

Den CCIR-Empfehlungen 473, Anhang I (625-Zeilen-Systeme) entsprechen die Ausgangssignale des Prüfzeilen-Signalgenerators SPZF. Das in Kassettentechnik aufgebaute Gerät kann neben dem zur Grundausrüstung gehörenden H/64-Generator und Farbträger-Regenerator bis zu neun Signalkassetten sowie einen Mischer aufnehmen. An jeweils zwei 75- Ω -Ausgängen stehen die normgerechten Prüfzeilensignale oder auch andere Daten- und Meßsignale zur Verfügung.

Prüfzeilen-Signalgenerator SPZF

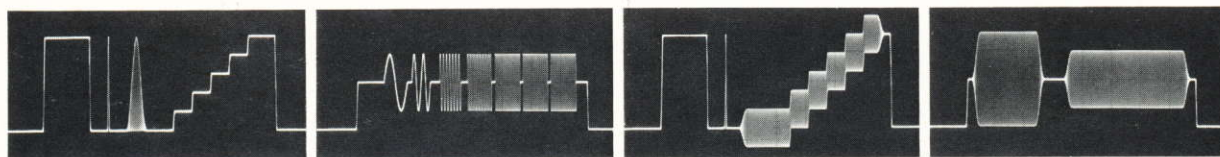
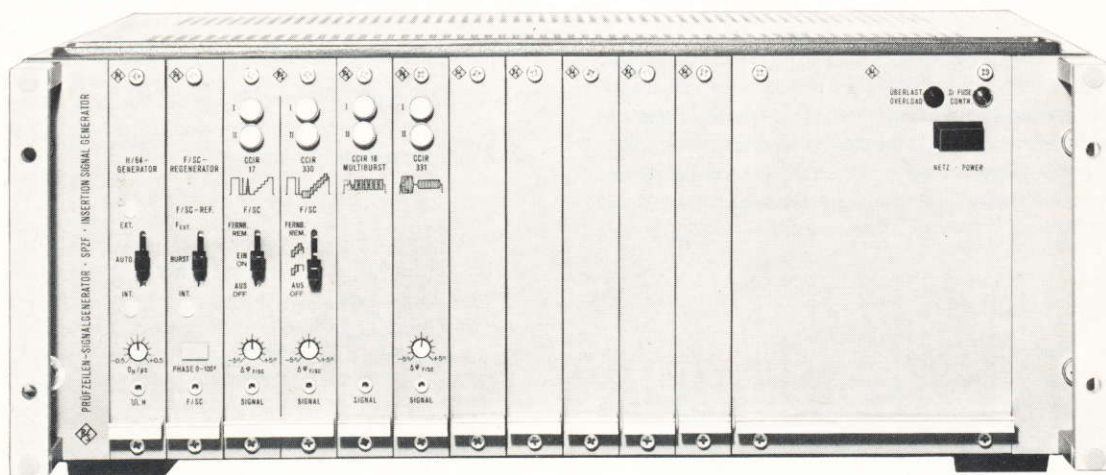


BILD 1 Prüfzeilen-Signalgenerator SPZF mit den Kassetten H/64-Generator, Farbträger-Regenerator, CCIR 17 und 330, CCIR 18, CCIR 331; außerdem die CCIR-Prüfzeilensignale 17, 18, 330 und 331. Foto 21 558

Die Sendungen der Fernsehanstalten dauern heute schon so lange, daß nur noch wenig Zeit bleibt, mit herkömmlichen Meßmethoden, die nur während der programmfreien Zeit angewendet werden können, alle Anlagen zu überprüfen. Deshalb wurde die Prüfzeilenmeßtechnik entwickelt, die auch während der Programmübertragung anwendbar ist. Man blendet hierbei Signale in die programmfreien Zeilen der Vertikallücke ein, wertet sie am Ende einer Übertragungsstrecke aus und erhält so definierte Angaben über das Verhalten der Strecke.

Damit die Messungen automatisch durchgeführt werden können, müssen die Prüfzeilensignale eine sehr gute thermische und zeitliche Stabilität aufweisen. Die Ausgangssignale des Prüfzeilen-Signalgenerators SPZF (Bild 1) erfüllen diese Forderung.

