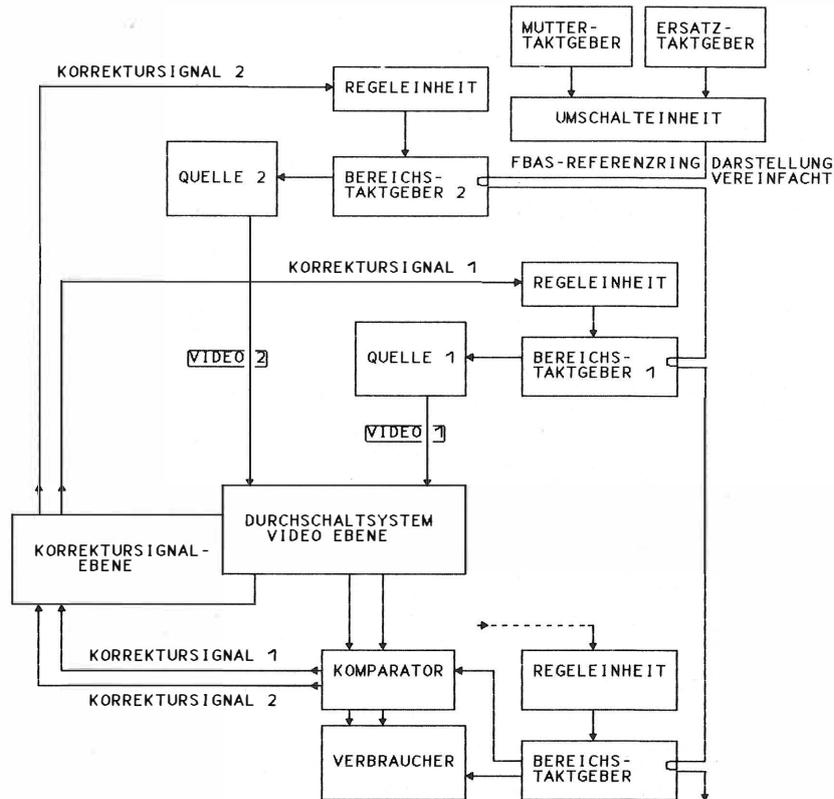


Bild 3

Referenzsignalring unter Verwendung von Bereichstaktgebern

Infolge der auf den Tonfrequenzbereich beschränkten Bandbreite des Korrektursignals kann zur Übertragung im Produktionszentrum eine Tonebene oder eine Relaisebene herangezogen werden. Auch hier ist darauf zu achten, daß das Videosignal einer Quelle von mehreren Verbrauchern angewählt werden kann (z. B. abspielende MAZ an Studio 1 Mischer und gleichzeitig an aufzeichnende MAZ und Studio 2 Monitoring-Matrix), aber das Korrektursignal nur von einem Verbraucher zu einer Quelle geschaltet werden darf. Die Genauigkeit der Nachsynchronisierung hängt von der feinsten Abstufung des Stellglieds ab. Mit dynamischen selbstabgleichenden Synchronisiersystemen modernster Ausführung sind H-Phaseninkremente von 3,5 ns pro Schritt und Inkremente der Farbträgerphase von 0,5° pro Korrekturschritt möglich.

Einige Anwendungsbeispiele seien nachfolgend skizziert:

a) Regieplätze Produktion und Abwicklung

Regieplätze sind üblicherweise mit Mixern ausgerüstet, die mit lokalen, aber auch mit durchschalt- oder durchsteckbaren zentralen Quellen belegt sind. Die Mischfunktion erfordert gleiche H- und F-Lage jedes ankommenden Signals, daher müssen variable Eingänge über den Komparator, lokale Quellen sowie der Komparator selbst am Bereichstaktgeber eingebunden sein. Für die Verkabelung innerhalb des Taktgeberbereichs gelten die Regeln eines Einkabel- oder Mehrkabel-Verteilsystems. Für jeden Videoausgang vom Durchschaltssystem zum Mischer ist ein

Korrektursignaleingang vorzusehen. Für MAZ-Schnittsysteme gelten die gleichen Voraussetzungen.

b) MAZ-Verbraucher

MAZ-Verbraucher werden, da sie keine Mischfunktion haben, nicht mit Komparatoren ausgerüstet; sie arbeiten in Genlock auf das ankommende Signal. Wenn die MAZ-Maschine als Quelle eingesetzt ist, muß der Abgleichvorgang vom Verbraucherkomparator an die Regeleinheit des MAZ-Taktgebers einsetzen. Für den Videoeingang des Durchschaltsystems benötigt man daher einen Korrektursignalausgang. Bei lokalen MAZ-Maschinen, die nicht in das Durchschaltssystem eingebunden sind, entfallen diese Einrichtungen. Es ist besonders wichtig, auf die richtige 8-Halbbild-Sequenz und auf richtige F/H-Phase zu achten, da bei Trickaufnahmen (Animation) moderne Schnittsysteme äußerst empfindlich auf Fehler reagieren.

c) Andere Quellen (Filmabtaster, Bildspeicher, Fremdquelleneingänge, Regieplätze usw.)

Alle Quellengeräte, die über Filterkreuzschienen, Steckfelder oder Durchschaltssysteme an Verbraucher mit Mischfunktion angebunden werden können, sollten mit eigenen Taktgebern ausgerüstet sein, um in der H- und in der F-Lage an den Verbraucher angepaßt werden zu können. Ohne dynamisches selbstregelndes Synchronisiersystem muß das manuell durchgeführt werden. Wenn jedoch ein solches vorhanden ist, übernimmt die Phasenkorrekturereinrichtung das Korrektursignal des Videokomparators, das in Gegenrichtung zum abgehenden Videosignal über die

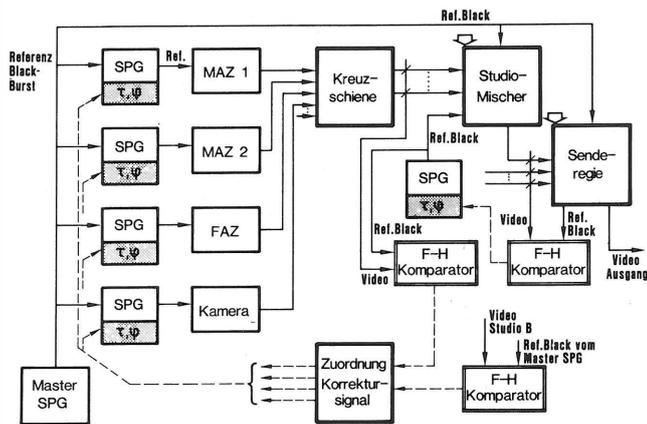


Bild 4

Dynamisches selbstabgleichendes Synchronisiersystem mit Korrektursignalpfad

Matrix anliegt. Das gilt auch sinngemäß für Regieplätze und Überspielräume, die als Quellen für andere Mischer eingesetzt sind. Bei Fremdquellen, die am Eingangssteckfeld des Studiokomplexes anstehen und ins System eingespeist werden, steht in Gegenrichtung das Korrektursignal an, das über Telefon- oder NF-Datenleitungen der Korrekturanrichtung der Fremdquelle zugänglich gemacht werden kann.

6. Schlußbemerkungen

Ein automatischer Laufzeitausgleich, der zusätzlich die gewünschte Standard-F/H-Phase berücksichtigt, hilft die heute bekannten Schwierigkeiten weitgehend zu beseitigen. Die Industrie bietet dynamische und automatisch selbstabgleichende Synchronisiersysteme an, die bei komplexen Signalverteilwegen Abhilfe schaffen. Der Zusatzaufwand besteht aus

zwei Komponenten, dem F/H-Komparator und dem Gerät zum automatischen Phasenausgleich. Der F/H-Komparator detektiert die Phasendifferenz zwischen dem Quellensignal und der Referenz. Das davon abgeleitete Korrektursignal wird über ein Zuordnungssystem zum Untertaktgeber der Quelle zurückgeführt. Das zugehörige Phasenregelsystem sorgt für Koinzidenz zwischen dem Referenzsignal und dem betreffenden Videosignal.

Je nach Komplexität des Produktionsbetriebes werden unterschiedliche Lösungsvarianten angeboten, um den Signalzusammenbruch im Havariefall und Schnittprobleme bei der Nachbearbeitung zu vermeiden. So stellen die Einbindung regionaler Programme in nationale Sendernetze und die Verkopplung verschiedener Übertragungswagen mit einem Produktionszentrum interessante Beispiele dar, bei denen sich der Aufwand eines selbstregelnden Synchronisiersystems lohnt. Die Übertragung der Korrektursignale zurück zur Quelle in Form von niederfrequenten sequentiellen Datensignalen und die Inkrementierung des F/H-Phasenausgleichs entsprechen modernen Anforderungen an ein Synchronisiersystem.

Der Autor dankt folgenden Firmen für zur Verfügung gestellte Unterlagen: Ampex, Grass Valley, Pye-TVT, Seltech, Sony und Thomson-CSF.

SCHRIFTTUM

- [1] Trißl, K.-H.; Heller, A.: Die PAL-8er-Sequenz und ihre Auswirkungen beim MAZ-Schnitt. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 101 bis 111.
- [2] Jancker, P.: Die Lösung der PAL-8er-Sequenz-Problematik beim MOSAIC-System. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 112 bis 120.
- [3] Welz, G.: Verfahren zur Messung der F/H-Phase und Überprüfung der F/H-Phasenstabilität. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 121 bis 133.

UKW-MEHRWEGEAUSBREITUNG — STÖRUNGEN DES EMPFANGS IM FAHRENDEN
KRAFTFAHRZEUG UND MÖGLICHKEITEN DER EMPFANGSVERBESSERUNG¹VON THEODOR BOSSERT²

Manuskript eingegangen am 24. April 1984

UKW-Rundfunk

Zusammenfassung

Die Effekte der Mehrwegeausbreitung werden im Hinblick auf ihre Störwirkung beim Kraftfahrzeugempfang untersucht. Von besonderem Interesse sind Empfangsbedingungen mit frequenzselektiver Auslöschung. Es wird dargestellt, wie es dadurch bei typischen Empfängern zu Störungen kommt und wie diese Störungen unterdrückt werden können.

Summary Impairments to VHF/FM reception in motor vehicles caused by multipath propagation and possibilities for improving receivers

The article examines the effects of multipath propagation on reception in motor vehicles and, more specifically, the effects of selective fading. It is shown how signal impairment occur in conventional receivers and explains how they can be reduced.

Sommaire Perturbations dans la réception de la radio à modulation de fréquence à bord de véhicules du fait de la propagation par trajets multiples et possibilités d'améliorer les récepteurs

L'article examine les effets de la propagation par trajets multiples sur la réception à bord de véhicules et plus particulièrement ceux des évanouissements sélectifs. On montre comment se produisent les perturbations dans les récepteurs classiques et par quels moyens on peut les réduire.

1. Einleitung

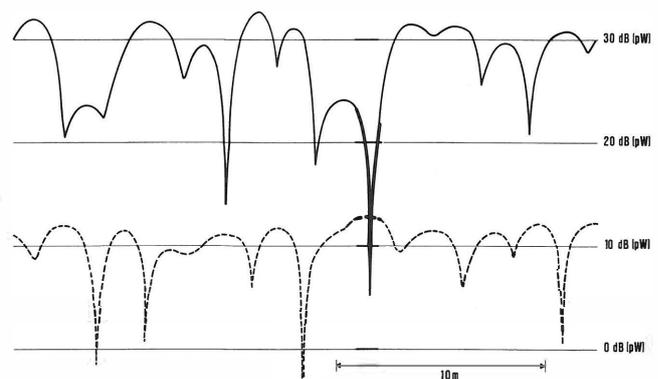
In flachem Gelände, insbesondere bei freiem Sendereinfall, ist auch relativ bodennah ein weitgehend homogenes Wellenfeld vorhanden. Beim Empfang in einem fahrenden Kraftfahrzeug kommt es deshalb an der Antenne nur zu geringen Pegelschwankungen. Ist jedoch die Ausbreitung der Wellen durch Hindernisse gestört, wie z. B. in einer Ortschaft durch die Bebauung, so ist das Wellenfeld in Bodennähe stark inhomogen. Während der Fahrt treten hier deshalb starke Schwankungen des Antennenpegels auf.

Die Pegelschwankungen selbst verursachen beim FM-Empfang keine Störungen, da sie durch Begrenzung eliminiert werden. Auch die mit den Pegelschwankungen immer verbundenen HF-Phasenschwankungen stören nicht, da die auftretenden Dopplerfrequenzen sehr tief sind. Zu hörbaren Störungen kommt es jedoch dann, wenn der für den ungestörten Empfang erforderliche Mindestpegel unterschritten wird. Dies ist um so häufiger der Fall, je kleiner der Pegelmedianwert, je geringer gewissermaßen die Versorgungsreserve ist.

So kann man beispielsweise in einer für den Stereo-Heimempfang mit 60 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) in 10 m Höhe gut versorgten Ortschaft an einer Kfz-Antenne noch mit Pegelmedianwerten von etwa 30 dB (pW) rechnen. Da gute Kfz-Empfänger eine äquivalente Eingangsräuschleistung von unter -20 dB (pW) besitzen, würden hier nur außerordentlich tiefe Pegel einbrüche

schon wahrnehmbar werden, insbesondere deshalb, weil ein nur kurzzeitiges, schwaches Aufrauschen von den Fahrzeuggeräuschen verdeckt wird.

Pegel einbrüche auf Werte um 50 dB unter dem Medianwert haben nur einen Streckenanteil von etwa 7 ppm. In einer für den Heimempfang gut versorgten Ortschaft würde man also erwarten, typisch höchstens alle 10 km Fahrstrecke auf eine kurze kräftige Störung zu stoßen. In der Realität kommt es jedoch in vielen Ortschaften, vor allem in größeren Städten, wesentlich häufiger zu Störungen. Bemerkenswert ist dabei, daß die Störungen keinesfalls nur bei oben genannten Mindestpegelunterschreitungen auftreten, sondern daß es bereits bei Pegel einbrüchen um 20 bis 30 dB unter dem Medianwert zu erheblichen Störungen kommen kann, wobei allerdings nicht jeder Einbruch dieser Tiefe zu einer Störung führt. Die überwiegende Anzahl dieser kurzen, rauschähnlichen Störungen beruht auf Effekten der Mehrwegeausbreitung.

**Bild 1****Verfügbare Antennenleistung während der Fahrt**

— Pegelverlauf der direkten Welle allein
- - - Pegelverlauf des Umwegesignals ohne direkte Welle

¹ Dieser Aufsatz erscheint zugleich in Engl./Franz. in der EBU Rev. Tech./Rev. de l'UER Tech. Nr. 205 (Juni 1984).

This article is published simultaneously in English in the EBU Rev. Tech. No. 205 (June 1984).

Cet article est publié simultanément en français dans la Rev. de l'UER Tech. N° 205 (juin 1984).

² Dipl.-Phys. Theodor Bossert ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Rundfunkversorgung/Bereich Ausbreitungsmessung im Institut für Rundfunktechnik, München.

