

APPLICATION NOTE

**Messungen an
S-VHS und RGB Signalen
mit dem
Videomeßsystem R&S VSA und
dem Videoanalysator R&S UAF**

Products:

<i>Videoanalysator</i>	<i>R&S UAF</i>
<i>Videomeßsystem</i>	<i>R&S VSA</i>

Inhaltsverzeichnis

Messungen an S-VHS und RGB Signalen mit dem Videomeßsystem R&S VSA und dem Videoanalysator R&S UAF

1 Vorwort	3
2 Voraussetzungen	3
3 Messungen im S-VHS Format.....	4
3.1 Die erste Meßmöglichkeit	4
3.2 Eine typische R&S VSA Konfiguration zur Messung von S-VHS Signalen	5
3.3 Die zweite Möglichkeit	5
3.4 Die dritte Meßmöglichkeit	7
4 Messungen im RGB Format	7
4.1 Messungen der RGB Komponenten	8
4.2 Zeitversatz zwischen den drei Primärfarben RGB	9
4.3 Die Signalschnittstellen an STBs und DVD Playern	11
4.3.1 Der S-VHS Stecker	11
4.3.2 Der SCART Stecker	11
5 Fazit	12
Anhang 1	
VSA_RGB.bas	
Messung der Video Parameter in den RGB Komponenten mit VSA	13
Anhang 2	
RGBZeit.bas	
Die Zeitversatzmessung mit dem R&S Basic-Programm	16

**Messungen an RGB und S-VHS Signalen
mit dem
Videomeßsystem R&S VSA und dem
Videoanalysator R&S UAF**

1 Vorwort

Die Videoanalysatoren R&S VSA und R&S UAF sind für den Einsatz an FBAS-Signalen ausgelegt. Unter bestimmten Voraussetzungen sind sie aber auch geeignet die Primärfarben-Komponenten RGB und TV Signale nach dem S-VHS Format zu vermessen. Dieses Einsatzgebiet ist heute bei der Fertigung für Set Top Boxen (STB) und auch für DVD Player für das digitale Fernsehen DTV (Digital TeleVision) wichtiger als je zuvor, sind doch die Ausgangssignale an den SCART-Buchsen von STBs und DVD Playern vielfach genau diese Signalformate.



Bild 1 Das Video Meßsystem R&S VSA und der Video Analysator R&S UAF

2 Voraussetzungen

Die von den STBs demodulierten und dekodierten bzw. von DVD Playern erzeugten Signale müssen einige Anforderungen erfüllen, wenn sie in den Primärfarben RGB vermessen werden sollen. Wie bekannt ist entsteht ein Schwarz-Weiß-Signal, wenn die drei Farben Rot, Grün und Blau in gleichen Amplituden addiert werden. Umgekehrt kann man sagen, zerlegt man ein Schwarz-Weiß-Signal in die drei Farben Rot, Grün und Blau, so hat jede der drei Komponenten dieselbe Signalform. Für die Meßtechnik bedeutet dies, daß die Prüfzeile CCIR 18 - der Multiburst - die ja nur ein Schwarz-Weiß-Signal ist - nach der Zerlegung in RGB auf allen drei Komponenten den Multiburst trägt. Das gleiche gilt für die Signale "sinx/x", "Schwarzzeile" und auch für die Signalanteile "Weißimpuls", "2T Impuls" und "5 stufige Treppe" in der Prüfzeile CCIR 17.

Damit sind die wichtigen und nötigen Signale beschrieben, die zur automatischen Messung mit den Videoanalysatoren R&S VSA und R&S UAF Verwendung finden.

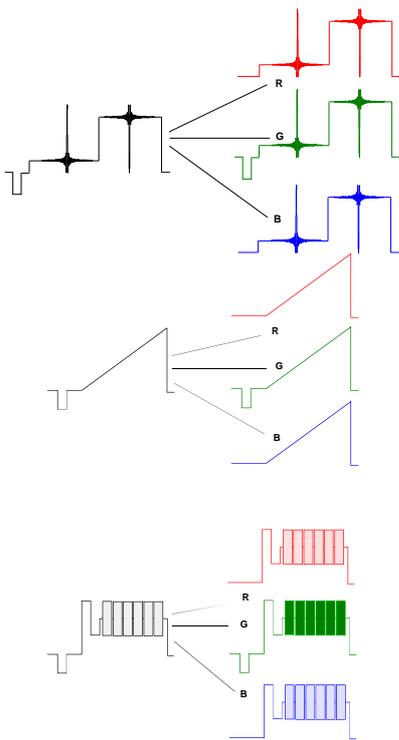


Bild 2 Die RGB Zerlegung der Signale sinx/x, Sägezahn und Multiburst

Im Normalfall ist in der RGB Betriebsart nur dem Grünkanal der Synchronimpuls zugesetzt und daher ist die Synchronisation der Videoanalysatoren nur von der Grünkomponente abzuleiten. Ist ein zusätzlicher Ausgang für den "Composite Sync" am zu vermessenden Gerät vorhanden, sollte dieses Signal die "Gen Lock" Funktion gewährleisten.

Um alle diese Voraussetzungen zu erfüllen, sind entsprechende Meßsignale erforderlich. Im Falle der Messung der Ausgangssignale einer STB nutzt man die auf den Festplatten von R&S DVG oder R&S DVRG gespeicherten Transportströme TS. Alle vorher angesprochenen Signale sind dort abgespeichert. Diese MPEG2 kodierten TS moduliert der R&S SFQ gemäß den DTV Standards, die STB demoduliert und dekodiert die HF Signale und legt die RGB Signale an die Scart-Buchse an. Ist ein Common Interface CI an der STB vorhanden, ist es auch möglich den gewünschten TS direkt in den MPEG2 Dekoder der STB einzuspeisen. Die möglichen Fehlerquellen der Demodulation im Front-End der STB sind dann umgangen.



Bild 3 Die MPEG2 Generatoren DVG und DVRG



Bild 4 Der TV Meßsender SFQ

Im Falle eines DVD-Players ist eine professionelle Test-DVD, wie sie R&S jetzt anbietet, erforderlich. Auch hier findet man alle nötigen Signale in höchster Kodierqualität. Die sehr hohe Signalqualität ist für die professionelle Videomeßtechnik mit R&S UAF oder R&S VSA dringend notwendig.