Meßverfahren

Bild 2 zeigt, wie mit Hilfe des Prüfzeilen-Eintastgerätes SPEF [1] die Prüfzeilen in das Programm eingeblendet werden. Damit immer gewährleistet ist, daß die eingeblendeten Signale zeitlich richtig liegen, muß man die H/64-Impulse, den H-Kennimpuls und den S-Impuls vom Eintastgerät SPEF zum Prüfzeilen-Signalgenerator SPZF führen. Erst wenn die Impulse in beiden Geräten synchron mit denen im vorhandenen Programm sind, werden die Prüfzeilen eingetastet.

Damit keine Überlagerungen von alten und neuen Prüfzeilensignalen entstehen, tastet das SPEF vor jeder Eintastung die entsprechenden Zeilen aus. Das Ausgangssignal des SPEF geht auf die Übertragungsstrecke. Am Ende der Strecke oder

an videofrequenten Meßpunkten werden dann die Prüfzeilen manuell oder automatisch ausgewertet. Daneben besteht auch die Möglichkeit, die Istwerte mit den Sollwerten zu vergleichen und mit einer zusätzlichen Anlage die Signale so zu korrigieren, daß die Übertragungsfehler wieder kompensiert sind.

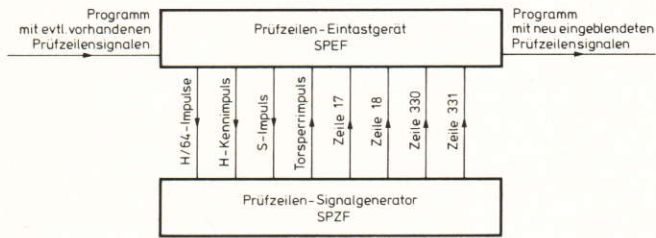


BILD 2 Schema der Prüfzeileneinstastung in das laufende Programm.

Aufbau des Prüfzeilen-Signalgenerators

Das Gerät ist in Kassettentechnik ausgeführt, so daß es sich durch Auswahl der Kassetten der jeweiligen Meßaufgabe anpassen läßt. Der Kassettenträger enthält zentral eine elektronische Stromversorgung; damit keine Verkoppelungen zwischen den einzelnen Signalen entstehen, sind die Betriebsspannungszuleitungen für alle Kassetten separat ausgeführt.

Die Kassetten H/64-Generator und Farbträger-Regenerator gehören zur Grundausüstung. Sie nehmen die ersten beiden Plätze im Kassettenträger ein; auf den Plätzen 3 bis 11 können die Signal- oder Datenkassetten beliebig eingesetzt werden; man muß nur den jeweiligen Ausgang, der zu dem entsprechenden Platz gehört, anschließen. Die Plätze 12 bis 16 sind für eine Mischerkassette vorgesehen, die den SPZF zum kompletten Prüfsignalgenerator macht.

Bild 3 zeigt die Schaltung des SPZF in der Ausführung für reine Prüfzeilen-Anwendung. Das Gerät liefert die vier Prüfzeilensignale, die nach der CCIR-Norm für die Zeilen 17, 18, 330 und 331 vorgeschrieben sind.

Die 6-Bit-Gray-Code-Signale des H/64-Generators und der Farbträger des Farbträger-Regenerators liegen an sämtlichen

Signalkassettenplätzen und am Mischerplatz. Diese Signale sind synchron mit dem angelegten S-Impuls und Burst, die im Normalfall vom Programm abgeleitet sind. Jede Kassette hat an der Rückwanne des Grundgerätes zwei voneinander entkoppelte 75-Ω-Ausgänge. Ein weiterer Ausgang ist über eine Torschaltung mit dem Mischerplatz verbunden.

H/64-Generator

Damit nicht in jeder Signalkassette das ganze Zeitprogramm vom S-Impuls neu abgeleitet werden muß, liefert der H/64-Generator ein 6-Bit-Gray-Code-Signal mit der Taktfrequenz 1 MHz. Die Zeile ist also in 64 Schritte aufgeteilt, und es ist möglich, jeden Takt von 0 bis 63 zu decodieren. Der Gray-Code hat den Vorzug, daß sich niemals zwei oder mehrere Bits gleichzeitig ändern, es können deshalb beim Decodieren keine falschen Impulse auftreten.