2. Frequenzselektive Auslöschung

In **Bild 1** ist eine typische Empfangssituation wiedergegeben. Zur Veranschaulichung wurden zwei in der Realität nicht getrennt voneinander erfassbare Signale dargestellt. Die durchgezogene Kurve stellt den Pegelverlauf dar, welchen die Wellen des direkten Ausbreitungsweges allein erzeugen würden. Zu der die Pegelschwankungen verursachenden Feldinhomogenität kommt es durch die Überlagerung vieler Wellen mit nur sehr kurzen Umwegen aufgrund der Streuung an den Hindernissen in der unmittelbaren Umgebung des Empfangsortes. Die unterbrochene Kurve stellt den Pegelverlauf dar, welchen die Wellen eines langen Umweges allein erzeugen würden. Zur Inhomogenität dieses Feldes kommt es ebenfalls durch die Streuung der Wellen an denselben lokalen Hindernissen, darüber hinaus aber gegebenenfalls auch durch die den Umweg erzeugende Streuung an entfernten Hindernissen. Obwohl zum überwiegenden Teil ein und dieselben Hindernisse für die Feldverwirrung beider Wellen verantwortlich sind, kommt es dennoch zu keiner deutlichen Korrelation beider Feldstrukturen. Dies liegt zum einen daran, daß die scheinbaren Quellpunkte der Wellen im allgemeinen verschieden sind und daß das vom Umweg erzeugte Feld im allgemeinen bereits ohne lokale Hindernisse inhomogen ist.

Das an der Antenne entnehmbare Signal ist die vektorielle Summe beider Einzelsignale. Da für den Umweg eine etwa 20 dB höhere Ausbreitungsdämpfung angenommen wurde, dominiert das direkte Signal im überwiegenden Anteil der Fahrstrecke. In diesem Fall weicht der Pegel des Antennensignals nur unwesentlich vom Pegel des direkten Signals ab.

Der in **Bild 1** stark gezeichnete Abschnitt ist in **Bild 2** gedehnt wiedergegeben. Der Pegel des Antennensignals hängt in diesem Bereich ganz entscheidend von der Phasenbeziehung beider Einzelsignale ab. Bei Phasengleichheit ergibt sich für den Pegel des Antennensignals der obere gepunktete Verlauf, für exakte Gegenphasigkeit der untere. An den beiden Punkten mit Pegelgleichheit kann der Pegel des Antennensignals um maximal 6 dB über dem der Einzelsignale liegen, es kann aber auch zur völligen

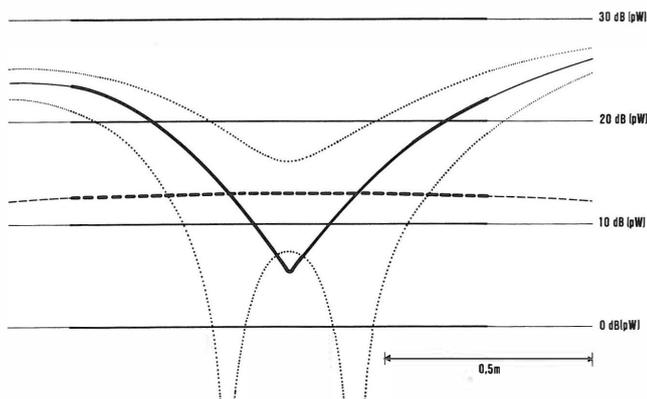


Bild 2

Gedehnter Ausschnitt von **Bild 1**

- Pegelverlauf der direkten Welle allein
- - - Pegelverlauf des Umwegesignals allein
- Grenzen für den Pegel des Summensignals

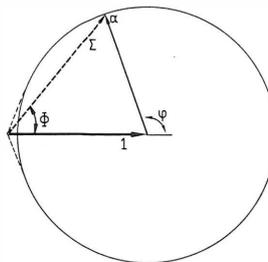


Bild 3

Addition der Antennensignale

- 1 = Amplitude der direkten Welle
- a = Amplitude des Umwegesignals
- φ = Momentane Phasendifferenz zwischen direktem und Umwegesignal
- Σ = Momentane Amplitude des Summensignals
- Φ = Momentane Phasendifferenz zwischen direktem und Summensignal

Auslöschung kommen. Die Wahrscheinlichkeit, daß hier ein störender Einbruch des Antennenpegels entsteht, ist sehr gering, da dazu gleichzeitig exakte Pegelgleichheit und exakte Gegenphasigkeit vorliegen müßten.

In **Bild 3** ist die vektorielle Addition für zwei Signale mit einem Pegelunterschied von 1 dB gezeigt. Das Antennensignal, die Vektorsumme, ist in Amplitude Σ und Phase Φ relativ zum direkten Signal 1 nur dann konstant, wenn auch das Umwegesignal in Amplitude a und Phase φ konstant ist. Die mit dem Umweg verbundene größere Laufzeit des Umwegesignals bewirkt jedoch eine Abhängigkeit der Phase φ von der momentanen Sendefrequenz. Damit kommt es durch den Laufzeitunterschied in Verbindung mit der Frequenzmodulation zu einer unerwünschten Amplitudenmodulation des Antennensignals.

Liegt am Ort der Pegelgleichheit bei der Trägerfrequenz keine exakte Gegenphasigkeit vor, so würde es ohne Modulation zu keiner Auslöschung und damit auch zu keiner Störung kommen. Ist jedoch ein deutlicher Frequenzhub vorhanden, so treten modulationsbedingt alle Phasenwinkel, darunter auch Gegenphasigkeit, auf. Während ein störend tiefer Pegel einbruch relativ unwahrscheinlich ist, da dazu simultan exakte Pegelgleichheit und exakte Gegenphasigkeit vorliegen müßte, tritt frequenzselektive Auslöschung deutlich häufiger auf. Für die frequenzselektive Auslöschung kommt es ja nur auf die exakte Pegelgleichheit beider Signale an, und es gibt dann im allgemeinen eine oder mehrere Frequenzen im Übertragungsbereich, bei denen Gegenphasigkeit vorliegt.

Die in **Bild 2** dargestellten Pegelverläufe sind im allgemeinen ihrerseits frequenzabhängig. An der Feldverwirrung sind in der lokalen Umgebung des Empfangspunktes nur sehr kurze Umwege beteiligt. Damit ändert sich die grobe Feldstruktur nur bei großen Frequenzänderungen merklich. Allerdings variiert die Form tiefer Pegel einbrüche auch schon bei kleinen Frequenzänderungen beachtlich, wie dies in **Bild 4** dargestellt ist. Durch die Frequenzabhängigkeit des Punktes mit exakter Pegelgleichheit kann es bei FM über kurze Streckenabschnitte hinweg fortwährend zur frequenzselektiven Auslöschung kommen. Es ist damit verständlich, daß die frequenz-

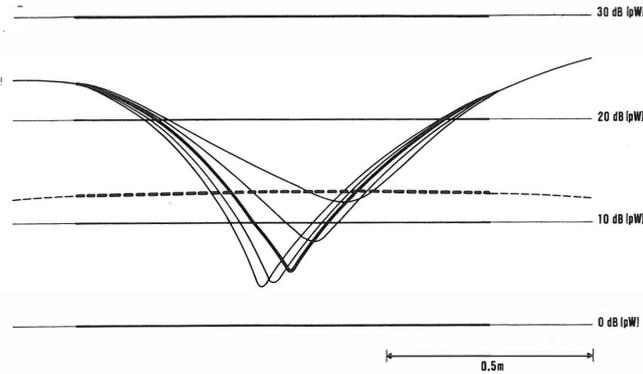


Bild 4

Frequenzabhängigkeit eines tiefen Pegel einbruchs

- Pegelverlauf des Umwegsignals allein
- Pegelverlauf der direkten Welle bei Mittenfrequenz
- Pegelverlauf der direkten Welle bei Frequenzversatz

selektive Auslöschung wesentlich häufiger störend in Erscheinung tritt als etwa tiefe Pegel einbrüche.

Neben der Amplitudenmodulation entsteht für das Summensignal eine unerwünschte Phasenmodulation. Während die Amplitudenmodulation durch den Begrenzer empfängerseitig fast vollständig unterdrückt wird, erzeugt die Phasenmodulation im Frequenzdemodulator eine NF-Störspannung.

Anhand von **Bild 3** kann diese störende Phasenmodulation veranschaulicht werden. Durch den Laufzeitunterschied haben die beiden Einzelsignale 1 und a bei FM i. a. nicht dieselbe Momentanfrequenz. Damit verändert sich der Phasenwinkel φ zwischen beiden Signalen, so daß sich die Spitze des Summenvektors auf dem gezeichneten Kreis bewegt. Die Störspannung im NF-Signal ist um so größer, je höher die Änderungsgeschwindigkeit des Phasenwinkels $\dot{\varphi}$ ist. Dies ist besonders im Bereich der Gegenphasigkeit der Fall, also wenn φ im Bereich ungerader Vielfacher von π ist und die HF-Hüllkurve ein Minimum durchläuft. Bei exakter Amplitudengleichheit verläuft dieser Kreis durch den Bezugspunkt, die Phase φ springt dort um $\pm\pi$ innerhalb beliebig kurzer Zeit, womit nach der Frequenzmodulation theoretisch unendlich hohe Störspitzen entstehen, wie dies in **Bild 5c** angedeutet ist. Durch die bei UKW-Empfängern dem Demodulator nachgeschaltete Deemphase wird über diese Spitzen integriert, und es entstehen Spannungssprünge im NF-Signal, deren Sprunghöhe einem Phasenhub von $\pm\pi$ entspricht (**Bild 5d**).

Bei insgesamt schwachen Antennensignalen kann es, wie in **Bild 6c** gezeigt, dazu kommen, daß das Antennensignal im Bereich der Hüllkurvenminima im Empfängereingangsräuschen untergeht. In diesem Falle werden die Störspitzen im NF-Signal durch Rauschbursts verdeckt.

Gute Kfz-Empfänger haben im Gegensatz zu guten Heimempfängern einen geringfügig über dem Eingangsräuschen liegenden Begrenzungseinsatz. Dies soll verhindern, daß es bei HF-Pegel einbrüchen und bei frequenzselektiver Auslöschung sowieso schwacher Antennensignale zu kräftigem Aufrauschen kommt. Man verliert damit aber bei Pegeln unter der Begrenzungsschwelle die wichtige AM-

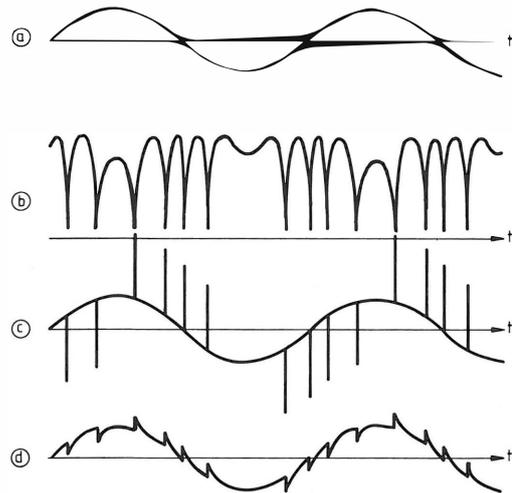


Bild 5

Störung des NF-Signals bei frequenzselektiver Auslöschung und hohen Antennenpegeln

- ⓐ Modulationssignal
- ⓑ HF-Hüllkurve
- ⓒ NF-Signal ohne Deemphase
- ⓓ NF-Signal mit Deemphase

Unterdrückung des Begrenzers, und es treten kräftige AM-Störanteile im NF-Signal auf (**Bild 6d**).

Die mit den Minima der HF-Hüllkurve synchronen Störungen können die Nutzmodulation weit übersteigen, so ist beispielsweise oft keine Sprachverständlichkeit mehr vorhanden. Bei nur kurzzeitiger, frequenzselektiver Auslöschung hört man subjektiv ein sehr hartes, bisweilen fast knallendes Aufrauschen („Patschen“). Neben diesen extremen Störungen im NF-Signal treten die mehrwegebedingten Verzerrungen in den Hintergrund. Diese Verzerrungen lassen sich durch die vergleichsweise geringe

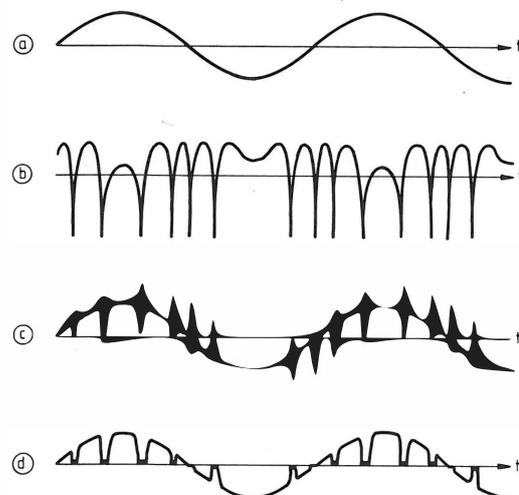


Bild 6

Störung des NF-Signals bei frequenzselektiver Auslöschung und niedrigen Antennenpegeln

- ⓐ Modulationssignal
- ⓑ HF-Hüllkurve
- ⓒ NF-Signal ohne Deemphase bei niedriger Begrenzungsschwelle
- ⓓ NF-Signal ohne Deemphase bei hoher Begrenzungsschwelle

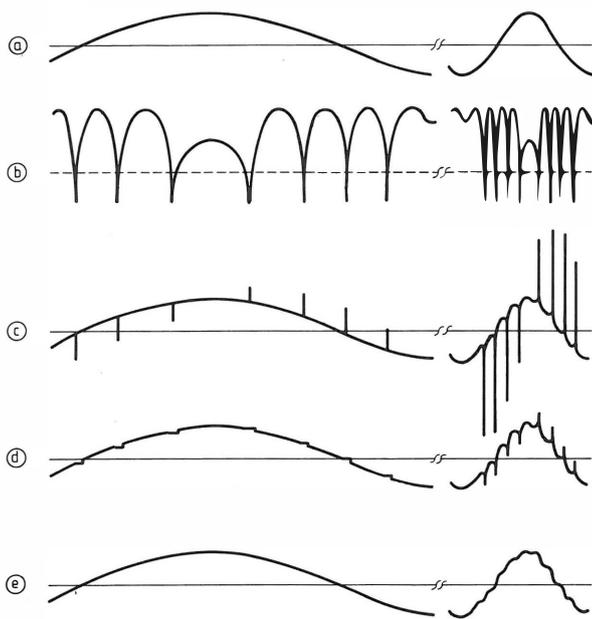


Bild 7

Abhängigkeit der Störungen von der Modulationsfrequenz

- ⓐ Modulationssignal
- ⓑ HF-Hüllkurve
- ⓒ NF-Signal ohne Deemphase
- ⓓ NF-Signal nach Sample & Hold
- ⓔ NF-Signal nach geregelter Tiefpaß

Änderungsgeschwindigkeit des Phasenwinkels φ in **Bild 3** insbesondere im Bereich der Hüllkurvenmaxima veranschaulichen.

3. Regelbare Deemphase

Es liegt nahe, die zu den Minima der HF-Hüllkurve synchronen Störspitzen aus dem NF-Signal auszutasten. Dies könnte z. B. durch eine Sample & Hold-Schaltung zwischen Demodulator und Deemphase realisiert werden. In diesem Falle würde man das NF-Signal jeweils nur für den kurzen Augenblick eines Minimums der HF-Hüllkurve halten. Um vom jeweils vorliegenden Eingangspegel unabhängig zu sein, würde man den Umschaltzeitpunkt auf einen Wert legen, der einen konstanten Abstand zum Kurzzeitmittelwert der HF-Hüllkurve hat. Bei Unterschreitung dieser Schwelle (z. B. unterbrochene Linie in **Bild 7b**) würde dann das NF-Signal gehalten.