3 Messungen im S-VHS Format

Im Falle des Y/C (Y entspricht der Helligkeit oder Luminanz und C der Farbinformation oder Chrominanz) Systems, das auch S-VHS genannt wird, sind andere Bedingungen zu erfüllen. Die Synchronisation übernimmt der mit Y verbundene Videoanalysator-Eingang oder im Falle eines zusätzlichen Ausgangs für den "Composite Sync" sollte auch hier dieses Signal die "Gen Lock" Funktion gewährleisten.

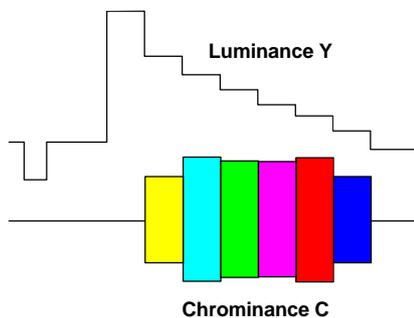


Bild 5 Das S-VHS Format des 100/0/75/0 Farbbalkens

Nun bestehen drei Möglichkeiten zur Messung der S-VHS Signale.

3.1 Die erste Meßmöglichkeit:

Die Y Komponente und die C Komponente sind passiv über die beiden Durchschleiffilter-Eingänge des Video Analysators R&S VSA addiert. Der Videoanalysator "sieht" daher ein FBAS Signal am gewählten Eingang und mißt alle wichtigen Parameter einschließlich der Gruppenlaufzeit im 20T Impuls der Prüfzeile CCIR17. Die durch die Addition von Y und C entstehenden Parameter "Differenzielle Amplitude" und "Differenzielle Phase" existieren im Chrominanz-Kanal per Definition nicht, weil die Farbinformation auf konstant 0 Volt Gleichspannungspegel übertragen wird. Sie sind daher nicht auszuwerten.

Eine weitere Anforderung an den zu testenden DVD Player oder die STB sind ausreichende Rückflußdämpfungen a_r an den beiden Ausgängen für Y und C. Gefordert ist im Bereich DC bis 5 MHz $a_r > 34$ dB. Den extremsten Fall angenommen, die Impedanz des Y Ausganges ist um 2 % (entspricht 34 dB) größer als die nominalen 75 Ohm und die des Chroma-Ausganges um 2 % kleiner als 75 Ohm, so ergibt folgendes Bild für die Luminanz:

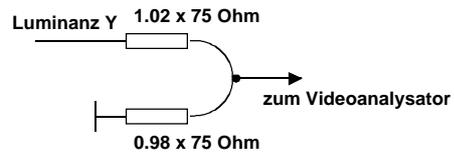


Bild 6 Luminanzverfälschung durch nicht korrekte Quellwiderstände bzw. Rückflußdämpfung

Das Signal zum Videoanalysator wird am Spannungsteiler mit dem Teilungsverhältnis $V = 0.98 / (1.02 + 0.98) = 0.49$ gedämpft. Der Sollwert ist 0.5 und somit ist der Luminanzpegel um 2 % zu klein.

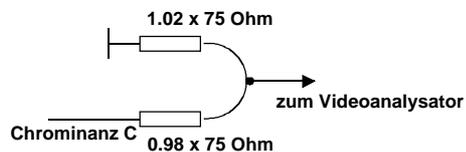


Bild 7 Chrominanzverfälschung durch nicht korrekte Quellwiderstände bzw. Rückflußdämpfung

Betrachtet man die Chrominanz so findet man den Pegel entsprechend um 2 % zu groß.

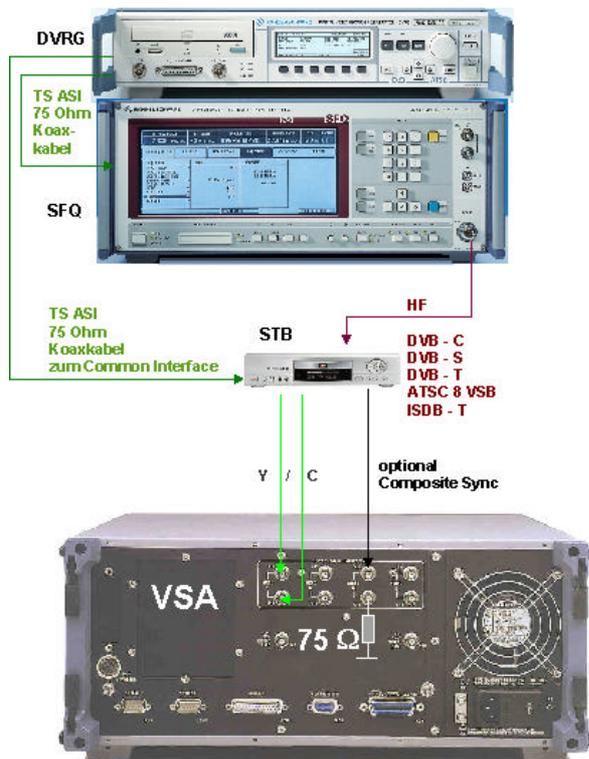


Bild 8 Der Meßaufbau für die erste Meßmöglichkeit im S-VHS Format mit R&S VSA

Falls in der Produktion diese maximalen Toleranzen erlaubt sind, ist die Additionsmethode der einfachste Weg S-VHS Signale zu vermessen.

In der Produktion ist jede Sekunde zu vermeiden, die den Fertigungsprozeß verlängern könnte. Ein Meßdurchlauf sollte daher so kurz wie möglich gehalten sein. Für das Videomeßsystem R&S VSA heißt das möglichst nur die wichtigsten Parameter für eine Parametergruppe zu wählen, da eine Erhöhung der Anzahl der Meßparameter die Meßzeit verlängert.