Ein LC-Oszillator liefert die 1-MHz-Taktfrequenz, die der Gray-Code-Zähler auf die Zeilenfrequenz 15,625 kHz herunterteilt. Dieses Signal wird neben dem angelegten S-Impuls einer Phasenvergleichsstufe zugeführt, deren Ausgangsspannung den LC-Oszillator mit Hilfe von Kapazitätsdioden nachzieht.

Nachdem der Oszillator synchron mit dem angelegten S-Impuls ist, vergrößert eine Automatik die Integrationszeitkonstante, womit das Phasenrauschen des angelegten S-Impulses in den H/64-Signalen um 20 dB abnimmt. Es können bis zu sechs S-Impulse hintereinander ausfallen, bevor die große Zeitkonstante abgeschaltet wird. Damit ist eine sehr stabile zeitliche Lage der Prüfzeilen gewährleistet.

Mit dem Bedienungsschalter auf der Frontplatte des H/64-Generators kann man die drei Betriebsarten „Intern“, „Extern“ oder „Automatik“ wählen. In Stellung „Intern“ werden nur die im Einschub erzeugten und in Stellung „Extern“ nur die von außen zugeführten H/64-Signale an die einzelnen Kassetten weitergegeben. Bei der Schalterstellung „Automatik“ sind immer die von außen zugeführten Impulse bevorzugt. Fehlt auch nur einer der sechs Gray-Code-Impulse, dann sorgt eine Überwachungsschaltung dafür, daß sofort auf „Intern“ umgeschaltet wird. Die Signalerzeugung ist also nicht unterbrochen, vorausgesetzt ein S-Impuls liegt an. Eine zweite Überwachungsschaltung hat – zusammen mit dem Eintastgerät SPEF oder SPRF – die Aufgabe zu verhindern, daß Prüfzeilensignale zeitlich falsch eingeblendet werden. Dazu müssen aber alle Verbindungen, die in Bild 2 angegeben sind, vorhanden sein.

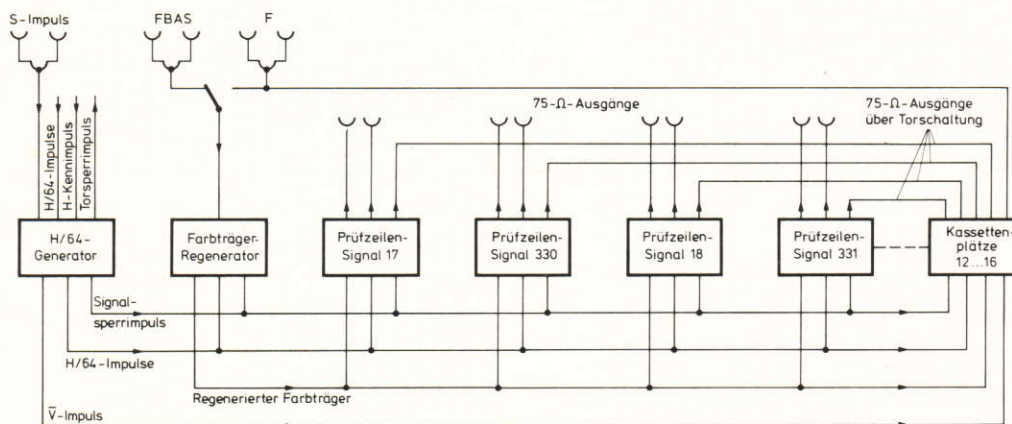


BILD 3 Prinzipschaltung des Prüfzeilen-Signalgenerators SPZF.