Mit einer derartigen Störaustastung kann man die schweren Störungen tatsächlich etwas abschwächen. Allerdings bleibt das subjektive Ergebnis trotzdem völlig unbefriedigend. Wesentlichster Grund für dieses schlechte Ergebnis ist die Tatsache, daß das am Demodulatorausgang anstehende Multiplexsignal häufig erhebliche, nicht im Monoband liegende Signalanteile enthält. Wenn der momentane Spannungswert des MPX-Signals zum Zeitpunkt des Umschaltens in den Haltebetrieb erheblich vom Momentanwert des Monosignals abweicht, verursacht das Halten eine erhebliche, zusätzliche Störung im NF-Ausgangssignal. Der Verzicht auf die Option des Stereoempfangs durch Filterung des MPX-Signals vor der Halteschaltung bewirkt eine zeitliche Verschmierung der Störspitzen, so daß diese nicht mehr gezielt ausgeblendet werden können.

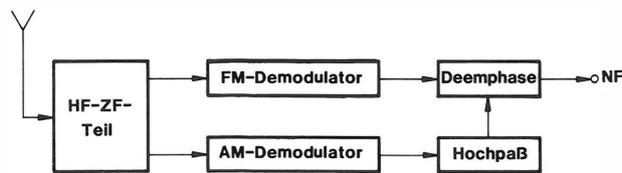


Bild 8

Geregelte Deemphase zur Unterdrückung der Störungen durch frequenzselektive Auslöschung

Aber auch bei reinen Monoausstrahlungen bleibt das subjektive Ergebnis unbefriedigend. Dies findet seine Erklärung in der starken Abhängigkeit der Störungen von der Modulationsfrequenz. **Bild 7c** zeigt, wie die Störungen mit zunehmender Modulationsfrequenz zunehmen. Bei konstantem Hub der Frequenzmodulation sinkt der Phasenhub mit zunehmender Modulationsfrequenz. Demgegenüber ist der mit einem Hüllkurvenminimum verknüpfte Störphasenhub unabhängig von der Modulationsfrequenz. Mit zunehmender Modulationsfrequenz steigt deshalb der Signalanteil der Störungen. Diesem Effekt paßt sich die Austastung nicht an.

Bei niedrigen Modulationsfrequenzen wird das NF-Signal zu lange gehalten, wie dies im linken Teil der Kurve d von **Bild 7** dargestellt ist. Bei tiefen Frequenzen kann es dazu kommen, daß die durch den Haltebetrieb erzeugten Treppensprünge im NF-Signal mehr stören als die auszublendende Störung selbst. Dies könnte nur durch eine sehr niedrig gewählte Umschaltzeitdauer behoben werden. Bei hohen Modulationsfrequenzen müssen demgegenüber auch Störspitzen von weniger tiefen Hüllkurvenminima ausgeblendet werden. Dies führt bei einer nicht ausreichend hohen Umschaltzeitdauer zu nicht vollständigem Ausblenden der vorhandenen Störspitzen.

In **Bild 8** ist ein Verfahren gezeigt, mit dem all diese Schwierigkeiten beim Monoempfang umgangen werden. Dem FM-Demodulator ist eine mit hoher Bandbreite regelbare Deemphase nachgeschaltet. Die Zeitkonstante des Deemphasengliedes wird oberhalb einer relativen Amplitudenschwelle konstant auf dem für UKW festgelegten Wert von $50 \mu\text{s}$ gehalten und steigt unterhalb dieser Schwelle (z. B. mit dem Kehrwert der momentanen HF-Amplitude) an. Ein Hochpaß nach dem Hüllkurvendemodulator sorgt dafür, daß tatsächlich nur AM-Anteile zur Regelung beitragen und fahrtbedingte, d. h. langsame Pegelschwankungen nicht wirksam werden. Diese Schaltungsanordnung umgeht von vornherein die Probleme, die durch nicht im Monoband liegende Signale bedingt sind. Außerdem findet eine automatische Anpassung der Ausblendung statt. Da die Regelung analog verläuft, entspricht jedem momentanen HF-Amplitudenwert eine bestimmte Deemphasezeitkonstante. So werden höhere Frequenzen bereits bei höheren relativen HF-Amplitudenwerten gedämpft als tiefere.

Die typische Wirkung dieser geregelten Deemphase ist in **Bild 7e** dargestellt. Die im rechten Teil der Kurve bei höheren Modulationsfrequenzen verbleibenden Verzerrungen sind im wesentlichen die Folge der Phasenstörmodulation außerhalb der Bereiche unmittelbar um die HF-Hüllkurvenminima.

Subjektiv ist der Erfolg dieser Maßnahme beachtlich, z. B. wird damit im allgemeinen eine gute

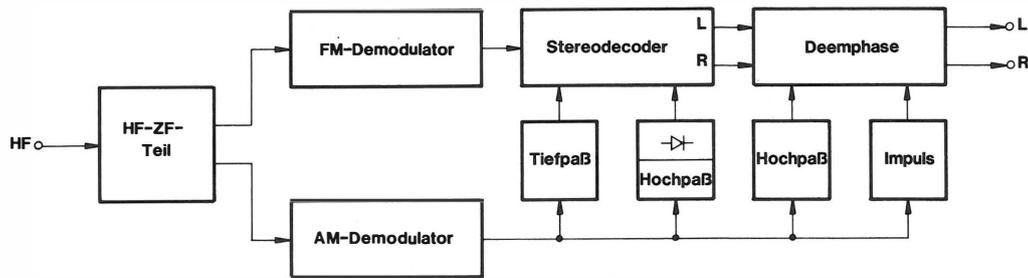


Bild 9

Konzept für einen Kfz-Stereoempfänger mit verbesserter Unterdrückung der Mehrwegestörungen

Sprachverständlichkeit erreicht, wenn auch die verbleibenden Verzerrungen, insbesondere bei großen Laufzeitunterschieden, hoch sein können. Im Fahrbetrieb, wo die frequenzselektive Auslöschung im allgemeinen nur für relativ kurze Zeitintervalle auftritt, reduziert die geregelte Deemphase das harte, oft weit über den momentanen NF-Pegel hinausgehende Aufrauschen auf kaum noch auffallende, weil kurze Verzerrungen.

4. Konzept für Kfz-Stereoempfänger

In Bild 9 ist ein Blockschaltbild für einen hinsichtlich Mehrwegestörungen optimierten Stereoempfänger dargestellt. Durchaus effektive Maßnahmen, wie etwa Antennen- bzw. Frequenzdiversity, wurden hier bewußt wegen ihrer Kostenintensität außer acht gelassen. In üblicher Weise besteht der eigentliche Empfangsteil aus einem HF-ZF-Teil, einem FM-Demodulator mit Begrenzer und einem Stereodecoder mit nachgeschalteter Deemphase für das linke und das rechte NF-Signal.

Auf die in der Mehrzahl der Kfz-Empfänger vorgesehene Störimpulsaustattung vor dem Stereodecoder wurde verzichtet, da diese in der Praxis bei frequenzselektiver Auslöschung Probleme bereitet. Die überwiegende Mehrzahl der Kfz-Empfänger besitzt einen AM-Demodulator, aus dem mit einem Tiefpaß ein HF-Pegelsignal hergeleitet wird. Dieses HF-Pegelsignal steuert die NF-Kanaltrennung mit dem Ziel, bei kleinen HF-Eingangspegeln Monoempfang zu erzwingen.

Es wird nun als erste Maßnahme vorgeschlagen, parallel zu der Basisbreitensteuerung durch den (absoluten) HF-Pegel eine Regelung vorzusehen, welche die Kanaltrennung unabhängig vom HF-Pegelangebot beim Auftreten einer Amplitudenmodulation re-

duziert. Das dazu erforderliche Pegelsignal kann durch einen Hochpaß mit nachgeschaltetem Gleichrichter gewonnen werden. Dabei ist es im Betrieb vorteilhaft, die Basisbreite schnell abzuregeln, um Störungen sofort zu unterdrücken, jedoch nur langsam wieder heraufzufahren, um ein räumliches Pumpen der Wiedergabe zu verhindern.

Als wesentlichste Maßnahme wird vorgeschlagen, die Deemphaseglieder regelbar auszulegen, um die Störungen durch die frequenzselektive Auslöschung zu unterdrücken. Es ist für diese Maßnahme nicht unbedingt ein getrenntes Hochpaßfilter erforderlich, vielmehr kann das zur Basisbreitensteuerung eingesetzte Filter mitverwendet werden. Als brauchbarer Kompromiß hat sich für diesen Fall ein Hochpaß 2. Ordnung mit einer unteren Grenzfrequenz zwischen 50 und 200 Hz erwiesen.

Die Regelkennlinie der Deemphase sollte gleitend sein. Als subjektiv beste Lösung erscheint eine Charakteristik, welche oberhalb einer relativen Amplitude von 0,3 bis 0,5 die Zeitkonstante selbst und darunter das Produkt aus relativer Amplitude und Zeitkonstante der Deemphase konstanthält.

Die Unterdrückung der Impulsstörungen ist ebenfalls mit dem regelbaren Deemphaseglied möglich. Die Austattung kann durch ein kurzzeitiges Auftasten der Zeitkonstanten auf ihren maximalen Wert erzielt werden. Dieses Verfahren stellt allerdings gewisse Anforderungen an den Stereodecoder. So darf es durch die dann ungedämpft in den Stereodecoder gelangenden Störimpulse nicht zu einer Phasenstörung des aufbereiteten Stereopiloten kommen. Diese Forderung läßt sich mit PLL-Decodern erfüllen. Darüber hinaus darf es zu keiner zeitlichen Verschmierung der Impulse kommen, was durch eine ausreichende Breitbandigkeit und Latch-up-Freiheit erreicht werden kann.

Eine weitere wichtige Aufgabe der Arbeitsgruppe R ist die Vorbereitung von Funkverwaltungs-konferenzen der Internationalen Fernmeldeunion (UIT) [1]. Im Herbst dieses Jahres wird der zweite Teil der Planungskonferenz für den UKW-Hörrundfunk (87,5 bis 108 MHz) in Genf stattfinden. Die Vorbereitungen auf diesen Konferenzteil erfolgen zum Teil in Zusammenarbeit mit der CEPT und betreffen vor allem die wiederholte Analyse des jeweils neuesten Standes des Frequenzplanentwurfes. Dabei hat sich unter anderem gezeigt, daß 89 der insgesamt etwa 28 000 UKW-Sender das vereinbarte 100-kHz-Frequenzraster (Kanalabstand) nicht einhalten werden. Ein Großteil dieser Sender steht in Frankreich. Eine Änderung dieser Senderfrequenzen ist nicht ohne weiteres möglich, da sich dann in den meisten Fällen Interferenzprobleme mit anderen Sendern ergeben würden. Um den Bau von Synthesizer-Tunern nicht allzu sehr zu erschweren, will man versuchen, die Senderfrequenzen zumindest so zu verschieben, daß sie in ein 50-kHz-Frequenzraster passen.

Die Technische Zentrale der UER hat dafür gesorgt, daß die UER-Mitgliedsorganisationen während des zweiten Teils der UKW-Planungskonferenz die Möglichkeit haben werden, einen in Genf installierten Rechner zu benutzen. Einzelheiten wurden in einem Rundschreiben mitgeteilt.

Eine weitere Planungskonferenz betrifft den Kurzwellenrundfunk. Der erste Teil dieser Konferenz fand Anfang des Jahres 1984 in Genf statt, der zweite Teil wird nach neuesten Informationen im Januar 1987 beginnen. Aufgabe des ersten Teils dieser Planungskonferenz war es, die technischen Kriterien festzulegen, nach denen die eigentliche Kurzwellenplanung erfolgen soll, und eine Planungsmethode auszuwählen. Diese Aufgabe konnte nach schwierigen und lang andauernden Diskussionen – insbesondere zwischen den Industrie- und den Entwicklungsländern – nur teilweise erfolgreich abgeschlossen werden [2]. Aufgabe des zweiten Teils der Kurzwellenplanungskonferenz wird es sein, einen vom IFRB zu erarbeitenden Frequenzplan (Grundplan) zu beraten und zu genehmigen. Dies wird äußerst schwierig werden, und nicht wenige zweifeln an einem erfolgreichen Abschluß.

Nach wie vor aktuell ist das Thema Hörrundfunksatellit im 1-GHz-Bereich. Ein derartiges Satellitensystem erscheint vielen UER-Mitgliedsorganisationen besonders deshalb attraktiv, weil die Ausstrahlungen derartiger Satelliten auch mit tragbaren Geräten (Portables) und Autoradios empfangen werden könnten. Bei der weltweiten Funkverwaltungs-konferenz über die Nutzung des geostationären Orbits (WARC-ORB 85), die in zwei Teilen in den Jahren 1985 und 1987 stattfinden und die Mitte dieses Jahres durch ein internationales Treffen (CPM) in Genf vorbereitet werden soll, könnten durch die Zuweisung eines entsprechenden Frequenzbereiches dafür die Weichen gestellt werden. Der Vorstand der Technischen Kommission hat in Absprache mit der Hörfunkprogrammkommission beschlossen, dem Verwaltungsrat der UER die Publikation einer Verlautbarung (Statement) zu empfehlen, nach der die UER-Mitgliedsorganisationen mit sämtlichen ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln versuchen sollen, ihre Fernmeldeverwaltungen von der dringenden Notwendigkeit einer Frequenzzuweisung im 1-GHz-Bereich für Hörrundfunksatelliten zu überzeugen.

Im vergangenen Jahr wurde von der Technischen Kommission beschlossen, die Aktivitäten der Meß- und Empfangsstelle (CEM) Jurbise der UER auch auf den 12-GHz-Bereich auszudehnen, der zukünftig von Rundfunksatelliten genutzt werden wird. Dazu muß eine Erdempfangsstation installiert werden, die aus einer Antennenanlage sowie aus Empfangs-, Meß- und Überwa-

chungsgeräten besteht. Eine kleine Expertengruppe hat unter dem Vorsitz von Ch. Dosch (IRT) einen Anforderungskatalog für diese 12-GHz-Empfangsstation erarbeitet. Die notwendigen Investitionskosten werden sich auf knapp 500 000 sfr (das sind etwa 600 000 DM) belaufen.

Die Technische Zentrale der UER gibt in regelmäßigen Abständen Listen heraus, in denen die wichtigsten Merkmale insbesondere der von den UER-Mitgliedsorganisationen benutzten Sender verzeichnet sind. Hier wurde auf die mißliche Situation hingewiesen, daß diese sogenannten UER-Senderlisten die Situation in der Europäischen Rundfunkzone nicht mehr vollständig wiedergeben, da in zunehmendem Maße in Westeuropa auch Nicht-UER-Mitglieder Rundfunksendungen veranstalten und der UER hierüber keine vollständigen Informationen vorliegen. Die UER-Mitgliedsorganisationen wurden aufgefordert, der Technischen Zentrale der UER die Daten möglichst sämtlicher in ihren Ländern betriebenen Sender mitzuteilen.