3.2 Eine typische R&S VSA Konfiguration zur Messung von S-VHS Signalen

Die nachstehende Liste zeigt Parameter, die an S-VHS mit R&S UAF oder R&S VSA gemessen werden sollten:

- CCIR 17 Weißimpulsamplitude
Dachschräge
Statische Nichtlinearität
Laufzeit zwischen Luminanz und Chrominanz am 20T Impuls
- CCIR18 Amplitudenfrequenzgang des Multibursts

Schwarzeile Rauschen S/N

Vollbild Burstamplitude
Synchronimpulsamplitude

Selbstverständlich wird beim Einsatz des R&S VSA der Amplituden- und Gruppenlaufzeit-Frequenzgang mit dem dafür optimalen Signal "sinx/x" gemessen.

Weil das Videomeßsystem R&S VSA auch Zeiten und Frequenzen mißt, kann man auch die folgenden Parameter auswerten:

- Zeilendauer
- Zeilenjitter
- Farbträgerfrequenz

Während beim R&S UAF der Parametersatz fest über die benutzten Prüfzeilen vorgegeben ist, kann man im R&S VSA die gewünschten Einzelparameter für eine Parametergruppe wählen. Dies führt zur Parameterliste bei Verwendung des Testbildes CODEC43, das in DVG, DVRG und auch auf der R&S Test DVD gespeichert ist:

Measure	Average	Ref	Input	Sync	B/G PAL	
Group	1 → Off	Off	A	A		
Parameter	Value	Unit	Status	Ref	Test Signal	Line
Lum Bar Ampl (abs)	706.6	mV	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Sync Ampl (abs)	301.3	mV	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Burst Ampl (abs)	296.8	mV	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
C/L Delay (pulse)	-14	ns	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Tilt	0.2	%/bar	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
C/L Interm (pulse)	-1.2	%/bar	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Lum NL	0.5	%	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Sin x/x Amplitude pos	-0.92	dB/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Sin x/x Amplitude neg	-0.84	dB/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Sin x/x Group Delay pos	-6	ns/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Sin x/x Group Delay neg	-1	ns/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Lum Noise Lumw (bar)	75.5	dB/bar	<input type="checkbox"/>	Quiet		50
Line Period	64.000	µs	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
SC Frequency	4433615.76	Hz	<input type="checkbox"/>	Full Field		34
Line Jitter pp	3	ns	<input type="checkbox"/>	Full Field		

Bild 9 R&S VSA Konfiguration zur Messung von S-VHS Signalen

3.3 Die zweite Möglichkeit:

Der Videoanalysator R&S UAF ist besonders für die automatische Prüfzeilen-Messung im S-VHS Standard vorbereitet. Im Menue "INPUT SELECT" kann man nicht nur die drei Durchschleiffilter-Eingänge A, B und C anwählen, sondern R&S UAF-intern auch die Eingänge A und B addieren. Nun sind die Rückflußdämpfungen nicht mehr durch die Quellwiderstände der Y Komponente und der C Komponente der zu testenden Geräte bestimmt,

sondern durch die hochpräzisen 75 Ω Abschlußwiderstände an den Durchschleiffiltern.

Die zum mitgelieferten Zubehör zu R&S UAF und R&S VSA zählenden Abschlußwiderstände haben die ohmsche Toleranz ± 0.1 % bei einer Rückflußdämpfung von > 50 dB bis 20 MHz. Diese Werte gewährleisten keinen meßbarer Einfluß auf die Signalqualität.

INPUT - SELECT					
A	B	C	A&B	OFF	A B C MEM
←	INPUT	→	←	REF	→
					EXIT

Bild 10 R&S UAF INPUT-Konfiguration zur Messung von S-VHS Signalen

Der Videoanalysator R&S UAF "sieht" daher intern wiederum ein FBAS Signal und mißt alle Parameter einschließlich der Gruppenlaufzeit im 20T Impuls der Prüfzeile CCIR17. Die durch die Addition von Y und C entstehenden Parameter "Differenzielle Amplitude" und "Differenzielle Phase" existieren im Chrominanz-Kanal per Definition nicht, weil die Farbinformation auf konstant 0 Volt Gleichspannungspegel übertragen wird. Es ist daher nicht sinnvoll sie auszuwerten.

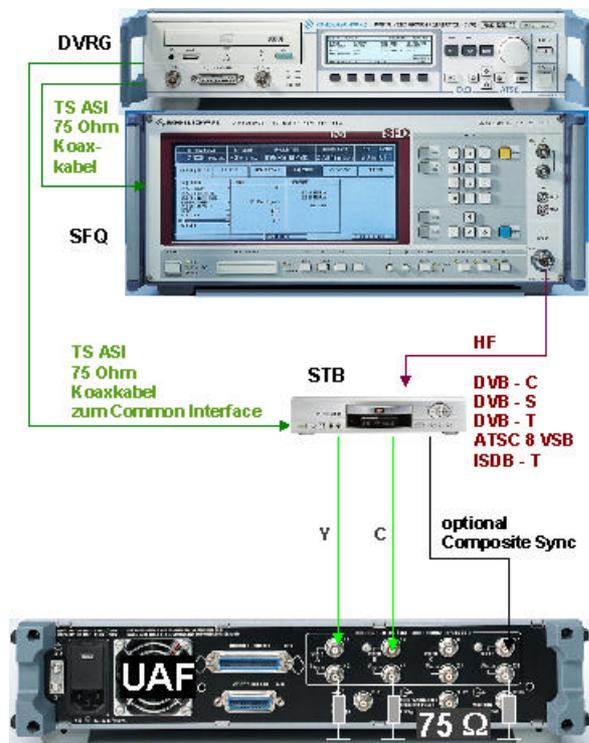


Bild 10 Der Meßaufbau für die zweite Meßmöglichkeit im S-VHS Format mit R&S UAF

Der Videoanalysator R&S UAF erreicht die sehr hohe Meßgeschwindigkeit von 1 Sekunde für die 28 wichtigsten Parameter. Daher ist dieser Analysator ideal für den Einsatz in der Fertigung geeignet. Die drei Meßeingänge und der zusätzliche Eingang zur Synchronisation des R&S UAF bieten alle Vorteile zur S-VHS Signalanalyse. Wie an der R&S UAF Rückwanne zu erkennen ist, sind alle Eingänge in Durchschleiftechnik ausgeführt.