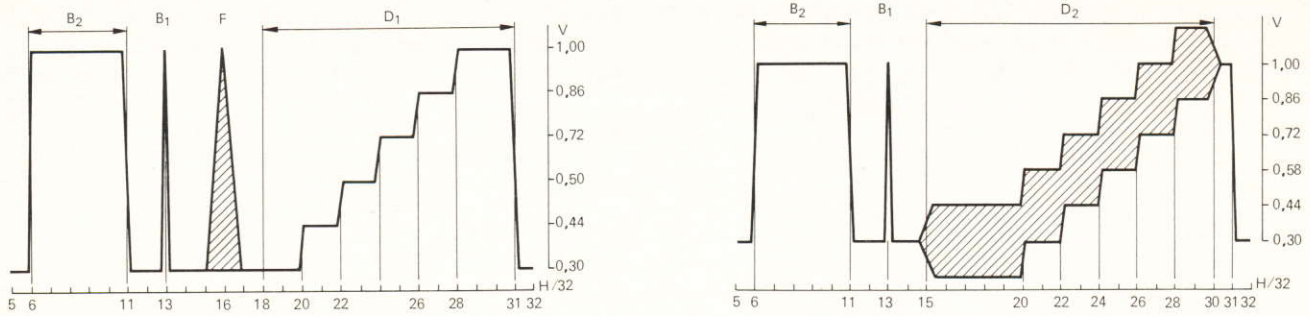


BILD 4 CCIR-Prüfzeilensignale 17 und 330; B₂ Weißimpuls, B₁ 2T-Impuls, F 20T-Impuls, D₁ und D₂ Treppe ohne und mit Überlagerungsschwingung.

Der H/64-Generator versorgt die Signalkassettenplätze außer mit dem 6-Bit-Gray-Code-Signal noch mit den Impulsen S, S_H, \bar{V} , 25 Hz sowie mit dem Signalsperrimpuls.

Farbträger-Regenerator

Der Farbträger-Regenerator enthält einen Quarzoszillator, der jeden Kassettenplatz des Grundgerätes über einen zentralen Verteilungspunkt mit dem Farbträger versorgt. Die Amplitude des internen Farbträgers am Verteilungspunkt wird auf U_{ss} = 1 V geregelt und ist damit unabhängig von der Belastung durch eingesetzte Prüfzeilensignal-Kassetten.

Im freilaufenden Betrieb schwingt der Oszillator mit einem maximalen Fehler von ± 5 Hz auf der Farbträgerfrequenz, so daß eine automatische Messung der differentiellen Phase in der Prüfzeile gewährleistet ist. Da die in manchen Heimempfängern am oberen Bildrand sichtbare Prüfzeilenfarbe bei nichtverkoppeltem Betrieb periodisch die Farbuhr durchläuft und somit das Farbfernsehbild stört, synchronisiert der Farbträger-Regenerator in der Betriebsart „Burst-Ref.“ den internen Farbträgeroszillator mit dem Burst des Programmsignals. Die Regeneration des Farbträgers aus dem zeilenfrequent um 90° alternierenden Farbsynchronsignal übernimmt eine Regelschaltung. Sie bildet das Produkt aus den Amplituden des internen Farbträgers und des Burst und dem Sinus des Phasenwinkels zwischen beiden Signalen. Die daraus durch Integration gewonnene Regelgleichspannung zieht den Quarzoszillator nach.

Diese Art der Rückgewinnung der Burstphase hat gegenüber einer einfachen Phasendemodulation des Burst und anschließender Integration des Phasenverlaufs einen entscheidenden Vorteil: Die linearen Phasenfehler eines etwa durch die Restseitenbandübertragung verzerrten Burst werden vollständig eliminiert [2].

Während des Einfangvorgangs synchronisiert die Regelschaltung zunächst die Frequenz des internen Farbträgergenerators. Danach wird die Schleifenverstärkung des Regelkreises um den Faktor 5000 erhöht, so daß sich bei einer Frequenzablage des Burst um ± 100 Hz lediglich eine Phasenablage des internen Farbträgers von weniger als 0,5° ergibt. Anschließend wird durch eine Erhöhung des Integrationsanteils der PID-Regelschaltung der Durchgriff des Rauschens im Referenzsignal (Burst) auf den regenerierten Farbträger verringert. Durch diese schrittweise Synchronisierung ergibt sich für den regenerierten Farbträger ein großer Fangbereich bei relativ geringer Einschwingzeit und optimalem Störabstand. Außer mit dem Burst des Programmsignals, das der Farbträger-Re-

generator in der Regel vom Prüfzeilen-Eintastgerät SPEF oder SPRF erhält, läßt sich der Oszillator auch mit einem externen Farbträger synchronisieren. Bei fehlendem externen Referenzsignal wird automatisch auf freilaufenden Betrieb umgeschaltet und dies durch Aufleuchten der Lampe „F_{int}“ an der Frontplatte angezeigt.