2.4. Neue Systeme und Dienste (Arbeitsgruppe V)

Der Verwaltungsrat der UER hat in einer Verlautbarung (Statement) vom 15. Juli 1983 das System C-MAC/Paket als einheitlichen europäischen Fernsehstandard für Rundfunksatelliten empfohlen. Dieser UER-Entscheidung waren umfangreiche Arbeiten im Rahmen der Technischen Kommission der UER – insbesondere in der Arbeitsgruppe V – vorausgegangen, die ihren Höhepunkt in der erfolgreichen Demonstration des C-MAC/Paket-Verfahrens vor dem erweiterten Vorstand der Technischen Kommission am 3. Juni 1983 in Genf fanden [1].

Bereits vor dieser Entscheidung war bekannt, daß eine UER-Empfehlung für C-MAC/Paket nicht unumstritten sein würde. Man wußte, daß die Verteilung von C-MAC-Signalen in bestehenden Kabelanlagen mit 7-MHz- bzw. 8-MHz-Kanalraster problematisch sein würde und daß ein C-MAC-Empfänger ein kompliziertes und damit recht teures Gerät werden würde [1]. Aus diesem Grunde meldeten die Industrie und zum Teil auch die Fernmeldeverwaltungen Bedenken gegen das spezifizierte C-MAC-Verfahren als Fernsehübertragungsnorm für Rundfunksatelliten an. Anfang des Jahres 1984 wurde bekannt, daß Vertreter der französischen Postverwaltung und des Ministeriums für das Post- und Fernmeldewesen der Bundesrepublik Deutschland übereingekommen seien, „sich angesichts des für Herbst 1985 vorgesehenen Starts der ersten direkt empfangbaren Satelliten für das terrestrische Farbfernsehsystem PAL/SECAM als Übertragungsverfahren zu entscheiden“.

Vor diesem Hintergrund befanden sich die Technische Kommission der UER und ihre Mitgliedsorganisationen in einer recht unglücklichen Situation. Während die Delegierten von Rundfunkorganisationen aus Großbritannien und den skandinavischen Ländern (Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden) keinen Zweifel daran ließen, daß sie ab 1986 Fernsehprogramme über Rundfunksatelliten nach dem C-MAC/Paket-Verfahren ausstrahlen wollen, erklärte der Vertreter der Deutschen Bundespost, daß die Bundesregierung und die betroffene deutsche Industrie nur einem neuen Fernsehübertragungsstandard für Satelliten zustimmen können, der in gleicher Weise für Individualempfang und für Verteilung über Kabelanlagen geeignet sei und der den Bau preiswerter Empfänger ermögliche. Außerdem solle die neue Norm ohne Einschränkungen auch für Fernmeldesatelliten geeignet sein. Da das C-MAC-Verfahren diese Bedingungen nicht in vollem Umfang erfülle und da ein anderes System bis zum Start des ersten deutschen Rundfunksatelliten Ende 1985 nicht verfügbar sein werde, bleibe nichts anderes übrig, als mit dem herkömmlichen PAL-Verfahren zu beginnen.

Der Sprecher der französischen TDF teilte mit, daß in Frankreich noch keine offizielle Entscheidung darüber gefallen sei, welches Fernsehübertragungsverfahren für den künftigen Satellitenrundfunk verwendet werde. Er deutete an, daß Industriefirmen eigene Vorstellungen über ein modifiziertes MAC-System entwickelt hätten. In Gesprächen am Rande der Tagung war zu erfahren, daß es sich dabei um ein sogenanntes B-MAC/Paket-Verfahren handeln soll, bei dem die digitalen Ton- und Dateninformationen mittels eines Dreistufencodes in der Videoebene mit dem MAC-Signal in Zeitmultiplex verknüpft werden.

Ein derartiges Verfahren stimmt weitgehend überein mit C-MAC/Paket und bietet zusätzlich den Vorteil, daß es so ausgelegt werden könnte, daß eine Übertragung in Kabelanlagen mit 7-MHz- bzw. 8-MHz-Frequenzrastrer ohne größere Probleme möglich wäre und daß einfachere Empfängerkonzepte angewendet werden können. Als Hauptnachteil ist zu nennen, daß die Ton- und Datenkapazität dabei halbiert würde und daher die Übertragung von bis zu acht Tonkanälen, wie es einzelne UER-Mitgliedsorganisationen (Großbritannien, skandinavische Länder) bisher gefordert haben, nicht möglich sein wird. Aus diesem Grunde erscheint es zweifelhaft, ob ein solches von der Industrie favorisiertes B-MAC/Paket-Verfahren von sämtlichen Mitgliedsorganisationen der UER akzeptiert würde. Es ist jedoch nicht zu übersehen, daß die Meinung der empfängerbauenden Industrie bei der endgültigen Entscheidung der einzelnen europäischen Regierungen über die anzuwendende Satellitenübertragungsnorm sicher eine wichtige Rolle spielen wird.

Bislang hält die UER aber an ihrer Entscheidung für C-MAC/Paket fest. Die Schwierigkeiten bei der Übertragung von C-MAC/Paket-Signalen in bestehenden Kabelanlagen will man dadurch überwinden, daß der digitale Ton- und Datenteil des Signals vor der Einspeisung in Kabelnetze so in einen Mehrstufencode (duobinär oder quaternär) umcodiert werden soll, daß eine Übertragung in AM-Restseitenbandmodulation möglich wird. Eine neu ins Leben gerufene Ad-hoc-Gruppe (R5/DQ, DQ = duobinär, quaternär) der Untergruppe R5 (Kabel-Verteilung) hat den Auftrag erhalten, die Spezifikationen für ein duobinäres und ein quaternäres MAC-System auszuarbeiten. Die Duobinärlösung wurde von der Industrie für ihren zuvor genannten Vorschlag aufgegriffen.

Ein weiteres Aufgabengebiet ist die Verschlüsselung (Scrambling, Encryption) von C-MAC/Paket-Signalen. Einige UER-Mitgliedsorganisationen – besonders in England und Frankreich – wollen nämlich über Rundfunksatelliten Pay TV einführen. Dazu ist es notwendig, die Fernsehsignale so zu verändern (zu verwürfeln), daß nur derjenige brauchbare (= entwürfelte) Fernsehbilder erhält, der eine spezielle Zusatzeinrichtung besitzt. Aufgabe einer Ad-hoc-Gruppe (V/CA, CA = conditional access) der Arbeitsgruppe V ist es, einheitliche Verfahren für die Ver- und Entwürfelung von C-MAC/Paket-Signalen sowie ein einheitliches System für den Zugang zum Empfang von Pay-TV-Programmen festzulegen und in die Systemspezifikationen von C-MAC/Paket einzuarbeiten (Dokument SPB 284).

Die Arbeitsgruppe V befaßt sich aber nicht nur mit der Festlegung von Normen für den zukünftigen Satellitenrundfunk. Von den zahlreichen anderen Aktivitäten seien hier besonders die Bemühungen auf dem Gebiet des hochauflösenden Fernsehens (engl. HDTV = High Definition Television) genannt. Darunter sind Fernsehsysteme zu verstehen, die mit einer deutlich höheren Zeilenzahl als heute üblich (525 bzw. 625 Zeilen) arbeiten. Die USA und Japan wollen bereits in den nächsten Jahren mit derartigen neuen Programmdiensten beginnen, die über Rundfunksatelliten ausgestrahlt werden

sollen. Aus diesem Grunde ist es dringend geboten, baldmöglichst einheitliche Verfahren festzulegen. Dies gilt insbesondere für einen Studioproduktionsstandard, wobei die Abwärtskompatibilität mit den bestehenden Normen ein besonders wichtiger Aspekt ist. Ergebnisse der UER-Aktivitäten, die in der Spezialistengruppe V1/HDTV (Vorsitz ab 1.1.1985: W. Habermann, IRT) erfolgen, sollen in die Arbeit einer Interim-Arbeitsgruppe (IWP) des CCIR einfließen, die sich die Festlegung eines weltweiten HDTV-Standards zum Ziel gesetzt hat.

2.5. Ausbildung (Arbeitsgruppe F)

Die Arbeitsgruppe F behandelt Probleme der Ausbildung von technischem Personal bei Rundfunkanstalten einschließlich Fort- und Weiterbildung [1]. Die Arbeitsgruppe hat das „Broadcasting training directory“ der UER (Verzeichnis der Ausbildungsstätten des Rundfunks), das aus dem Jahre 1979 stammt, völlig überarbeitet. Es soll im Mai 1984 als Dokument SPB 288 erscheinen. Die Arbeitsgruppe plant, Anfang Oktober 1984 einen „Workshop“ zum Thema „Material für den Unterricht“ zu veranstalten. Das Programm für diesen „Workshop“ soll bei der Tagung des Lenkungsausschusses der Arbeitsgruppe F am 10. und 11. Mai 1984 in Stockholm festgelegt werden.

Ein weiteres vorgesehenes Seminar wendet sich an die Autoren von technischen Dokumenten. Die UER hat im Mai 1983 eine Technische Richtlinie (Tech. 3239) mit dem Titel „The design of handbooks for broadcasting equipment“ herausgegeben, die unter Federführung von H. Springer (SRT) entstanden ist und in der dargelegt ist, wie Planungs-, Betriebs- und Wartungsunterlagen von technischen Geräten für den Bereich des Rundfunks zweckmäßigerweise gestaltet werden sollten. (Diese Richtlinie ist unter dem Titel „Die Gestaltung von Handbüchern für Geräte und Anlagen der Rundfunktechnik“ auch in deutscher Sprache erschienen.) Inzwischen hat sich gezeigt, daß die Realisierung der dort aufgestellten Forderungen besondere Fähigkeiten von den Autoren derartiger Handbücher verlangt. Diese Fähigkeiten zu vermitteln, ist Zweck des erwähnten Seminars, das in englischer Sprache abgehalten werden soll und deshalb für englischsprachige technische Autoren gedacht ist. Ein deutschsprachiges Seminar zum gleichen Thema hat bereits im September 1983 in Heidelberg stattgefunden; ein weiteres ist geplant.

3. Neuwahl des Vorstandes und personelle Veränderungen im Vorsitz von Arbeitsgruppen und Untergruppen

Die Statuten der UER bestimmen, daß die Amtsperiode des Vorstandes (des „Bureau“) der Technischen Kommission der UER zwei Jahre beträgt. Die derzeitige Amtsperiode läuft Ende 1984 aus. Deshalb wurde der Vorstand in Rom neu gewählt. Wählbar und stimmberechtigt waren die aktiven UER-Mitgliedsorganisationen. Das sind gegenwärtig 36 Rundfunkorganisationen in 31 Ländern. Aufgrund multilateraler Absprachen stellten sich aber nur 20 Organisationen zur Wahl. Jedes Land besaß 24 Stimmen.

Aufgrund des Wahlergebnisses wird sich der insgesamt 10 Mitglieder umfassende Vorstand der Technischen Kommission der UER in der am 1. Januar 1985 beginnenden Amtsperiode 1985/86 wie folgt zusammensetzen:

Vorsitzender:

C. Terzani, RAI, Italien

Stellvertreter des Vorsitzenden:

E. Gavilan, RTVE, Spanien

N. Wassiczek, ORF, Österreich

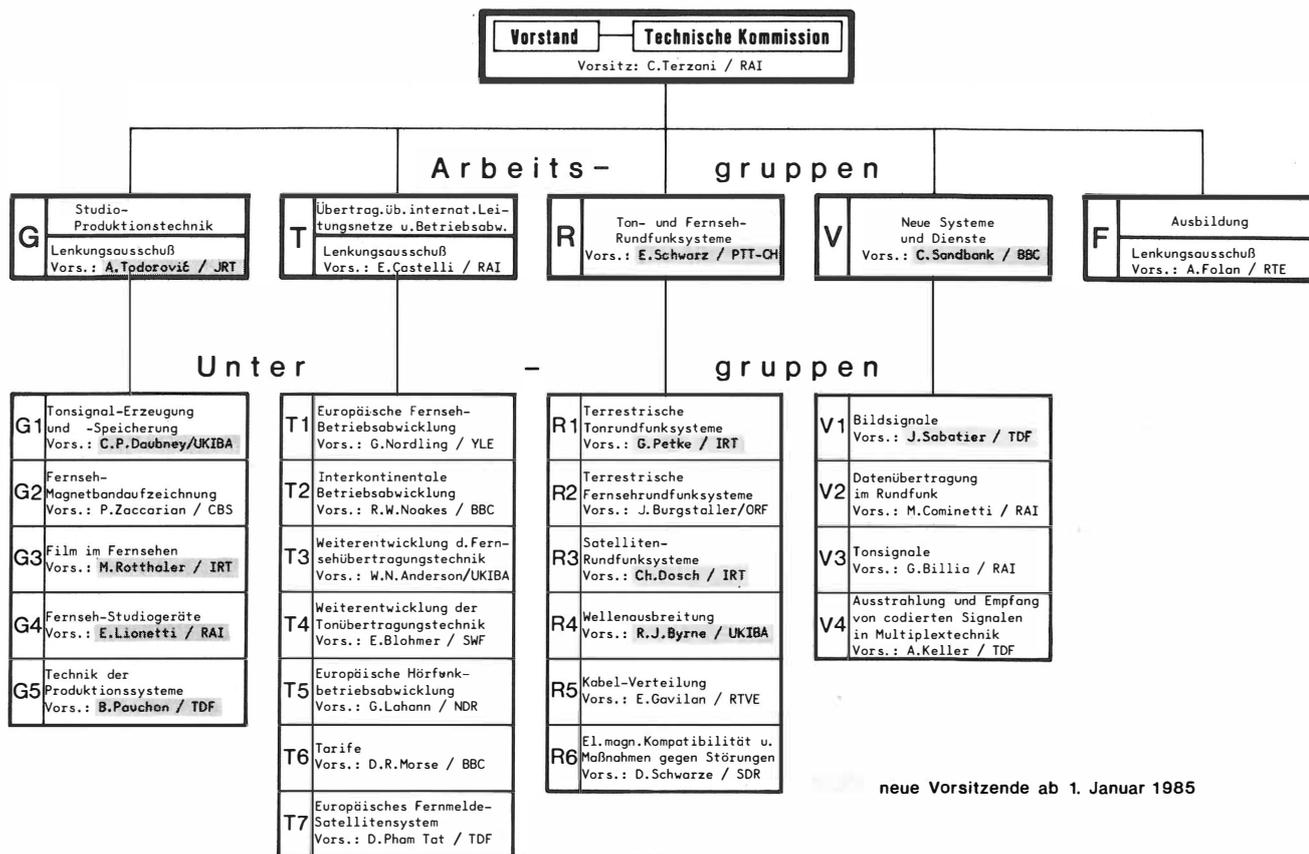


Bild 1
Struktur der Technischen Kommission der UER

Mitglieder:

- M. Chaffai, RTT, Tunesien
- K. J. O'Connell, RTE, Irland
- U. Messerschmid, ARD/ZDF, Bundesrepublik Deutschland
- P. Pauchon, TDF, Frankreich
- S. Pernus, JRT, Jugoslawien
- T. Robson, UKIBA, Großbritannien
- A. Rohdin, SR, Schweden.