Der Unterschied zum R&S VSA liegt in der möglichen Anzahl der Meßparameter und den Zusatzfunktionen des R&S VSA wie z.B. die Scope- Funktion, das Vektorscope, die Contoller-Funktion und einigen weiteren Optionen.

Eine typische R&S UAF Konfiguration zur Messung von S-VHS Signalen

CCIR 17 Weißimpulsamplitude
Dachschräge
Statische Nichtlinearität
Laufzeit zwischen Luminanz und Chrominanz am 20T Impuls

CCIR18 Amplitudenfrequenzgang des Multibursts

Schwarzeile Rauschen S/N

Vollbild Burstamplitude

Die Einstellung dieser Konfiguration geschieht am R&S UAF unter dem Hardkey "SETUP" mit TEST LINES:

SETUP / TESTLINES CCIR					
TESTSIG	LINE	TESTSIG	LINE	TESTSIG	LINE
CCIR 17	34	BLACK	50	RED BAR	0
CCIR 18	595	BURST	23	FT-DIST	0
CCIR 330	0	SYNC	3	V-DATA	0
CCIR331	0	ZERO RP	0		
STD		ABORT	MODE 1	EXIT	

Bild 11 R&S UAF Konfiguration zur Messung von S-VHS Signalen

In der Produktion erreicht man mit der zweiten Möglichkeit sehr eng gefasste Toleranzen. Die Genauigkeit hängt nur von den Toleranzen der Abschlußwiderstände und der Videoanalysatoren ab. Hier steht R&S für höchste Präzision mit dem Video Analysator R&S UAF.

3.4 Die dritte Meßmöglichkeit:

Die Y Komponente und die C Komponente sind mit zwei verschiedenen Videoanalysator-Eingängen verbunden. Beide Durchschleiffilter-Eingänge sind mit 75 Ohm abgeschlossen. Jede Komponente wird für sich getrennt vermessen. Der Video Analysator R&S VSA hat vier Durchschleiffilter-Eingänge. Somit stehen beim R&S VSA noch zwei Eingänge als Reserve zur Verfügung. Einer dieser Eingänge kann mit dem "Composite Sync" zur Synchronisation des Videoanalysators belegt sein und der letzte Eingang dient um das FBAS Ausgangssignal automatisch zu vermessen.

Die Methode jeder Signalkomponente einen Eingang zuzuordnen ist genau, weil die zugehörigen Abschlußwiderstände mit 0.1% eine sehr geringe Toleranz haben. Zusätzlich wird keine künstliche "Differenzielle Amplitude" und "Differenzielle Phase" erzeugt. Die Messungen vermitteln daher ein genaueres Abbild des S-VHS Videosignals.



Bild 12 Der Meßaufbau für die Messungen fan DVD Spielern im S-VHS Format mit R&S VSA

Allerdings ist die Messung der Laufzeit zwischen Luminanz und Chrominanz nicht möglich. Als Lösung bietet sich hier wieder die erste Meßmöglichkeit an, weil ja die Rückflußdämpfung diesen Parameter nicht verfälscht.

Die präzisere S-VHS Meßmethode wird allerdings durch die doppelte Meßdauer erkauft, weil die Signalkomponenten Y und C mit dieser Methode nacheinander gemessen werden müssen.

4 Messungen im RGB Format

Die zur automatischen Vermessung der Analogausgänge von STBs im RGB Format mit den Videoanalysatoren R&S VSA oder R&S UAF nötigen Signale liefert der Meßaufbau wie unten dargestellt. Selbstverständlich ist hiermit auch die Messung des FBAS SCART Ausganges möglich.

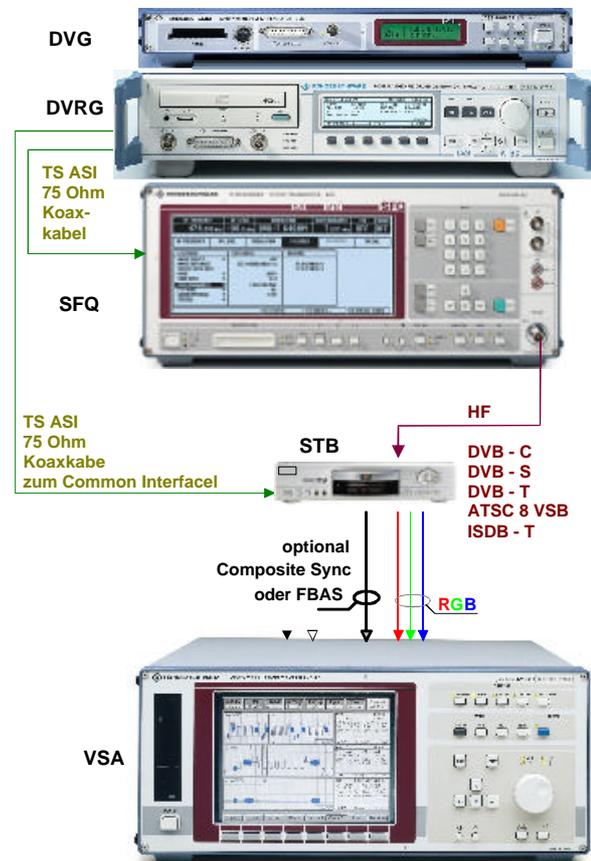


Bild 13 Der Meßaufbau für die Messungen fan STBs im RGB Format mit R&S VSA

Zur Untersuchung der Ausgänge von DVD Playern gestaltet sich der Meßaufbau wesentlich einfacher, weil die Testsignale von der R&S Test-DVD abgespielt werden. Wie schon vorher erwähnt beinhaltet diese DVD Testsignale von höchster Kodierqualität, so daß die Videoanalysatoren die digitale und analoge Signalverarbeitung in dem zu testenden DVD Player genau vermessen können.