Der Farbträger wird in den Kassetten CCIR 17/330 und CCIR 331 bei der Erzeugung der Prüfzeilensignale benötigt. Im Ausgangssignal des SPEF oder SPRF (Programm) muß die Farbträgerphase der Prüfzeilensignale bei $+60^\circ$ bezogen auf die positive B-Y-Achse liegen. Zu diesem Zweck kann im Farbträger-Regenerator die Phase des internen Farbträgers um 180° und um 90° geschaltet sowie an der Frontplatte kontinuierlich um 100° gedreht werden. Zum genauen Abgleich der einzelnen Signalanteile dienen die Schraubendreher-Einsteller „ $\Delta\varphi \pm 5^\circ$ “ an den Frontplatten der einzelnen Prüfzeilen-Kassetten.

Prüfzeilensignale CCIR 17 und 330

Diese Kassette liefert die in Bild 4 dargestellten normgerechten Prüfzeilensignale. Da bei beiden Signalen sehr viele Signalanteile gleich sind, wurde eine gemeinsame Kassette gewählt. Die Prüfzeilen 17 und 330 dienen zum Messen der linearen Verzerrungen wie Verrundungen, Dachschräge, Gruppenlaufzeit- und Amplitudenunterschiede zwischen Luminanz- und Chrominanzbereich sowie der nichtlinearen Verzerrungen differentielle Amplitude, differentielle Phase und statische Linearität. Es läßt sich also mit Hilfe dieser beiden Prüfzeilensignale schon eine sehr gute Aussage über eine Übertragungsstrecke machen.

Mit zwei Schaltern an der Frontplatte der Kassette werden der Farbträger des 20T-Impulses und die Treppenüberlagerung geschaltet. Zwei Potentiometer dienen zum Verstellen der Phasenlage des Farbträgers um $\pm 5^\circ$, so daß sich kleine Laufzeitunterschiede, die zum Beispiel in Kabeln bis zu etwa 1 m Länge auftreten, ausgleichen lassen.

Damit die Ausgänge des H/64-Generators nicht zu sehr belastet werden, sind die Decodiergatter in der Signalkassette durch Trennstufen von den ankommenden Leitungen entkoppelt. Die Decodierschaltung liefert die Signalanteile – Weißimpuls, 2T-Impuls, Treppe, 20T-Impuls und HF-Treppe – in digitaler Form, das heißt nur die zeitliche Lage, nicht aber die Form der Signale stimmt. Die nachfolgenden Stufen sorgen dann dafür, daß die Amplituden sowie die Steig- und Fallzeiten die geforderten Werte annehmen.

Zwei Mischstufen setzen die entsprechenden Signalanteile zusammen, und die nachfolgenden Endstufen verteilen jedes

Prüfzeilensignal auf zwei voneinander entkoppelte 75-Ω-Ausgänge und eine Prüfbuchse an der Frontplatte. Bei sämtlichen Signalen beträgt der Amplitudenfehler maximal ± 0,5%. Eine Schwarzwertregelschaltung sorgt dafür, daß der Schwarzwert am Ausgang immer genau auf 0 V liegt. Die Abweichung beträgt nicht mehr als ± 2 mV. Für jedes Signal ist noch eine weitere Endstufe mit Torschaltung vorhanden, deren 75-Ω-Ausgang zum Mischerplatz geführt ist.

Bei der Erzeugung des Chrominanzanteils findet ein neues Bauelement Verwendung, weshalb diese Baugruppe näher betrachtet werden soll (Bild 5). Der Vierquadrantenmultiplizierer µA 795 ist als Modulator eingesetzt. Durch zusätzliche Regelung mit den Transistoren T1 und T2 wird die Verstärkung der Stufe praktisch vollkommen temperaturunabhängig. Ein Nach-eichen ist deshalb nicht notwendig. Da die Trägerunterdrück-

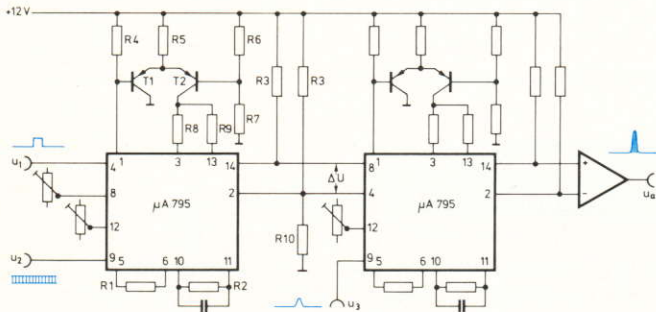


BILD 5 Modulator (Kassette CCIR 17, 330).

kung außerhalb des 20T-Impulses sehr viel größer als 60 dB sein muß, wurden zwei Modulatoren hintereinandergeschaltet.