An personellen Veränderungen ist zu vermerken, daß ab 1. Januar 1985 der Vorsitz in den Arbeitsgruppen G, R und V wechseln wird (siehe **Bild 1**). Mit besonderem Bedauern wurde zur Kenntnis genommen, daß der langjährige Vorsitzende der Arbeitsgruppe R (Ton- und Fernseh-Rundfunksysteme), H. Eden (IRT), Ende 1984 aus dem aktiven Berufsleben ausscheiden wird und damit als Vorsitzender nicht mehr zur Verfügung steht. Zu seinem Nachfolger wurde E. Schwarz (Fernmeldeverwaltung der Schweiz) bestimmt, der bisher Vorsitzender der Untergruppe R1 (Terrestrische Tonrundfunksysteme) war.

Auch zahlreiche Untergruppen werden neue Vorsitzende erhalten. Darüber gibt **Bild 1** ebenfalls Auskunft. Als Vertreter von ARD und ZDF werden IRT-Mitarbeiter ab 1. Januar 1985 den Vorsitz in den Untergruppen G3, R1 und R3 übernehmen.

An dieser Stelle sei abschließend auf eine Tatsache aufmerksam gemacht, die das Arbeitsklima in der Technischen Zentrale der UER in Brüssel zunehmend belastet. In einem Weißbuch haben die Mitarbeiter der Technischen Zentrale dargelegt, daß insbesondere eine exzessive Besteuerung durch den belgischen Staat zur Folge hat, daß das Nettoeinkommen von UER-Mitarbeitern in Brüssel bei vergleichbarer Tätigkeit nur etwa 35 bis 50 Prozent des entsprechenden Einkommens von UER-Mitarbeitern in Genf, dem Hauptsitz der UER, beträgt. Als Gegenmaßnahme wird unter anderem auch die Verlegung der Technischen Zentrale aus Belgien erwogen.

4. Nächste Jahrestagung

Die spanische Rundfunkorganisation RTVE (Radiotelevision Espanola) hat die Technische Kommission der UER in der Zeit vom 22. bis 26. April 1985 zu ihrer 37. Jahrestagung eingeladen.

Ulrich Messerschmid, Peter Wolf
Institut für Rundfunktechnik, München

SCHRIFTTUM

- [1] Messerschmid, U., Wolf, P.: Die 35. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER, Kopenhagen, 18. bis 22. April 1983. Rundfunktech. Mitt. 27 (1983), S. 145 bis 150.
- [2] Roessler, G.: Weltweite Funkverwaltungskonferenz für den Kurzwellenrundfunk, Pressemitteilung der Deutschen Welle, Köln, vom 13. Februar 1984.

DIE 3. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R5 (KABELVERTEILUNG)

DARMSTADT, 13. BIS 15. MÄRZ 1984

Die Unterarbeitsgruppe beschäftigt sich zur Zeit ausschließlich mit der Verteilung von C-MAC/Paket-Signalen in Antennen- und Kabelanlagen jeder Größe. Sie tagte unter Vorsitz von E. Gavilan (RTVE) auf Einladung des Fernmeldetechnischen Zentralamtes, wobei die Vorführung einer Quaternärübertragung die Wahl des Tagungsortes bestimmte. Da die Untergruppe R5 bei der Entwicklung des C-MAC/Paket-Verfahrens nicht direkt beteiligt war, war eine Reihe von Mitgliedern anderer UER-Gruppen bzw. nationaler Institutionen zusätzlich durch die UER geladen, so zum Beispiel der Berichterstatter in seiner Eigenschaft als Mitglied der Unterarbeitsgruppe V4 (Multiplex-Übertragungsverfahren im Rundfunk).

Die R5 stand bei dieser Tagung vor folgenden Aufgaben:

- Beurteilung möglicher transparenter und nichttransparenter Übertragungsverfahren für größere Antennen- und Kabelanlagen (GGA- und BK-Anlagen),
- Berücksichtigung der Übertragung von verschlüsselten Signalen,
- Ausarbeitung einer Systemempfehlung für die Technische Kommission der UER.

Es sei hier vorweggenommen, daß eine neue Ad-hoc-Gruppe namens R5/DQ geschaffen wurde, die sich mit der Ausarbeitung einer Spezifikation für Kabelübertragung sowie mit einer Basisbanddarstellung des C-MAC/Paket-Signals beschäftigen soll.

1. Tagungsgrundlagen

1.1. FM- und Restseitenbandübertragung

Die Verteilung in kleinen und mittelgroßen Empfangsanlagen wird heute als technisch prinzipiell gelöst angesehen durch Weiterreichung des 2-4-PSK/FM-modulierten Satellitensignals auf der 1. ZF-Ebene, z. B. im Bereich 950 bis 1750 MHz. Die Hauptaufmerksamkeit liegt jetzt auf den größeren Gemeinschaftsantennen- sowie den BK-Anlagen. Wie Abschätzungen der UER zeigen (siehe z. B. die Dokumente GT R5 055 und GT R5 056), wird auf jeden Fall eine Modulationsumsetzung erforderlich für Anlagen mit mehr als rund 50 Teilnehmern.¹

Bei den größeren Anlagen bietet sich für die Verteilung zwangsläufig die Restseitenbandübertragung an. In diesem Fall ist für jeden einzelnen Satelliten-TV-Kanal eine individuelle Signalaufbereitung notwendig. Diese besteht aus Demodulation des 2-4-PSK/FM-Signals, Umcodierung der Daten im Basisband mit anschließender Wiedereinstastung in die H-Lücke und Restseitenbandmodulation sowie Umsetzung in einen VHF-(bzw. UHF-)Kanal der Antennen- oder Kabelverteilanlage. Die Umcodierung der Binärdaten des Datenburst in einen Mehrstufencode ermöglicht eine Reduktion der notwendigen Übertragungsbandbreite für die Digitalinformation. Zwei Verfahren sind dafür offiziell in der UER eingebracht worden:

- RSB/AM mit Quaternärcodierung (deutscher Vorschlag),

- RSB/AM mit Duobinärcodierung (französischer Vorschlag).

Die Duobinärübertragung ist ein relativ robustes Verfahren, bei dem die Übermittlung der gesamten Bild- und Toninformation in Kanälen von 10,5 MHz erfolgen kann (2 dieser 10,5-MHz-Kanäle entsprechen 3 Kanälen à 7 MHz). Bei der Quaternärübertragung (sog. Q-MAC/Paket) hingegen kann die Übertragung von Bild und Ton in einem 7-MHz-Kanal erfolgen. Allerdings sind strengere Anforderungen an die Übertragungscharakteristik der Anlage zu stellen (Frequenzgang, Echodämpfung). Engere Toleranzen sind auch im Empfänger einzuhalten, z. B. für Takt- und Trägereaufbereitung, Filterverläufe, Temperaturstabilität. Hinzu kommt bei Q-MAC/Paket eine gewisse Reduktion der Bildqualität, da die Bandbreite des MAC-Signals auf knapp 6 MHz begrenzt werden muß, was bei dem Kompressionsfaktor von 3:1 für das Luminanzsignal die Horizontalauflösung auf knapp 4 MHz reduziert. C-MAC/Paket bietet am FM-Demodulatorausgang mindestens 5,6 MHz (-6 dB).

Die technische Realisierbarkeit einer Q-MAC/Paket-Übertragung steht außer Zweifel. Das FTZ hat das Verfahrensprinzip bereits bei mehreren Gelegenheiten, so auch diesmal, in einer vorhandenen Antennenverteilanlage von üblicher Qualität erfolgreich vorgeführt, wobei allerdings professionelle Fernsehmodulatoren und Demodulatoren zum Einsatz kamen. Die mögliche Verwendung von Echoentzerrern ist bei all diesen Betrachtungen noch nicht berücksichtigt. Tatsache ist jedoch, daß allein durch Einsatz von heute bereits auf dem Markt angebotenen Richtkopplerdosen eine Verteilanlage, falls nötig, leicht für Q-MAC/Paket umgerüstet werden könnte.

1.2. Kabelübertragung mit halber Bitrate

Seitens TDF/CCETT glaubt man, Verteilanlagen und Empfängern die geforderten Genauigkeiten für Q-MAC/Paket (im 7-MHz-Raster) nicht zumuten zu können. CCETT brachte deshalb den Vorschlag ein, auch für den 7-MHz-Kanal eine Duobinärübertragung, jedoch mit auf die Hälfte reduzierter digitaler Kapazität (Bitrate 10,25 Mbit/s) zu verwenden. Bei einem normgerechten C-MAC/Paket-Signal mit einer Gesamtkapazität von 3 Mbit/s und einer Momentanbitrate von 20,25 Mbit/s wäre damit zwangsläufig eine Auswahl der Digitalinformation in der Kopfstation verbunden. Da es sich exakt um den Faktor 2 handelt, könnte die Basisbandverarbeitung ohne großen Aufwand für Halb- und Vollbitratenübertragung ausgelegt werden.

Anmerkung 1:

Die Franzosen denken eventuell sogar an eine, und dies wurde vom FTZ äußerst positiv beurteilt, MAC/Paket-Übertragung über Satellit mit halber Bitrate. Bei Duobinärcodierung käme man damit zu einem B-Verfahren, d. h. es liegt kein RF-Multiplex mehr vor, sondern die Daten werden bereits im Basisband in die H-Lücke eingetastet, sind also FSK-moduliert.

Anmerkung 2:

Bei einer Halbbitratenübertragung wäre Quaternärcodierung wenig sinnvoll, da der zur Verfügung stehende 7-MHz-Kanal nur zur Hälfte ausgenutzt würde. Bei Duobinärcodierung kann man das Spektrum hingegen so formen, daß der Kanal gleichmäßig ausgelastet wird.

¹ Es gilt die Faustformel: FM-Verteilung ist vorteilhafter, solange die Anzahl der zu verteilenden Kanäle die Anzahl der Anschlußdosen überschreitet.

Die Vertreter von BBC und IBA unterstrichen die Notwendigkeit einer transparenten Vollbitratenübertragung für ihren Anwendungsbereich. In Großbritannien ist ein offizielles Beratungskomitee unter Vorsitz von Sir John Eden zur Zeit damit beauftragt, Möglichkeiten für die Verteilung von C-MAC/Paket-Signalen in Kabelnetzen zu erarbeiten. Es wird erwartet, daß eine FM-Verteilung des 27 MHz breiten Satellitensignals auf Glasfaserleitungen in geschalteter Sternkonfiguration vorgeschlagen wird. G. Gilowitz (NDR), offizieller Vertreter von ARD und ZDF, sprach sich in einem längeren Statement aus Kompatibilitäts-, Kosten- und Bandbreitenerwägungen heraus ebenfalls für eine Vollbitratenübertragung, nachdrücklich aber nach dem Quaternärverfahren aus.

1.3. IEC-Kabelnormen

Das Duobinärverfahren ist sowohl im 10,5-MHz-Kanal (volle Bitrate) als auch im 7-MHz-Kanal (halbe Bitrate) kompatibel mit dem vom IEC herausgegebenen Normempfehlungen für Kabelanlagen (Publikation 728). Diese beziehen sich aber nur auf die Bildqualität. Die Anforderungen bezüglich Datenübertragungen werden zur Zeit noch erarbeitet. Es ist dann mit wesentlich strengeren Vorschriften (vor allem bezüglich der kritischen Kurzzeitchos) zu rechnen, und es wird erwartet, daß auch Q-MAC/Paket durch IEC abgedeckt sein wird. (Einzelne nationale Verwaltungen haben dies in ihren Spezifikationen mit dem Ziel einer einwandfreien Videotextübertragung bereits vorweggenommen.)

1.4. Basisbanddarstellung von C-MAC/Paket

C-MAC/Paket existiert, da es sich um einen RF-Multiplex von 2-4-PSK und FM handelt, strenggenommen nur als moduliertes Signal. In den Sender der Erdefunkstelle werden Ton (als digitale Daten) und Bild (als analoge Komponenten Y, U, V) getrennt eingespeist. Die Verbindung zur Erdefunkstelle kann z. B. voll digital über eine 140-Mbit/s-Leitung erfolgen.

Empfängt man ein C-MAC/Paket-Signal, so erhält man „ganz automatisch“ am Ausgang des FM-Demodulators ein MAC-Basisbandsignal mit Binärdaten in den Austastlücken. Dieses Basisbandsignal wird vom MAC/Paket-Decoder verarbeitet.² Es wurde nun vom IRT (unterstützt vom CCETT) vorgeschlagen, eine geeignete Schnittstelle an der Peritelevisionbuchse zugänglich zu machen, um beliebige „Frontends“ anschließen zu können für Direktempfang, Kabelempfang, Glasfaserempfang usw., aber auch zum Anschluß eines Videorecorders oder eines externen Ton/Daten-Recorders. Durch eine solche Schnittstelle wird man unabhängig vom Verteilungsverfahren. Die Umwandlung des über Kabel zu übertragenden „Verteilungssignals“ in ein MAC/Binär-Signal wäre sozusagen der Verteilanlage zugeordnet. Ein Empfänger mit Basisbandschnittstelle könnte deshalb universell verwendet und bei jeder beliebigen Verteilanlage eingesetzt werden. Auf diese Art und Weise wäre der Empfängerstandard (Y-U-V/Binär) vom Verteilstandard (z. B. MAC/Duobinär, FM/2-4-PSK, Glasfaser usw.) entkoppelt.

CCETT sieht auch noch eine Notwendigkeit für eine Basisbanddarstellung im Studio, bei der Signalüberwachung und beim terrestrischen Programmaustausch über FM-Richtfunkstrecken. Diese Notwendigkeit zeigt sich nach Meinung des Berichterstatters nicht (zumindest noch nicht). Im Studio ist eine MAC-Produktion zur Zeit nicht vorgesehen. Ein Programmaustausch von Komponenten-(d. h. Y-, U-, V-)Signalen kommt wohl erst in

Frage, wenn das digitale Studio verwirklicht ist. Die Übertragung zwischen den Studios dürfte dann jedoch ebenfalls voll digital erfolgen. Sollte jedoch eine analoge Komponentenübertragung über FM-Richtfunkverbindungen in einzelnen Ländern angestrebt werden, stellt sich in der Tat die Frage nach einer Basisschnittstelle für Modulation und Signalüberwachung. Nach CCETT-Meinung böte sich hierfür eine Duobinärkodierung an wegen des geringeren Bandbreitenbedarfs gegenüber einer Binärübertragung. Man könnte, falls überhaupt notwendig, natürlich auch an ein Quaternärverfahren denken.

1.5. Anforderungen für verschlüsselte Übertragung

Bei verschlüsselten Bildsignalen sind je nach Scrambling-Verfahren unter Umständen noch strengere Anforderungen von den Verteilanlagen zu erfüllen als im Hinblick auf die Datenübertragung. Die Spezialistengruppe V1/EVSS, sie war zeitweise durch G. Holoch (IRT) als Beobachter vertreten, hat deshalb an R5 eine Anfrage gerichtet, mit welchen Werten für Echodämpfung und Frequenzgang in gegenwärtigen und zukünftigen Verteilanlagen gerechnet werden kann.