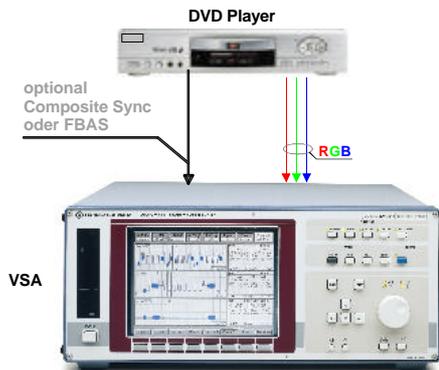


Bild 14 Der Meßaufbau für die Messungen an DVD Spielern im RGB Format mit R&S VSA

Der Digital Video Recorder Generator R&S DVRG oder der MPEG2 Measurement Generator R&S DVG ist zur Übertragung des MPEG2 Transportstroms TS "CODEC 43" über ein 75 Ω Koaxkabel über die Schnittstelle ASI (Asynchronous Serial Interface) mit dem TV Test Transmitter R&S SFQ verbunden. Anstelle des R&S SFQ kann auch der preiswertere TV Test Transmitter R&S SFL eingesetzt sein.



Bild 15 Testtransmitter R&S SFL

Die TV Meßsender modulieren die Daten gemäß den Standards in DVB oder ATSC oder ISDB. Die dem gewählten Standard entsprechende STB demoduliert, dekodiert und wandelt die Daten in das analoge RGB und auch FBAS Format. Im Falle der Signalqualitätsmessung an einem DVD Player liefert dieser mit der R&S Test DVD die RGB-Meßsignale mit der geforderten hohen Genauigkeit. Die Analogsignale analysiert das Videomeßsystem R&S VSA. Als Videoanalysator kann auch der Videoanalysator R&S UAF Verwendung finden.



Bild 16 Videoanalysator R&S UAF

Wie im nächsten Abschnitt ersichtlich sind die Messungen von Amplitudenfrequenzgang und

Gruppenlaufzeit mit $\sin x/x$ und die Bestimmung der Parameter in der Zeitebene einer STB oder eines DVD Players nicht mit dem Videoanalysator R&S UAF durchführbar. Letztere Parameter sind echte Designparameter und die $\sin x/x$ Messung wird bei Verwendung des R&S UAF durch die Multiburstmessungen ersetzt. Wegen der hohen Meßgeschwindigkeit und der Möglichkeit alle wichtigen Signalparameter zu erfassen, ist der Videoanalysator R&S UAF für die Produktion somit das ideale Gerät.

4.1 Messungen der RGB Komponenten

Im TS "CODEC 43" sind alle Signalelemente die zur Messung nötig sind enthalten. Das Videomeßsystem R&S VSA bzw. der Videoanalysator R&S UAF sind nur noch auf die Zeilennummern einzustellen in denen sich die Signalelemente befinden und die Messung kann beginnen.

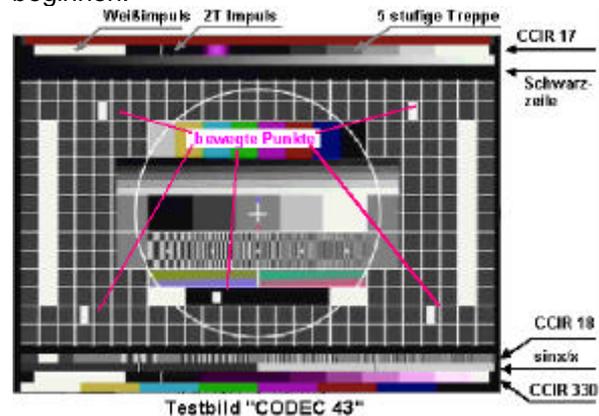


Bild 17 Das Testbild CODEC 43 mit seinen Signalelementen

Testsignal	Zeilenbereich		am R&S UAF/VSA zu wählende Meßzeile
	1.Halbbild	2.Halbbild	
<i>Rotfläche</i>	24 - 30	336 - 343	27
CCIR 17	31 - 38	344 - 351	34
Sägezahn	39 - 46	352 - 359	42
Schwarzzeile	47 - 58	360 - 371	50
Multiburst	277 - 286	592 - 599	595
$\sin x/x$	287 - 294	600 - 607	603
CCIR 330	295 - 302	608 - 615	611
Farbbalken	303 - 310	616 - 623	619

kursiv gedruckte Testsignale werden für RGB Messungen nicht benötigt

Tabelle 1 Zeilen des Testbildes CODEC 43

Die wichtigen Parameter für die drei RGB Komponenten sind mit Hilfe der oben festgelegten Zeilen meßbar:

- Weißimpulsamplitude gemessen am Weißimpuls in CCIR17 Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA

- Amplitudenfrequenzgang 0.5 bis 5.8 MHz
gemessen mit CCIR18
Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA
- Amplitudenfrequenzgang 0.2 bis 6 MHz
gemessen mit sinx/x
Meßkopf: R&S VSA
- Gruppenlaufzeit 0.2 bis 6 MHz
gemessen mit sinx/x
Meßkopf: R&S VSA
- 2T Impuls Parameter
gemessen am 2T Impuls in CCIR17
Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA
- Statische Nichtlinearität
gemessen mit der 5 stufigen Treppe in
CCIR17
Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA
- Weißimpuls Dachschräge
gemessen am Weißimpuls in CCIR17
Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA
- Rauschen
gemessen in einer Schwarzzeile
Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA
- Synchronimpulsamplitude
gemessen im Vollbildsignal des Grün-
kanals
Meßkopf: R&S UAF oder R&S VSA

Einige weitere Parameter lassen sich nur mit dem Videoanalysator R&S VSA an der Grünkomponente messen, weil hier nominell der Synchronimpuls vorhanden ist:

- Synchronimpulsbreite
- Zeilendauer
- Dauer des Halbbildes
- Zeilen-Jitter

Diese vier Parameter beschreiben das zeitliche Verhalten der Signalgeneration in der STB oder im DVD Player. Sie sind im Normalfall als sogenannte Designparameter anzusehen. Trotzdem sollten auch sie zumindest stichprobenartig in der Produktion überwacht werden.

Alle Video-Parameter, die den Farbträger im FBAS Signal betreffen sind irrelevant und daher ist es nicht sinnvoll sie auf RGB Komponenten-Ebene zu messen.