Die erste Stufe multipliziert den durchlaufenden Farbträger mit einem Rechtecksignal. Am Ausgang dieser Stufe erscheint ein Farbträgerpaket mit der Fußpunktbreite des 20T-Impulses. Die beiden Ausgänge der ersten Stufe haben unterschiedliches Potential, so daß am Eingang der zweiten Stufe außer dem Farbträgerpaket noch eine Gleichspannung anliegt. Die zweite Stufe multipliziert dieses Signal mit dem Luminanzanteil. Die Funktion für die Ausgangsspannung lautet:

$$u_a = (u_1 \cdot u_2 \cdot k_1 + \Delta U) \cdot u_3 \cdot k_2.$$

Die Konstanten k_1 und k_2 der beiden Stufen hängen von der äußeren Beschaltung des Modulators ab; u_1 ist die HF-Spannung, u_2 der Rechteckimpuls, ΔU die Gleichspannung und u_3

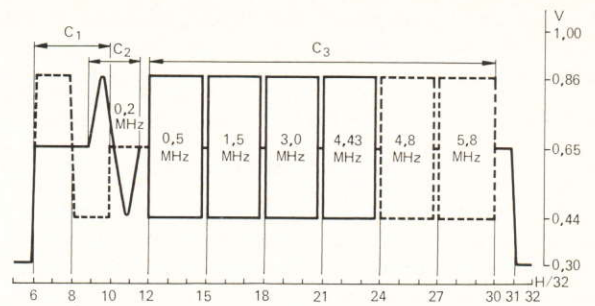


BILD 6 CCIR-Prüfzeilensignal 18, Multiburst.

der niederfrequente Anteil des 20T-Impulses. Löst man die Klammer auf, dann erkennt man die beiden Frequenzanteile

$$u_a = \underbrace{u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot k_1 \cdot k_2}_{\text{Chrominanzanteil}} + \underbrace{\Delta U \cdot u_3 \cdot k_2}_{\text{Luminanzanteil}}$$

Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sich die Amplitude und der Boden des 20T-Impulses unabhängig voneinander abgleichen lassen. Die Erzeugung der Treppenüberlagerung geschieht ähnlich wie die des 20T-Impulses. Nur ist in diesem Fall $\Delta U = 0$ und damit auch der Luminanzanteil gleich Null.

Multiburst CCIR 18

Der Einschub liefert ein Signal, bestehend aus einem Grausprung und sieben Schwingungspaketen, deren Frequenz von 200 kHz bis 5,8 MHz reicht (Bild 6). Das Signal ermöglicht die automatische Messung der frequenzabhängigen Verstärkung einer Übertragungsstrecke. Damit keine Mittelwertschwankungen auftreten und eine einwandfreie Auswertung gewährleistet ist, beginnen und enden alle Schwingungspakete am positiven Nulldurchgang der Sinusschwingungen und weisen die maximal zulässige Anzahl von Schwingungen auf. Die Startpunkte sind exakt definiert mit einem gegenseitigen Abstand von 6 µs.

Durch Umstecken von Codierbügeln ist es möglich, jedes Frequenzpaket in seiner Lage zu verschieben. Die Frequenz jedes Paketes ist durch einen Widerstand bestimmt, so daß eine Veränderung jederzeit leicht möglich ist.

Auf eine ausführliche Beschreibung des Funktionsstromlaufes soll verzichtet werden, jedoch verdienen der HF-Oszillator und