2. Tagungsergebnisse

2.1. Beitrag für die TEKO der UER

Hauptergebnis war die Erarbeitung einer Stellungnahme für die Technische Kommission der UER bezüglich der Übertragung von C-MAC/Paket-Signalen in großen Antennen- und BK-Anlagen. Der Text wurde von einer kleinen Redaktionsgruppe ausgearbeitet, die unter der Leitung des Berichterstatters stand und vornehmlich mit V4-Experten besetzt war. Die Stellungnahme läßt sich, basierend auf den UER-Forderungen nach Transparenz, Empfängerkompatibilität und Wirtschaftlichkeit, wie folgt zusammenfassen:

R5 empfiehlt als europaweit einheitlichen Standard das Duobinärverfahren mit 10,5 MHz Kanalbandbreite. Es wird als robust angesehen und ist als einziges Verfahren voll transparent, d. h. dem Kabelteilnehmer wird vom Prinzip her sowohl die Kapazität als auch die volle Qualität des C-MAC/Paket-Signals für Bild, Ton und Daten weitergereicht. Das Quaternärverfahren wird als mögliche Lösung für schmalbandige (7 bzw. 8 MHz breite) Kanäle bezeichnet, wobei auf gewisse Abstriche bei der Bildqualität (nach IRT-Studien: „geringfügig schlechter“) sowie auf die strengeren Toleranzen für Verteilanlagen und Empfänger hingewiesen wird. Für beide Verfahren werden neue, breitbandigere Tuner benötigt, die, wenn sie auch terrestrische Signale empfangen sollen, eine gegenüber heutigen Tunern verbesserte Linearität aufweisen müssen, so daß die Hauptfilterung im ZF-Bereich erfolgen kann. Unterschiedliche ZF-Filter für PAL- und C-MAC/Paket-Signale sind wünschenswert.

Das Dokument beschreibt abschließend zwei Rückfallpositionen:

- a) Für „schlechte“ Kabelanlagen oder für den Fall, daß man mit herkömmlichem Tunerdesign auskommen muß, bietet Duobinärübertragung mit halber Bitrate einen möglichen Ausweg. Auf die schwerwiegenden Konsequenzen wird jedoch deutlich hingewiesen:
 - halbe Datenkapazität (max. 3 lineare bzw. 4 komprimierte Tonkanäle),
 - Einschränkungen bzw. Verlust der Möglichkeit des flexiblen Multiplexkonzeptes,
 - möglicherweise Probleme bei der Entschlüsselung von verschlüsselten Bildsignalen (denn die Steuerinformationen sind im Datenburst enthalten).
- b) Für den Fall, daß ein „europaweit“ einheitliches Verfahren für große Antennen- und BK-Anlagen nicht

² Ein separater 2-4-PSK-Demodulator ist nur bei sehr schlechten Empfangsverhältnissen nötig.

zustande kommt, kann durch Wahl einer geeigneten Empfänger-Basisbandschnittstelle dennoch ein einheitlicher Empfänger verwirklicht werden.

2.2. Gründung einer neuen Ad-hoc-Gruppe

R5 strebt an, für die beiden transparenten Verfahren (bei Q-MAC/Paket gilt die Transparenz zumindest für den Datenburst) Signalspezifikationen zu erstellen und ihre Durchführbarkeit zu prüfen. Aus diesem Grund wurde eine neue Ad-hoc-Gruppe mit Namen R5/DQ gegründet. Zu ihrem Leiter wurde der stellvertretende Vorsitzende von R5, F. Angeli (RA3), bestimmt. Weitere Mitglieder sind noch nicht benannt. Es ist jedoch damit zu rechnen, daß vor allem die V4-Mitglieder, die bereits an der C-MAC/Paket-Spezifikation mitgewirkt haben, sowie Kabelexperten des FTZ zur Mitarbeit aufgefordert werden. Das Mandat von R5/DQ deckt auch Studien für Übertragungen mit reduzierter Bitrate ab.

Neben den Signalspezifikationen für Duobinär- und Quaternärübertragungen soll R5/DQ noch eine Basisbanddarstellung für C-MAC/Paket erarbeiten sowie erste Studien bezüglich Glasfaserübertragung anstellen.

2.3. Umfrage zum Qualitätsstand von Verteilanlagen

Um die Anfrage von V1/EVSS hinsichtlich der Spezifikationen und dem Stand der Technik von bestehenden

und zukünftigen Verteilanlagen zu beantworten, ist beabsichtigt, eine informelle Umfrage durchzuführen. Auf der Basis einer von R5 formulierten einheitlichen Fragestellung (siehe Dokument GT R5 062/63) will die UER sowohl nationale Verwaltungen und andere Kabelbetreiber als auch Hersteller von Antennen- und BK-Anlagen befragen. Greifbare Ergebnisse dazu sollten bis Ende April 1984 vorliegen. Bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren jedoch erst vereinzelte Meldungen eingegangen.

3. Weitere Entwicklung

Die neue Ad-hoc-Gruppe R5/DQ wird sich Ende Juni zu ihrer ersten Tagung zusammenfinden. Vorgesehener Tagungsort ist Rennes, wo beim CCETT eine komplette Duobinär-MAC/Paket-Übertragung mit voller und halber Bitrate vorführbereit sein wird. Anfang Oktober wird es zu einem Treffen zwischen UER- und Industrievertretern kommen, bei dem die Spezifikationsentwürfe für die Kabelverteilung diskutiert werden sollen. Die UER plant auch, die Ergebnisse der Studien von R5/DQ dem IEC zuzuleiten.

Ort und Termin der nächsten Tagung der Unterarbeitsgruppe R5 sind noch nicht bekannt, da diese weitgehend durch den Fortgang der Arbeiten von R5/DQ bestimmt wird.

Christoph Dosch

Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

24. 8. – 30. 8. 1984 Düsseldorf	hifivideo 84	1. 10. – 5. 10. 1984 Kleinheubach	Kleinheubacher Tagung 1984 Gemeinschaftstagung des U.R.S.I.- Landesausschusses in der BRD und der NTG
31. 8. – 9. 9. 1984 Amsterdam	Firato 84 Internationale Funkausstellung	10. 10. – 16. 10. 1984 Köln	photokina
3. 9. – 6. 9. 1984 Stuttgart	ECOC 10th European Conference on Optical Communication	28. 10. – 2. 11. 1984 New York	2. SMPTE Technical Conference and Exhibition
6. 9. – 10. 9. 1984 Mailand	SIM-HIFI-IVES 84 18th International Exhibition of High Fidelity, Video and Consumer Electronics	5. 11. – 8. 11. 84 München	Integrierte Telekommunikation Gemeinschaftstagung des Münchner Kreises und der NTG
10. 9. – 14. 9. 1984 Lüttich	EuMC 14th European Microwave Conference	13. 11. – 17. 11. 1984 München	electronica 84 11. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik
21. 9. – 25. 9. 1984 Brighton	IBC 84 10th International Broadcasting Convention	21. 11. – 24. 11. 1984 München	13. Tonmeistertagung
26. 9. – 28. 9. 1984 Brighton	EUROCON 84 6th European Conference on Electrotechnics – Computers in Communications and Control		

BUCHBESPRECHUNGEN

Lärmbekämpfung. Von Autorenkollektiv, Leitung W. Schirmer. 3., verbesserte Auflage. 529 Seiten, 13 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 14,5 cm x 20,5 cm, Leinen-einband. Verlag Tribüne, Berlin 1979, Preis DDR 22,60 M, Bestell-Nr. 685 315 6.

Mit zunehmender Technisierung in der Fertigungsindustrie und in Produktionsstätten wachsen auch die Geräuschemissionen, so daß Lärmbekämpfung in diesem Zusammenhang ständig an Bedeutung gewinnt.

Die vom Autorenkollektiv verfaßten Beiträge behandeln neben allgemeinen Grundlagen Fragen der Schallausbreitung und der Schallmessung mit ausführlichen Angaben über Meßmethode und Meßgeräte, die Wirkung von Geräuschen auf den Menschen mit Erläuterungen über Lästigkeit, gehörschädigenden Lärm u. ä. sowie die Schallabstrahlung von festen Körpern.

In weiteren Kapiteln werden die Probleme, die durch mechanische Schwingungen entstehen und deren Schwingungsabwehr, Schalldämmung und Schallabsorption ausreichend diskutiert. Durch spezielle Lärmabwehrmaßnahmen wie Schallschutzkapseln, schallabsorbierende Kanäle und Reflexionsschalldämmung mittels Reihenresonatoren wird die Lärmbekämpfungsproblematik abgerundet.

Zum Schluß werden übersichtlich die Möglichkeiten für Schallschutzmaßnahmen in Produktionsräumen unter Berücksichtigung nicht nur technischer, sondern auch ökonomischer Aspekte behandelt.

Wegen des großen Umfangs des zu behandelnden Stoffes wurde auf mathematische Herleitungen meistens verzichtet; dennoch kommt auch der in dieser Richtung interessierte Leser durch die am Schluß eines jeden Kapitels aufgeführten Literaturangaben auf seine Rechnung.

Es ist unverkennbar, daß die Materie dieses praxisorientierten Buches, die primär als Vorlage für Lehrgänge an Hoch- und Fachhochschulen gedient hat, von Kennern der Lärmbekämpfungstechnik zusammengestellt wurde.

Die vorliegende 3., verbesserte Auflage stellt den noch aktuellen Wissensstand auf diesem Gebiet zusammen und macht ihn dem immer größer werdenden Kreis von Ingenieuren und Fachleuten zugänglich, die mit schalltechnischen Fragen der Lärmbekämpfung in Berührung kommen.

Georges Karamalis

VideoTechnik. Zusammenspiel von Bild und Ton, Beherrschung, Nutzung.

Handbuch 1: Grundlagen/Anwendung. Von Dieter Fahry und Klaus Palme. 2., neu bearbeitete Auflage. 366 Seiten, 219 Bilder, 33 Tabellen, Format 24,5 cm x 17,5 cm, gebunden, R. Oldenbourg Verlag, München 1980, Preis 112,- DM, ISBN 3-486-21902-2.

Handbuch 2: Geräte/Zubehör. Von Dieter Fahry und Klaus Palme. 3., völlig neu bearbeitete Auflage. 238 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 24,5 cm x 17,5 cm, gebunden, R. Oldenbourg Verlag, München 1983, Preis 96,- DM, ISBN 3-486-21913-8.

Hinweis: Handbuch 1 + 2 zusammen nur 192,- DM.

Audiovisuelle Systeme haben sich im letzten Jahrzehnt zu einem immer weiter verbreiteten Hilfsmittel in sehr vielen Bereichen des täglichen Lebens entwickelt. Hierzu hat nicht zuletzt der enorme Fortschritt in der Mikroelektronik beigetragen, der es nunmehr praktisch

jedermann gestattet, sich dieses Medium preiswert zu leisten. Die Technologie der audiovisuellen Systeme ist sehr komplex, durch eine verwirrende Vielfalt von verschiedenen Normen gekennzeichnet und nur für einen relativ kleinen Kreis von Fachleuten interessant. Dagegen benötigt die große Masse der Anwender Informationen darüber, was die verschiedenartigen audiovisuellen Systeme leisten, welche Systeme für eine bestimmte Anwendung geeignet und wie sie optimal zu handhaben und kostengünstig einzusetzen sind.

Das vorliegende zweibändige Werk ist als Handbuch konzipiert und befaßt sich genau mit diesen letztgenannten Aspekten. Es beschränkt sich dabei auf die Videotechnik, das heißt also auf die Anwendung von Videorecorder, Fernsehkamera und Fernsehbildwiedergabegerät. Es werden keinerlei Grundkenntnisse über Elektronik vorausgesetzt und auch keine schaltungstechnischen Details dargestellt.

Handbuch 1 behandelt die Grundlagen und die Anwendung der Videotechnik allgemein. Die wichtigsten Stichworte der einzelnen Kapitel sind: Einsatzmöglichkeiten der Videotechnik (in Bildungseinrichtungen, Industrie, Handel, Verwaltung, Sport, Medizin, im Heim usw.) – Komponenten der Videotechnik – prinzipielle Möglichkeiten (Aufnahme, Wiedergabe, Schnitt, Produktion) – Klassifizierung von Videogerät und Zubehör – Praxis der Wiedergabe, Aufnahme, Videoübertragung des Schnittes, der Drehbucheinstellung und der semiprofessionellen Produktion – Begleitmaterial – Anwendungsbeispiele für den Einsatz der Videotechnik – Beschaffung, Test und Einsatz von Gerät und Programmen (Hard- und Software). Übersichten und Checklisten runden den Band ab.

Band 2 gibt in Form eines Katalogs eine Zusammenstellung von derzeit am Markt befindlichem Gerät und Zubehör (Stand Anfang 1983). Es wird informiert über Heimrecorder, semiprofessionelle und Spezialrecorder, Kameras, Fernsehgeräte und Monitore, Mischpulte, Zubehör (Kabel, Bänder, Objektive, Beleuchtung usw.), Spezialgerät und Software. Ein Ausblick auf künftige Entwicklungstrends und eine Übersicht über namhafte Lieferfirmen und Hersteller beschließen diesen Band.

Das Werk gibt mit Band 1 dem Neuling eine sehr gute Einführung in die Anwendung der Videotechnik. Der bereits Erfahrene findet Anregungen für die Erweiterung des Einsatzes seines Gerätes. Da die Innovationsrate auf dem Gerätesektor sehr hoch ist, ist Band 2 vor allen Dingen für denjenigen von Interesse, der konkret vor dem Problem der Anschaffung von Videogerät steht.

Bodo Morgenstern

Integrierte Mikrowellenschaltungen. Elektrische Grundlagen, Dimensionierung, technische Ausführung, Technologien. Von Reimut K. Hoffmann. XXX, 486 Seiten, 176 Bilder und Tabellen, Format 25 cm x 17 cm, gebunden, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1983, Preis 138,- DM bzw. 57,- US\$, ISBN 3-540-12352-0.

Die integrierte Mikrowellenschaltung (MIC = microwave integrated circuit) in konsequenter Analogie zur integrierten Digitalschaltung (IC) ist eine sehr junge Entwicklung, hat aber bereits eine große Zahl von Anwendungen, die ständig noch weiter wächst: Mikrowellenschaltungen für Fluggeräte, Satelliten, Richtfunk, Radar und neuerdings auch für extrem schnelle Rechner.

Die MIC ist Gegenstand des vorliegenden Buches, allerdings nur in der Einführung, die weiteren Kapitel beschränken sich mehr auf den eigentlichen Schwerpunkt dieses umfangreichen Werkes: Bauformen und Eigenschaften der Streifenleitungsschaltung als Grundbaustein für die integrierte Mikrowellenschaltung. Hierbei nimmt wiederum die Mikrostreifenleitung (microstrip) als etablierte Standardstreifenleitung größeren Raum ein.

Die Einführung dieses Buches ist ungewöhnlich lang – sie nimmt mit fast 100 Seiten etwa ein Viertel des gesamten Textes ein und enthält bereits eine Fülle von Tabellen und Tafeln, angefangen bei den Entscheidungshilfen zur Auswahl einer für eine bestimmte Aufgabe anzuwendenden MIC-Technologie (z. B. Dünnschicht-Hybridtechnik, Dickschicht-Hybridtechnik) bis hin zu ausführlichen tabellarischen Übersichten über Substratmaterialien (Grundlage für eine Mikrowellenschaltung); sie geben Auskunft über deren mechanische und elektrische Eigenschaften, ihre Eignung für bestimmte Mikrowellenschaltungstechnologien, technische Lieferformen, Herstellungsverfahren und v.a.m. Sehr wertvoll sind die den Text begleitenden überaus zahlreichen Konstruktionszeichnungen.