Wie schon bei der Messung der Videoparameter im S-VHS System ist beim R&S UAF der Parametersatz fest über die benutzten Prüfzeilen

vorgegeben. Im R&S VSA kann man dagegen die gewünschten Einzelparameter für eine Parametergruppe wählen. Dies führt zur Parameterliste für die RGB Messung bei Verwendung des Testbildes CODEC43:

Parameter	Value	Unit	Status	Ref	Test Signal	Line
Lum Bar Ampl (abs)	700.8	mV	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Sync Ampl (abs)	298.4	mV	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
2T Pulse Amplitude	-0.2	%/bar	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
2T Pulse k-Factor	0.6	%/k	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Tilt	0.3	%/bar	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Lum NL	0.4	%	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Sin x/x Amplitude pos	-0.86	dB/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Sin x/x Amplitude neg	-0.95	dB/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Sin x/x Group Delay pos	-12	ns/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Sin x/x Group Delay neg	-16	ns/grat	<input type="checkbox"/>	Sin x/x		603
Lum Noise Lumu (bar)	79.6	dB/bar	<input type="checkbox"/>	Quiet		50
Hum (bar)	52.2	dB/bar	<input type="checkbox"/>	Full Field		
FP Full Field	40000.007	µs	<input type="checkbox"/>	Full Field		
Line Period	64.000	µs	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Sync Duration	4.698	µs	<input type="checkbox"/>	CCIR17		34
Line Jitter pp	2	ns	<input type="checkbox"/>	Full Field		

Bild 18 R&S VSA Konfiguration zur Messung von RGB Signalen

Jede Signalkomponente wird wegen der eng tolerierten Abschlußwiderstände mit der höchsten Präzision vermessen. Die hohe Genauigkeit wird allerdings durch die dreifache Meßdauer erkauft, weil die Komponenten R, G und B nacheinander gemessen werden müssen.

Die Messungen der RGB Parameter läuft auch automatisch mit dem R&S Basic-Programm VSA_RGB.bas über die Controllerfunktion des R&S VSA ab. Es ist in der R&S Homepage als Anhang zu dieser Schrift zu finden. Das Programm ist im Anhang 1 abgedruckt. Ist der R&S VSA einmal initialisiert, benötigt die Messung einer Primärfarben-Komponente nur etwas mehr als zwei Sekunden. Das Meßsignal ist wiederum das Testbild CODEC43.

4.2 Zeitversatz zwischen den drei Primärfarben RGB

Liegt ein Zeitversatz zwischen den drei Primärfarben vor, sind die Ränder von Bildeinzelheiten bunt. Zeitliche Differenzen entstehen z.B. bei der analogen Filterung der D/A gewandelten RGB Daten, wenn die drei Filter nicht identische Verzögerungen haben, oder auch

bei der digitalen Signalverarbeitung, wenn unterschiedliche Prozesse in den drei Signalzügen ablaufen. Die Kontrolle der Differenzlaufzeiten mit hoher Auflösung ist daher wichtig.

Mit dem Videomeßsystem R&S VSA ist es mit Hilfe des 2T Impulses der Testzeile CCIR17 möglich die zeitlichen Lagen der RGB Komponenten zu einander in einem Bereich von ± 500 ns mit einer Genauigkeit von < 5 ns zu bestimmen.

Im Scope Mode des R&S VSA wählt man dazu die 3 Display-Darstellung und dort die Betriebsart "Simultan". Mit dem Softkey "Line" wählt man die Abbildung der Zeile 34. Hier befindet sich die Testzeile CCIR 17 und $26 \mu\text{s}$ nach der Synchronimpuls-Vorderflanke der 2T Impuls.

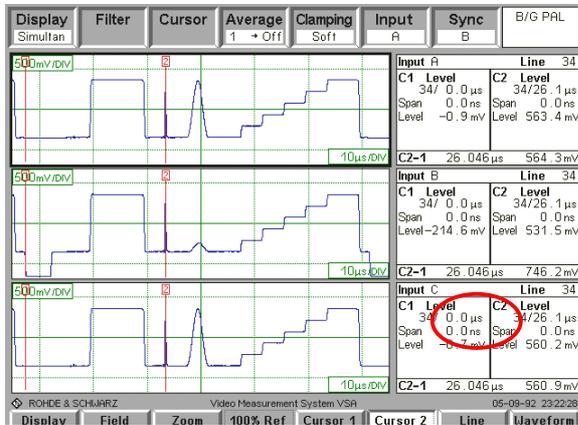


Bild 19 CCIR 17 im Scope Mode:
oben Rot-Komponente
Mitte Grün-Komponente mit Sync Impuls
unten Blau-Komponente

Der 2T-Impuls liegt gemessen $26.046 \mu\text{s}$ nach dem 50% Wert der Synchronimpuls-Vorderflanke. In dieser zeitlichen Darstellung erreicht man nicht die höchste Auflösung und der Sollwert von $26.0 \mu\text{s}$ wird nicht angezeigt. In diesen Oszillogrammen ist eine zeitliche Ablage zur Referenzkomponente Grün, die den Synchronimpuls trägt, nicht zu erkennen.

Zur genauen Messung solcher Ablagen ist die horizontale Achse auf 100 ns/Div zu stellen. Dies geschieht mit den Funktionstasten Move/Expand und dem Drehrad an der rechten Seite der R&S VSA Fronplatte. Nach der richtigen Einstellung sieht man auf den drei Displays von der Testzeile CCIR17 im RGB Format nur noch die 2T Impulse.

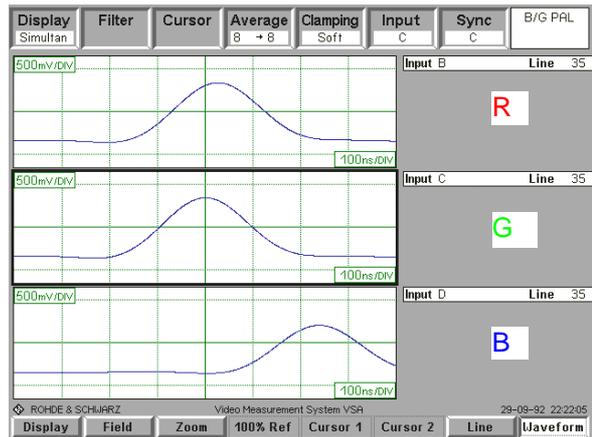


Bild 20 Horizontal gedehnte Simultan-Darstellung von Bild 18

Cursor 1 wird auf "PULSE" mit einer Breite von etwa $1 \mu\text{s}$ und Cursor 2 auf "LEVEL" mit einer Breite von $0 \mu\text{s}$ gestellt. Zur einfachen Bedienung wählt man im CURSOR-Pulldown Menu mit ALL DISPLAYS die simultane Übernahme der Cursoreinstellungen in alle drei Displays.