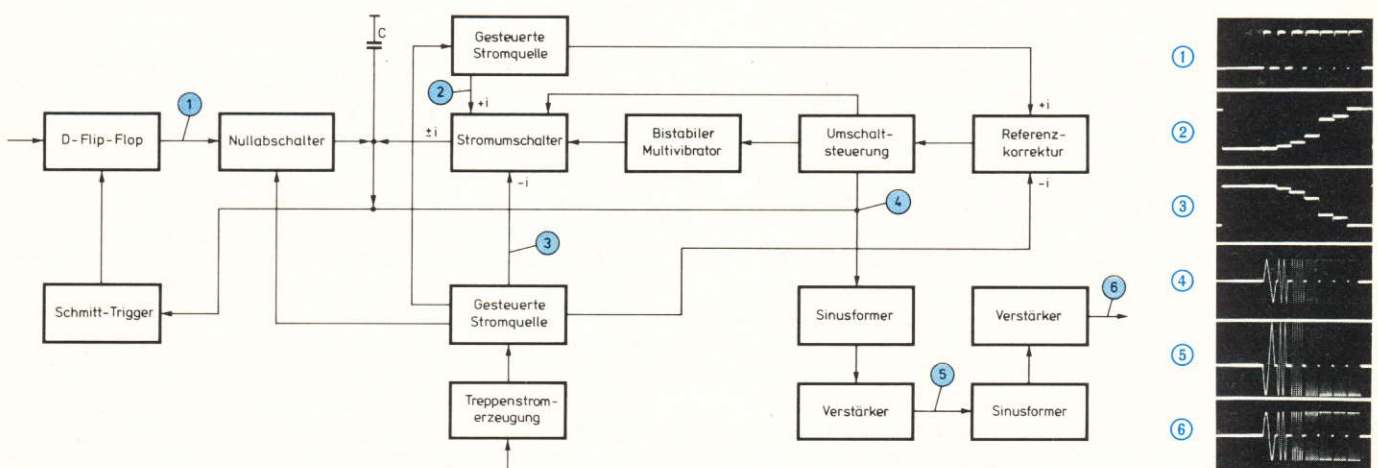


BILD 7 Funktion des HF-Oszillators in der Kassette CCIR 18.

die Sinusformung eine nähere Betrachtung. Bild 7 veranschaulicht die Arbeitsweise des Oszillators. Fließt ein konstanter Ladestrom in den Kondensator C, dann hat die Ladespannung den Verlauf $u = \pm \frac{i \cdot t}{C}$; die Funktion der Frequenz lautet

$$f = \frac{2 \cdot i}{u_{SS} \cdot C}$$

wenn sich bei den Amplituden $+u$ und $-u$ die Richtung des Stromes ändert. Für diese positive und negative Spannungsamplitude sind der Umschaltsteuerung zwei Sollwerte vorgegeben. Erreicht die dreieckförmige Spannung u einen der beiden Sollwerte, wird ein Triggerimpuls erzeugt, der den Multivibrator und den Stromumschalter zum Kippen bringt. Die Stromrichtung im Kondensator C kehrt sich um und bleibt so lange erhalten, bis der andere Sollwert erreicht ist.

Damit die Laufzeiteffekte kompensiert werden, darf die Referenzspannung bei höheren Frequenzen nicht mehr gleich der Amplitude der Dreiecksspannung sein, sondern sie muß mit steigender Frequenz abnehmen. Die entsprechende Korrekturgröße wird von dem Strom i abgeleitet. Da die Frequenz des Oszillators dem Strom direkt proportional ist, läßt sich die Frequenzeinstellung einfach durch Ändern eines Widerstandes realisieren.

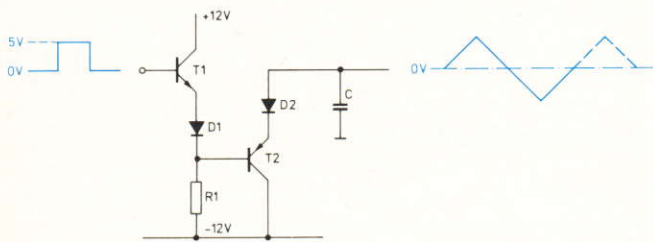


BILD 8 Oszillatorabschaltung (Kassette CCIR 18).

Das Anhalten des Oszillators übernimmt die in Bild 8 dargestellte Abfangschaltung. Sie muß den Strom i , der gerade in den Kondensator fließt, ableiten. Wenn die Eingangsspannung dieser Stufe auf 0 V springt, hält der Oszillator beim nächsten positiven Nulldurchgang an. Soll der Oszillator weiterlaufen, muß man die Schaltspannung wieder auf +5 V erhöhen. Der Oszillator fängt mit der gleichen Phasenlage wieder an, mit der er aufgehört hat. Während der Zeit, in der der Oszillator nicht schwingt, stellt die Logik bereits den Strom für die neue Frequenz ein.