Weitere Kapitel behandeln allgemeine Streifenleitungseigenschaften und die Leitungsparameter der Mikrostreifenleitung mit vielen Nomogrammen, Tabellen und Formeln für den Praktiker. Spezielle Kapitel sind den Oberwellen auf Mikrostreifenleitungen gewidmet und der Meßtechnik zur Ermittlung der Mikrostreifenleitungsparameter, ferner der gekoppelten Mikrostreifenleitung, den Diskontinuitäten (Leerlauf, Knick, Verzweigung u. a.), den Antennen und den Varianten der Microstrip. Weitere Streifenleitungen, die gelegentlich für spezielle Schaltungen verwendet werden, folgen in den letzten Kapiteln.

Das Werk wird durch ein sehr umfangreiches Literaturverzeichnis abgeschlossen, das auf 64 Seiten über 1200 Quellenangaben enthält. Das Buch wendet sich an den Entwicklungsingenieur der Industrie als Arbeitsbuch (speziell hierfür die auf die Praxis zugeschnittenen Kurven, Tabellen und Formeln), an den Studenten als Einführung in die Streifenleitungstechnik und an den Theoretiker wie Praktiker als Nachschlagewerk für spezielle Probleme der Mikrowellenstreifenleitungsschaltungen, nicht zuletzt wegen der umfangreichen Literatursammlung.

Günther Ludwig

Theoretische Elektrotechnik. Allgemeine Grundlagen. Von Klaus-Dieter Becker. V, 294 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 21 cm x 15 cm, geheftet, VDE-Verlag, Berlin-Offenbach 1982, Preis 45,- DM, ISBN 3-8007-1275-X.

Bei diesem Buch handelt es sich um die Wiedergabe des Inhalts von Vorlesungen über die allgemeinen Grundlagen der theoretischen Elektrotechnik für das 5. und 6. Fachsemester Elektrotechnik. Nach der einleitenden Behandlung der wichtigsten Formeln und Sätze der Vektoralgebra folgt die Einführung der Maxwell'schen Gleichungen. Deren Lösungen unter den verschiedenen Randbedingungen bei der Wellenausbreitung bilden den Hauptteil des Buches. Eine Aufgabensammlung mit Lösungen sowie 62 Hinweise auf weiterführende Literatur runden das Werk ab.

In wissenschaftlicher Hinsicht neue Erkenntnisse können bei dem dem Buch zugrundeliegenden Thema nicht erwartet werden. Bemerkenswert ist jedoch die Darstellung dieses klassischen Stoffes. Die ungewöhnlich detaillierte, streng durchgeführte Gliederung bietet nicht nur eine wesentliche didaktische Hilfe für den Lernenden,

sondern macht das Buch auch als vorzügliches Nachschlagewerk für Ingenieure und Physiker bei der Bearbeitung von grundlegenden Problemen der Antennentechnik und der Wellenausbreitung empfehlenswert.

Bernd Raufmann

Galvanotechnik in Frage und Antwort. Lehrbuchreihe Galvanotechnik. 4., erweiterte Auflage. Von Bernhard Gaida. 382 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 21,5 cm x 15 cm, Plastikeinband, Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau 1983, Preis 51,65 DM, ISBN 3-87480-011-3.

Die 4., erweiterte Ausgabe bietet technischen Fachkräften einen weiten und fächerübergreifenden Überblick über das Ingenieurwissen in der Galvanotechnik. Außerdem dient sie der Aus- und Weiterbildung in Berufs- und Fachschulen sowie zum Selbststudium in der Galvanotechnik.

Der gute Überblick über die aktuellsten Themen der Galvanotechnik verdient es, daß das Buch nicht nur gelesen, sondern auch als Nachschlagewerk in jeder Bücherei seinen Platz findet. In diesem Buch sind die technologisch wichtigen mechanischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der galvanischen Schichten eingehend besprochen, und eine zusammenfassende Darstellung der verschiedensten Anwendungszwecke wird gegeben. Nicht nur für die Technik wichtige allgemeine Fragen der galvanischen Abscheidung werden erörtert, sondern auch sehr spezielle Probleme.

Das Buch behandelt mit gleicher Gründlichkeit die theoretischen Grundlagen der elektrolytischen Vorgänge, die Einrichtung galvanischer Betriebe, die Vorbehandlung der Ware, stromlos abscheidbare Legierungsschichten sowie das Galvanisieren von Kunststoffen, die Oberflächenbehandlung von Aluminium, Metallfärbungen, Galvanoformung und Abwässer in der Galvanotechnik.

Durch ständig verbesserte Elektrolyte gewonnen die auf elektrolytischem und chemischem Wege aufgetragenen Schichten neue Einsatzgebiete in der Technik für dekorative und funktionelle Zwecke. Dadurch haben die Galvanotechnik und die angewandten Verfahren ständige Weiterentwicklungen erfahren. Diese und andere Punkte erforderten eine vollkommene Neubearbeitung und Erweiterung des Buches.

Ich denke, daß dieses Buch allen Praktikern ein gutes Hilfsmittel für ihre tägliche Arbeit sein wird.

Rainer Großkopf

Nachrichtenübertragung über Satelliten. Aus der Reihe: Nachrichtentechnik, Band 6. Von E. Herter und H. Rupp. Hrsg. H. Marko. 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. 216 Seiten, 98 Bilder, 5 Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York 1983, Preis 68,- DM bzw. 27.00 US\$, ISBN 3-540-12074-2.

Die Nachrichtenübertragung über Satelliten hat in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. In dem Maße, in dem Qualität und Sicherheit der Übertragung gestiegen sind, haben Bedarf und Systemvielfalt zugenommen. Dieser Bereich der Technik ist ein typisches Beispiel dafür, wie mannigfaltig die verschiedensten Disziplinen bei der Realisierung leistungsfähiger Gesamtlösungen voneinander abhängen.

Das vorliegende Werk – nunmehr in der zweiten Auflage erschienen – vermittelt dem Interessierten einen sehr umfassenden Überblick über die für die Satellitenübertragung existierenden physikalischen Randbedingungen sowie über die notwendigen Systemkomponenten im Orbit und auf der Erde. Der Komplexität des The-

mas entsprechend werden die Einzelaspekte jeweils knapp, aber gut verständlich erörtert. Den Stoffumfang des Buches mögen die folgenden Stichworte umreißen: Grundlagen der Satellitenbewegung, der Nachrichtensatellitentechnik, Satellitennetz, Vielfachzugriffsverfahren, Erdefunkstelle, Satellitentechnologie, Planung von Satellitensystemen, realisierbare Systeme und Entwicklungstrends. Im Anhang findet der Leser Daten zu Systemen aus dem kommerziellen und dem militärischen Bereich. Ein umfangreiches, sehr sinnvoll gegliedertes Literaturverzeichnis gibt einen aktuellen Überblick über Detailinformationen zu Einzelthemen.

Das Werk ist vor allen Dingen Ingenieuren und Studierenden der Nachrichtentechnik zu empfehlen; es wendet sich darüber hinaus aber auch an fachlich Interessierte aus Nachrichtendisziplinen, die mit Satellitentechnik in Verbindung stehen.

Bodo Morgenstern

Buchers Enzyklopädie des Films. Band 1 und 2. Hrsg. Liz-Anne Bawden. 2., bearbeitete Auflage. 475 Seiten, 3000 Stichworte, 540 Tabellen, Format 25,5 cm x 20,5 cm, gebunden, Verlag C. J. Bucher, München - Luzern 1983, Preis 98,- DM, ISBN 3-7658-0422-3.

Die Enzyklopädie bringt in zwei überarbeiteten Bänden alles Wissenswerte über Filme, Schauspieler, Regisseure und erläutert wichtige Fachbegriffe. Besonders nützlich erweist sich das Register am Ende des 2. Bandes - aufgliedert in Filmtitel, Personen und Sachbegriffe - bei der Suche der gewünschten Begriffe oder des gesuchten Werkes; hilfreich dabei ist die farbige Kennzeichnung am Schnitt.

Die reichhaltige Illustration der beiden Bände (540 Schwarzweißabbildungen) mit Fotografien aus Filmen, Fotos von beliebten Kinohelden und großen Regisseuren erhöht den Informationsgehalt. Zudem wird das Lexikon dadurch optisch sehr ansprechend. Es verführt regelrecht zum Durchblättern und Schmökern. Dies liegt durchaus in der Intention des Autors; der Leser soll durch das Lexikon animiert werden, sich mit dem Thema Film zu beschäftigen. Trotz der Kürze eines Nachschlagewerks sind die aufgenommenen Beiträge treffend und die Erklärungen befriedigend.

Die Enzyklopädie will in erster Linie Informationsmittel sein, welches das Filmschaffen der Gegenwart erklärt und verständlich macht; Elemente, die zu dieser Entwicklung geführt haben, wurden dabei, soweit wie notwendig, herangezogen und mitaufgenommen. Das aktuelle Schaffen (ab 1978) wurde separat in einem Abschnitt des 2. Bandes, sozusagen als Abschluß, untergebracht. Er bietet somit im Zusammenhang eine Übersicht der jüngsten Gegenwart und läßt möglicherweise zukunftsweisende Trends erkennen.

Abschließend läßt sich sagen, daß die Enzyklopädie ein schönes und recht informationsreiches Nachschlagewerk auch für interessierte Kinogänger ist.

Ralf Anspann

Fachwörterbuch der Mikroprozessorsysteme. Englisch, Deutsch, Französisch, Russisch. Hrsg. Dieter Müller. 312 Seiten, etwa 10 000 Wortstellen, Format 25 cm x 17 cm, gebunden, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1984, Preis 48,- DM, ISBN 3-7785-0884-9.

Das „Fachwörterbuch der Mikroprozessorsysteme“ enthält etwa 10 000 Fachbegriffe in den Sprachen Englisch, Deutsch, Französisch und Russisch. Die Autoren Dr. Müller (für die englische und deutsche Sprache), R. Schulz (für die französische Sprache) und J. V. Chapanzev (für die russische Sprache) haben bei der Zusammenstellung des Wortguts neben Fachbüchern auch aktuelle Fach-

zeitschriftenbeiträge und Konferenzberichte berücksichtigt. Die aufgeführten Fachbegriffe stammen u. a. aus folgenden Gebieten: Schaltungstechnik, Technologie und logische Struktur hochintegrierter Schaltkreise; schaltungstechnische und funktionelle Komponenten eines Mikroprozessorsystems; Programmierung, Aufbau und Wartung von Mikrorechnern; Informationsverarbeitung mit Mikrorechnern und anwendungsorientierte Praxis.

Das vorliegende Werk trägt der ständig anwachsenden Bedeutung von Mikroprozessoren in fast allen Bereichen und Zweigen der Wirtschaft Rechnung. Es ist ein geeignetes Hilfsmittel, um den fachspezifischen Wortschatz der Mikroprozessortechnik einschließlich der hierbei relevanten Begriffe der Mikroelektronik, der Rechen-technik und der Programmierung einem breiten Leserkreis zugänglich zu machen. Auch ist es ein wichtiges Hilfsmittel zur schnellen Auswertung fremdsprachiger Fachliteratur. Das Wörterbuch ist nach dem Registersystem aufgebaut. Es besteht aus dem viersprachigen Hauptteil (Leitsprache Englisch) und dem Registerteil, der jeweils alphabetisch angeordnet die Begriffe in den Sprachen Deutsch, Französisch und Russisch enthält.

Rolf Hengstler

Technik interdisziplinär. Hrsg. Gerhard Biedenkopf. 98 Seiten, Format 19,5 cm x 13 cm, Plastikeinband, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 1982, Preis 15,- DM.

Anläßlich ihres 10jährigen Bestehens gab die VDI-Hauptgruppe - Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft - diese Aufsatzsammlung heraus. In sechs Kapiteln werden von verschiedenen Autoren die bisher geleisteten Arbeiten dargestellt und zukünftige Aufgaben abgesteckt.

Im Kapitel Berufs- und Standesfragen werden drei Thesen zum Verantwortungsbereich und zum Selbstverständnis des Ingenieurstandes aufgestellt. Das Kapitel Ingenieuraus- und -weiterbildung berichtet über die Entwicklung der heutigen Ingenieurausbildung und zeigt ihre Folgen auf. Daraufhin wird ein Ausbildungsmodell vorgestellt, das die Bildungsqualität auch in Zukunft sichern soll. Zum Thema Mensch und Technik werden die vier Aspekte politische Idee der Technokratie, fundamentale Rolle der Technik in der kommunistischen Ideologie, Technikfeindlichkeit und Fachidiotie hervorgehoben und reflektiert. In Technikgeschichte wird erläutert, wie durch historisches Aufarbeiten der Entwicklungen und Wirkkräfte der Technik ein Beitrag zur Lösung des Problems der Pro- und Kontra-Ideologien entsteht. Danach wird im fünften Kapitel zur Urteilsfindung in der Technikbewertung für ein methodisch abgesichertes Verfahren zur Formulierung verschiedener Alternativen und zur Offenlegung der Technikfolgen plädiert. Das letzte Kapitel, Technik und Recht, beschäftigt sich mit der Bewältigung technischer Risiken und Gefahren. Im Anhang finden sich Angaben zur personellen Besetzung des Berufspolitischen Beirats, über Publikationen, Untersuchungen und Tagungen.

Das Bändchen ist eine interessante Diskussionsgrundlage für den Berufsstand und gehört in den Bücherschrank des engagierten Ingenieurs jeder Fachrichtung.

Herbert Mücke

Theoretische Grundlagen der Nachrichtentechnik. Von Gottfried Fritzsche. 3., stark bearbeitete Auflage. 544 Seiten, 227 Bilder, 66 Tabellen, Format 25 cm x 18 cm, Leineneinband, VEB Verlag Technik, Berlin 1984, Preis 42,- DM, Bestellnummer 553 218 2.

Die dritte Auflage des vorliegenden Lehrbuches wurde nach annähernd zehnjähriger Lehrerfahrung mit den Vorgängern sowohl inhaltlich als auch methodisch grund-

legend überarbeitet und berücksichtigt nunmehr die neueren Entwicklungen der Nachrichtentechnik, indem zeitdiskrete Signale und Systeme Eingang gefunden haben. Der Stoff ist übersichtlich und systematisch in fünf Hauptabschnitte gegliedert; Einleitung, Anhang, Literatur- und Sachwortverzeichnis runden dieses Werk ab.

Der erste Abschnitt stimmt in den Themenkreis ein und weist auf die mathematischen und elektrotechnischen Hilfsmittel hin. Der folgende Abschnitt befaßt sich mit der Analyse von Teilsystemen (Zweipole, Vierpole und Leitungen). Es schließt sich die Synthese von analogen und zeitdiskreten Netzwerken an. Abschließend werden die Grundlagen der System- und Informationstheorie in zwei getrennten Kapiteln vorgestellt. Insgesamt werden Kenngrößen aus dem Zeit- und Frequenzbereich, analoge und zeitdiskrete Signale und Systeme sowie deterministische und statistische Zusammenhänge gleichberechtigt behandelt. Obwohl die theoretischen Grundlagen der Nachrichtentechnik im Mittelpunkt dieses Buches stehen, bereitet die notwendige Mathematisierung des Stoffes dem aufmerksamen Leser keine Schwierigkeiten, wenn man von einigen Druckfehlern einmal absieht.