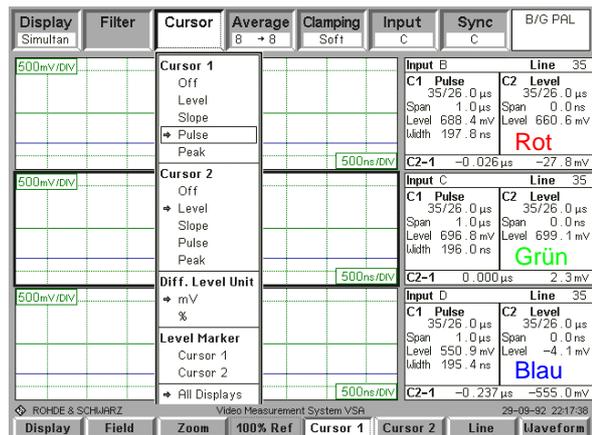


Bild 21 Cursoreinstellung zur Messung des Zeitversatzes R - G und G - B

Den PULSE-Cursor schiebt man mittig über den Referenz-2T-Impuls der Grünkomponente, die hier im mittleren Display über den Eingang C dargestellt ist. Den LEVEL-Cursor verschiebt man nun solange, bis die Zeitdifferenz C2-C1 der Grünkomponente $0.000 \mu\text{s}$ anzeigt. Der Videoanalysator R&S VSA mißt nun automatisch die Zeitdifferenzen der zeitlichen Mitten der 2T Impulse der Rot- und Blaukomponente bezogen auf die zeitliche Mitte des 2T Impulses der Grünkomponente.

Die zeitlichen Mitten der 2T Impulse berechnet der Videoanalysator R&S VSA aus den zeitlichen Lagen der 50%-Amplitudenwerte der aufsteigenden und der fallenden 2T Impulsflanken. Mittig zu diesen zeitlichen Lagen liegen die zeitlichen Mitten der 2T Impulse.

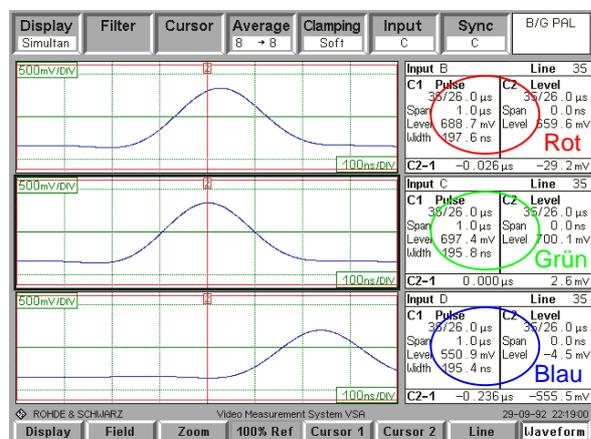


Bild 22 Messung des Zeitversatzes R / G und B / G

Dieses Beispiel zeigt, daß die Rot-Komponente über den Eingang B um 26 ns in Bezug auf die Grün-Komponente verspätet ist, mit 688.7 mV, also um etwa 1.5% zu kleinem Pegel. Diese Verzerrungen im Zeit- und Pegelbereich ergeben noch keine sichtbaren Auswirkungen auf dem Bildschirm.

Die Blau Komponente liegt deutlich zu spät und hat auch einen zu kleinen Pegel. Diese Verzögerung ist an senkrechten weißen Linien am TV-Bildschirm mit einem gelblich-rötlichen Vorschatten und einem blauen Nachschatten deutlich zu sehen.

Gemessen wird die Blau Komponente mit 236 ns Verzögerung gegenüber der Grünkomponente und einem Pegel von nur 550.9, also um rund 21% zu klein.

Die Zeitversatzmessung läuft auch automatisch mit dem R&S Basic-Programm RGBZeit.bas über die Controllerfunktion des R&S VSA ab. Es ist in der R&S Homepage als Anhang zu dieser Schrift zu finden. Ein Ausdruck des Programmes ist im Anhang 2 abgedruckt. Ist der R&S VSA einmal initialisiert benötigt die Messung nur etwas mehr als eine Sekunde bis die Zeitdifferenzen der Rot- und Blau-Komponenten gegenüber der Referenzkomponente Grün gemessen sind. Als Meßsignal dient wiederum das Testbild CODEC43, das in der Zeile 34 mit dem Prüfzeilensignal CCIR17 belegt ist.

4.3 Die Signalschnittstellen an STBs und DVD Playern

4.3.1 Der S-VHS Stecker

Die genormten S-VHS-Buchsen und -Stecker haben 4 Kontakte für Masse und Y bzw. Chroma intergriert in einem Gehäuse. Die gängige Bezeichnung ist "Hosiden" Stecker und Buchse.

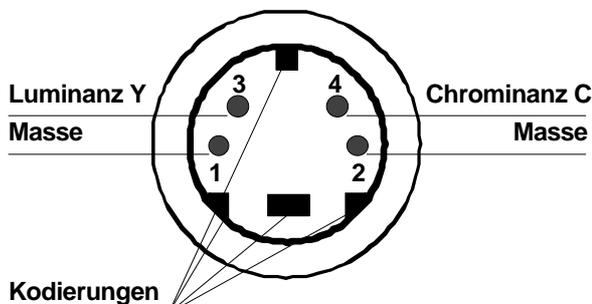


Bild 23 Der S-VHS Stecker - auf die Kontakte gesehen

Videoanalysatoren haben BNC 75 Ω Koaxial - Steckverbindungen. Es empfiehlt sich daher den obigen Stecker auf BNC für Luminanz und Chrominanz zu adaptieren um stabile Verbindungen zum Meßgerät zu gewährleisten. Übergänge von Hosiden nach zweimal BNC 75 Ω Koaxialkabel sind nicht handelsüblich. Der Adapter muß selbst erstellt werden.