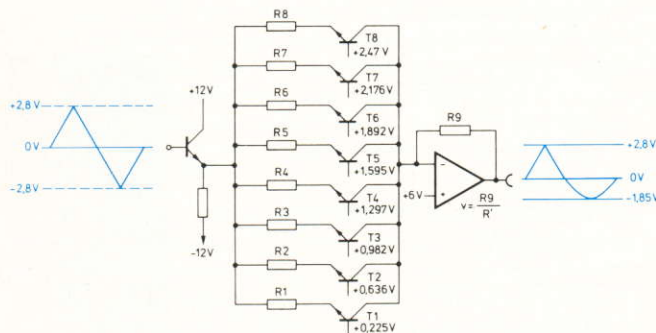


BILD 9 Sinusformer (Kassette CCIR 18).

Das dreieckförmige Ausgangssignal des Oszillators enthält noch sämtliche ungeradzahigen Oberwellen. Der Sinusformer, in Bild 9 dargestellt, hat die Aufgabe, diese Oberwellen zu unterdrücken. Die Verstärkung der Stufe ist abhängig vom

Eingangssignal und nimmt mit positiv werdender Eingangsspannung stufenweise ab. Eine volle Sinusschwingung setzt sich aus 32 Polygonzügen zusammen. Die Unterdrückung der Oberwellen ist besser als 40 dB, wobei der Amplitudenfehler über der Frequenz bei Bezug auf die 200-kHz-Schwingung unter 1% bleibt.

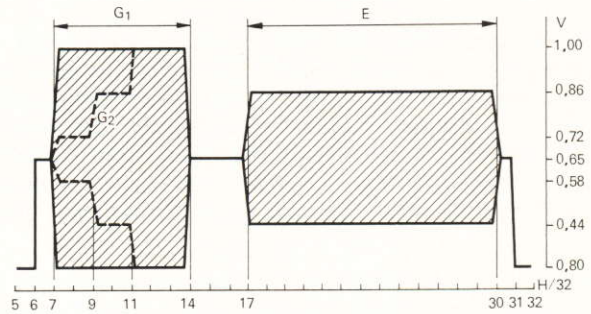


BILD 10 CCIR-Prüfzeilensignal 331; G₁, G₂, E Farbträger-Referenz-Pakete.

Prüfzeilensignal CCIR 331

Diese Kassette liefert als Signal einen Grausprung, dem zwei Farbträgerpakete überlagert sind. Die Amplitude des ersten Paketes beträgt 0,7 V und die des zweiten 0,42 V (Bild 10). Das erste Paket kann durch Umstecken interner Codierbügel eine Treppenform erhalten. Die HF-Pakete werden genauso erzeugt wie die HF-Überlagerung der Treppe in der Zeile 330.

Das Signal eignet sich außer zum Messen der Farbträgeramplitude besonders gut zur Messung der Intermodulation zwischen Luminanz- und Chrominanzsignal (cross colour), die etwa durch nichtlineare Verzerrungen in AM-Systemen und durch lineare Übertragungsfehler in FM-Systemen auftritt.

M. Swart; P. Dambacher

LITERATUR

- [1] Harm, H.; Geier, U.: Prüfzeilen-Eintastgerät SPEF, Ausgangspunkt für die Prüfzeilentechnik. Neues von Rohde & Schwarz (1971), Nr. 50, Seite 18–22.
- [2] Loges, J.; Harm, H.: Die Phasenbeziehung zwischen Burst und Farbsignal in einem bandbegrenzten System. Nachrichtentechnische Zeitschrift 22 (1969) Nr. 12, Seite 706–712.

KURZDATEN PRÜFZEILEN-SIGNALGENERATOR SPZF

Prüfzeilensignale	bis zu 9
Ausgänge pro Signal (75 Ω)	2
Ausgangsspannungen	700 mV ± 0,5%
H/64-Oszillator (synchronisierbar)	
Frequenz	15,625 kHz ± 1%
Fangbereich	> ± 2%
Farbträger-Oszillator (synchronisierbar)	
Frequenz	4,43361875 MHz ± 5 Hz
Fangbereich	> ± 50 Hz
Stromversorgung	Schaltnetzteil
Bestellnummer (Grundgerät)	208.0518 . . .

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 60/4