In klarer, knapper Form werden die Grundlagen der Nachrichtentechnik dargestellt, am Ende eines jeden Kapitels nochmals übersichtlich zusammengefaßt und anhand von Rechenbeispielen vertieft. Rund 200 Übungsaufgaben erlauben dem Leser eine gezielte Selbstkontrolle. Der umfangreiche Anhang enthält grafische Darstellungen, mathematisches „Handwerkszeug“ vor allem aus dem Bereich der Transformationen (Fourier, Laplace, Z) und einen Filterkatalog. Das preiswerte Buch ist eine wertvolle Hilfe für Studenten an wissenschaftlichen Hochschulen, ebenso profitieren im Beruf stehende Ingenieure hiervon.

Heinz-Dieter vom Stein

Hundert Jahre Fernsehen. Erstausgabe zur Internationalen Funkausstellung Berlin 1983. Von Wilhelm Keller. 250 Seiten, 165 Abbildungen, Format 21,5 cm x 15,5 cm, Kunststoffeinband, VDE-Verlag, Berlin 1983, Preis 38,- DM, ISBN 3-8007-1313-6.

Das Jahr 1983 war ein Jubiläumsjahr, zumindest im Bereich der Unterhaltungselektronik: Vor zwei Jahrzehnten begann das Zweite Deutsche Fernsehen mit seinen Sendungen, gleichzeitig erschienen die ersten Kompaktkassetten auf dem Markt, vor einem halben Jahrhundert konnten die deutschen Automobilisten sich erstmals eines Empfängers in ihren Wagen bedienen und im Oktober 1983 feierte der Rundfunk in Deutschland seinen 60. Geburtstag. Es klingt fast widersinnig, daß angesichts dieser sechs Jahrzehnte Rundfunk das angeblich viel jüngere Fernsehen in dem so geschichtsträchtigen Jahr 1983 auf eine 100jährige Vergangenheit zurückblicken konnte. So zumindest sieht es der VDE-Verlag, denn er setzte den Anfang des Fernsehens – nicht ohne Grund, wie ich meine – auf den Zeitpunkt der erstmals gelungenen mechanischen Bildauflösung. In fesselnder, fast romanhafter Schilderung erfährt der Leser, wie der wohl schillerndste Zweig moderner Medientechnik entstanden ist.

Das Buch gliedert sich in vier Teile. Der erste Abschnitt ist dem Vater des Fernsehens gewidmet. Die Rede ist da von dem ewigen Sitzenbleiber namens Paul Nipkow, der am Weihnachtsabend des Jahres 1883 die Patentschrift zu seinem „elektrischen Teleskop“ vollendete, in der er die zeilenförmige Bildauflösung entwickelte, die heute noch bei der Fernsehtechnik angewandt wird. Nipkow gab sich, als alle Welt einer zunehmenden Industrialisierung zustrebte, Jules-Verneschen Zukunftsträumen hin und setzte mit seiner Erfindung den Beginn

einer Ära, die er allerdings erst 50 Jahre später – inzwischen hoch an Jahren – verwirklicht sah.

Wie es zu den ersten Versuchen und schließlich auch zu regelmäßigen Programmdiensten auf deutschem Boden und der erfolgreichen Übertragung der Olympischen Spiele 1936 kam, schildert der Autor im zweiten Abschnitt. Auch der Neubeginn nach dem Zweiten Weltkrieg und die Entwicklung fernsehtechnischer Einrichtungen werden da anschaulich behandelt. Ein reichhaltiges Bildmaterial, darunter Faksimileabdrucke wichtiger Dokumente, wie eben jene Patentschrift Nipkows, ergänzen den klar gegliederten Text, in dem man sich schnell festliest.

Eine ausführliche Chronik (3. Teil), die immerhin ein Viertel des Bandes in Anspruch nimmt, informiert stichwortartig über alle wichtigen Fakten. Walter Bruch, der Vater des deutschen Farbfernsehensystems PAL wird hier ebenso gewürdigt wie jene Schauspielerin Ursula Patzke, die 1934 als „Postfacharbeiterin“ eingestellt worden ist, um als erste Fernsehansagerin über die reichsdeutschen Mattscheiben zu flimmern.

Der letzte Abschnitt wendet sich weniger an den technisch interessierten Leser, sondern vor allem an den Benutzer des Bildschirms als Informations- und Unterhaltungsmedium. Hier werden alle erfolgreichen Sendungen und Serien in Wort und Bild vorgestellt, die das Deutsche Fernsehen nach dem Wiederbeginn 1952 hervorgebracht hat. „Hundert Jahre Fernsehen“ ist ein informatives Buch mit mancherlei historischen Akzenten, das mit 38 DM nicht zu hoch bezahlt ist.

Claus Römer

Männer der Funktechnik. Erstausgabe zur Internationalen Funkausstellung Berlin 1983. Von Sigfrid von Weiher. 224 Seiten, 70 Abbildungen, Format 21,5 cm x 15,5 cm, Kunststoffeinband, VDE-Verlag, Berlin 1983, Preis 34,- DM, ISBN 3-8007-1314-4.

Das vorliegende Buch ist zum 60. Geburtstag des deutschen Rundfunks herausgekommen und den deutschen Pionieren von Funk, Rundfunk und Fernsehen gewidmet. Sigfrid von Weiher knüpft an sein 1980 im gleichen Verlag erschienenes „Tagebuch der Nachrichtentechnik“ an; er hat unter Mithilfe anderer Autoren die Lebenswerke siebzig bekannter Physiker, Erfinder und Konstrukteure mit biographischen Kurznotizen aufgezeichnet. Man kann die Textstellen alphabetisch aufsuchen und erfährt über die Männer der ersten Stunde in komprimierter Form alles Wissenswerte. Ergänzend sind nicht nur die elterliche Herkunft, die Ehefrau und die Zahl der Kinder des Gewürdigten genannt, sondern auch dessen Patente, seine Veröffentlichungen und Literatur, aus der man weitere Einzelheiten erfährt.

Zehn Jahre hat es gedauert, bis die Bild- und Textunterlagen zu diesem Band vollständig zur Verfügung standen, der übrigens keinem Geringeren als Walter Bruch zum 75. Geburtstag gewidmet ist. Es ist gut, daß die Erinnerung an Männer wieder aufgefrischt wird, die in der Frühzeit des Funkwesens die Aufbauarbeit geleistet haben. Heinrich Hertz, der die elektromagnetischen Wellen entdeckt hat, ist zwar mit seinem Namen in der Einheit der Frequenz verewigt, aber wer kennt schon Christian Hülsmeier, den eigentlichen Erfinder der späteren Radartechnik, oder Abraham Esau, der bereits in den zwanziger Jahren die Grundlagen des UKW-Rundfunks schuf?

Das Buch „Männer der Funktechnik“ ist von besonderem Interesse für Technik- und Kulturhistoriker, für Wissenschaftler auf dem Gebiet der Medien- und Kommunikationstechnik, aber auch für Funkamateure, Rundfunkschaffende und alle, die mehr über die Urheber des Funkwesens erfahren möchten.

Claus Römer

NACHRICHTEN

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 31. März 1984

	Gebührenpflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 31. 12. 1983	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 947 720	+ 33 686	17,3
HR	2 150 145	+ 10 239	9,4
NDR	4 271 970	+ 25 241	18,7
RB	284 551	+ 574	1,2
SR	404 754	+ 1 745	1,8
SFB	883 229	- 27	3,9
SDR	2 295 754	+ 14 132	10,1
SWF	2 830 901	+ 18 029	12,4
WDR	5 761 910	+ 32 585	25,2
Summe	22 830 934	+ 136 204	100,0
Fernsehen			
BR	3 590 851	+ 34 466	17,4
HR	1 928 338	+ 8 964	9,3
NDR	3 890 067	+ 17 429	18,8
RB	257 641	+ 52	1,3
SR	372 512	+ 1 631	1,8
SFB	817 558	+ 335	3,9
SDR	1 935 968	+ 10 080	9,4
SWF	2 426 832	+ 13 549	11,7
WDR	5 467 875	+ 33 385	26,4
Summe	20 687 642	+ 119 891	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernschrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 474 826 am 31. März 1984.

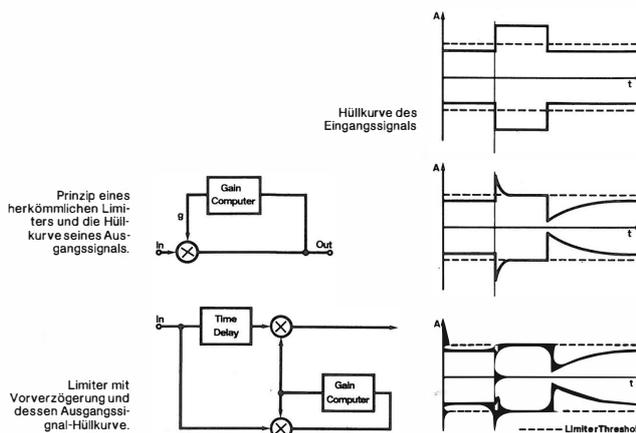
Ein Sendebegrenzer zur Verbesserung des AM-Rundfunks

Auf den Skalen stationär betriebener Radioempfänger haben die AM-Bänder in Mitteleuropa im Vergleich zu UKW nur noch eingeschränkte Bedeutung. Anders ist es in fernen Urlaubsorten, besonders wenn man der Landessprache nicht mächtig ist. Und mancher Autofahrer ist über die Existenz der Langwelle froh, wenn ihm das Musikprogramm der FM-Sender, welche Verkehrs-Informationen ausstrahlen, nicht zusagt.

Bedenkt man ferner, daß es in vielen außereuropäischen Ländern keinen UKW-Rundfunk gibt und daß

in weiten Gebieten Nachrichten mit regionalem oder lokalem Bezug überwiegen, so erkennt man die auch heute noch unvermindert hohe Bedeutung der AM-Bänder für den überregionalen Fernempfang. Dann werden auch die Gründe klar, die zur Entwicklung eines neuen Gerätes zum Einsatz auf der Senderseite zur Verbesserung der Versorgung führten. Es ist ein Sendebegrenzer, der zur Begrenzung von Pegelspitzen dient, die im Sprach- oder Musiksignal vorkommen und zu Übersteuerungen des Senders führen würden. Es ist auch seit langem bekannt, daß man durch Anwendung eines Spitzenbegrenzers eine höhere Reichweite erzielt, da sich nach Abschneiden der Pegelspitzen, die sehr kurz sind und zum Informationsgehalt praktisch nicht beitragen, der mittlere Modulationspegel erhöht. Übliche Limiter weisen eine Rückwärtsregelung auf. Bei ihnen muß daher eine Übersteuerung am Ausgang auftreten, bevor die Regelung wirksam werden kann. Erste kurzzeitige Einschwingspitzen sind daher unvermeidlich. Man kann natürlich sehr schnelle Regelkreise anwenden, welche die Übersteuerungszeit auf so kurze Werte reduzieren, daß sie für den nachfolgenden Sender ungefährlich sind. Dies würde aber zu einem anderen Nachteil führen. Sehr kurze Regelvorgänge werden nämlich vom Ohr als Knackstörungen wahrgenommen. Sie verlangen Einschwingzeiten, die größer als 300 μ s sind, wenn sie unhörbar sein sollen.

Eine Schaltungsanordnung, deren Prinzip sich schon in einem anderen Gerät für den FM-Rundfunk bewährt hat, löst dieses Problem nun auch für AM-Sender: Das gesamte Tonsignal wird im Gerät breitbandig um 300 μ s verzögert, damit eine Regelschaltung dessen Verstärkung noch zurücknehmen kann, bevor eine Übersteuerung den Ausgang erreicht.



Unser Bild zeigt schematisch, wie dies zu verstehen ist. Die praktische Erprobung des neuen DX-Limiters bestätigte, daß das gesteckte Ziel auf diese Weise erreicht werden kann. Die Regelvorgänge sind unhörbar, der Modulationsgrad kann, besonders bei Sprache, bedeutend erhöht werden. Dadurch erreicht man wahlweise eine größere Reichweite oder man kommt bei gegebenem Aktionsradius mit einer kleineren Senderleistung aus. Dies kann eine beträchtliche Energieeinsparung ergeben.

Nach einer EMT-Presseninformation

PERSÖNLICHES

Ehrungen der FKTG

Die Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft e. V. hat auf der 11. Jahrestagung vom 21. bis 24. Mai 1984 in Hamburg folgende Ehrungen vorgenommen:

Dr. Frederik Willem de Vrijer, Riedhoven (Niederlande), wurde mit der **Richard-Theile-Goldmedaille** ausgezeichnet. Die FKTG würdigte damit seine Verdienste um die Fernsehtechnik, die er sich durch seine systemtechnischen Forschungsarbeiten, die Entwicklung neuartiger Schaltungstechniken für Farbfernsehkameras, seine Untersuchungen auf dem Gebiet des Bildtelefons und durch seine maßgebliche Mitarbeit bei der Normung des Europäischen Farbfernsehensystems erworben hat.

Dipl.-Ing. Frank Lindemuth, Berlin, und Dipl.-Ing. Klaus Mayer, München, wurde der **Rudolf-Urtel-Preis** zuerkannt. Bei Frank Lindemuth wertete die FKTG seine Arbeit „Bestimmung der ähnlichsten Farbtemperatur von Studio-Beleuchtung nach einem vereinfachten Farbmeßverfahren“ als einen wertvollen Beitrag zur Erzielung hoher Genauigkeit bei der Farbarmmessung von Hochdruck-Entladungslampen im Studio. Bei Klaus Mayer würdigte die FKTG seine Arbeit „Untersuchungen zur Ermittlung des übertragbaren Leuchtdichteum-

fanges beim Fernsehen unter spezieller Berücksichtigung der elektrischen Übertragungscharakteristik praktischer Bildgeber“ als einen hervorragenden wissenschaftlichen Beitrag zur Erzielung einer optimalen Schattendetail-Wiedergabe in der Fernsehtechnik.

Zu **Ehrenmitgliedern** wurden ernannt:

Dr. sc. techn. Konrad Walter Bernath, Rubigen (Schweiz), für seine hervorragenden Verdienste, die er sich durch seine vielfältigen Forschungsarbeiten für die Weiterentwicklung des Fernsehens und die erfolgreiche Einführung des Farbfernsehens sowie durch seine Lehrtätigkeit zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf dem Gebiet der Fernsehtechnik erworben hat;

Dr. rer. nat. Herbert Mangold, Vaterstetten, in Würdigung seiner hervorragenden Verdienste, die er sich durch seine Arbeiten zur Qualitätsverbesserung konventioneller Fernsehensysteme und die Entwicklung von Meßsystemen für TV-Sender erworben hat;

Dipl.-Ing. Heinz Thiele, Schwarzenbek, für seine großen Verdienste um die Tonfilm- und Magnettontechnik, seine historischen Arbeiten und seine Aktivitäten in der DKG und FKTG.

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

Schriftleitung: Prof. Dr. U. Messerschmid, Dr. H. Wilkens, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45; Dr. R. Thiele, Bertramstraße 8, 6000 Frankfurt/Main 1; Dipl.-Ing. I. Dahrendorf, Appellhofplatz 1, 5000 Köln 1.

Redaktion: Dipl.-Ing. (FH) R. Hengstler, Dipl.-Ing. H. Mücke, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45, Ruf (089) 3 23 99 - 383, Fernschreiber 5/215 605 irtm d.

Redaktioneller Beirat: Dipl.-Ing. H. Eden, Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45.
Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 110,- DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 29. 6. 1984. Einzelpreis dieses Heftes 33,70 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 15.

Gesamtherstellung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11.