4.3.2 Der SCART Stecker

Die Abkürzung SCART steht für "Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs". Die SCART Verbindung ist die heute übliche Steckverbindung für Video und Audio an STBs, DVD Spielern und sonstigen Consumergeräten für Video und Audio. Die Normierung der SCART Schnittstelle legen die Standards EN 50 049 oder IEC 933 fest.

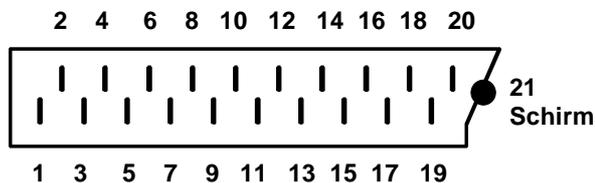


Bild 24 Der SCART Stecker - auf die Kontakte gesehen

Die meist verwendete Kontakt-Belegung zeigt die Tabelle 2. Die Norm läßt aber zusätzlich drei verschiedene Pin-Konfigurationen zu, auf die hier nicht eingegangen wird.

1	Audio rechts aus
2	Audio rechts ein
3	Audio links / Mono aus
4	Audio Masse
5	Blau Masse
6	Audio links / Mono ein
7	Blau
8	Schaltspannung Eingang/Ausgang
9	Grün Masse
10	frei
11	Grün
12	frei
13	Rot Masse
14	frei
15	Rot
16	Austastsignal, 1 = Austastung
17	FBAS Masse
18	Masse Austastsignal
19	FBAS aus
20	FBAS ein
21	Schirm

Tabelle 2 Die meist verwendete Kontakt-
Belegung der SCART Verbindung

Auch hier gilt:

Videoanalysatoren haben BNC 75 Ω Koaxial-Steckverbindungen. Es empfiehlt sich daher den SCART Stecker auf BNC für die drei Primärfarben RGB, S-VHS- und FBAS- Signale zu adaptieren um stabile Verbindungen zum Meßgerät zu gewährleisten.

Übergänge von SCART nach BNC 75 Ω Koaxialkabel für das Videosignal sind nicht handelsüblich. Der Weg führt über die normalen Cinch Verbindungen und weiter zu Cinch - BNC Adaptern, die handelsüblich sind.

Die Verbindungen für Audio sind bei handelsüblichen SCART-Kabeln auch mit Cinch Steckern erhältlich, die ebenfalls wie oben beschrieben auf BNC adaptiert werden.

5 Fazit

Die analoge Meßtechnik ist nicht tot. Solange digitalisierte Videosignale zur Abbildung auf einen - wie heute noch üblich - analogen Bildschirm wieder in das analoge Format zurück gewandelt werden müssen, besteht die Notwendigkeit die Analogausgänge der zum Einsatz kommenden Geräte auf die geforderten Qualitätsparameter zu überprüfen. In der Fertigung, wo man keine Sekunde Prüfzeit verschenken kann, ist der schnelle Videoanalysator R&S UAF das optimale Gerät zur Überwachung der einzuhaltenden Qualitätskriterien.

Sind umfangreichere Messungen durchzuführen ist das flexible und mit allen Meßmöglichkeiten ausgestattete Videomeßsystem R&S VSA die richtige Wahl. Dieser Analysator kann zudem auch als IEC 625/IEEE488-Bus-Kontroller das Fertigungs-Endprüfsystem ohne jeden zusätzlichen Aufwand steuern.

6 Einstellungen am VSA um ein Basic- Programm zu starten

- VSA in den Controller Mode umstellen:
 Hardkey **CONTROLLER** drücken
MAPPING wählen **ENTER**
DISPLAY
 Front Panel **DOS** wählen
 ext. Monitor **DOS** wählen
KEYBOARD
 Keyboard **ext. Monitor** wählen **ENTER**
- zweimal **ESC** Hardkey drücken
- DOS Mode ist gewählt C:\>
- eintippen C:\> **cd RS-BASIC** **ENTER**
 C:\ RS-BASIC>**BASIC** **ENTER**
 (Wechsel zu R&S Basic)
- **Diskette mit** Basic-Programmen **VSA_RGB1.BAS** und **RGBTIME1.BAS** in Laufwerk A des VSA einstecken und eintippen **ALOAD"A:VSA_RGB1.BAS"** **ENTER**
- Programm **VSA_RGB1.BAS** wird in VSA geladen
 eintippen **SAVE"VSA_RGB1.BAS"** **ENTER**
- Programm **VSA_RGB1.BAS** wird im VSA gespeichert
- eintippen **ALOAD"A: RGBTIME1.BAS"** **ENTER**
- Programm **RGBTIME1.BAS** wird in VSA geladen
- eintippen **SAVE" RGBTIME1.BAS"** **ENTER**
- Programm **RGBTIME1.BAS** wird im VSA gespeichert
- eintippen **LOAD"VSA_RGB1.BAS"** **ENTER**
RUN
- die RGB Messungen werden ausgeführt
- um ein neues Programm aufzurufen zuerst **delete all** **ENTER** eintippen
- eintippen **LOAD"RGBTIME1.BAS"** **ENTER**
RUN
- die Zeitdifferenzmessungen zwischen (R und G) und (B und G) werden ausgeführt

STOP Programm	CRTL / BREAK
zurück zu BASIC	F8
RUN	F2
LOAD	F5
SAVE	F6
zurück zu DOS	bye

Anhang 1

VSA_RGB1.bas

Messung der Videoparameter der RGB Komponenten mit R&S VSA

```
10 SET 1,3: MOVE 350,300: AREA 410,90: SET 2,15
15 PRINT " [2J Please wait..."
20 Vsa=20: IEC TIME 8000
22 IEC OUT Vsa,"*RST"
23 IEC TERM 10: IEC TIME 8000
25 IEC OUT Vsa,"conf:meas:ref:sel:all off;*wai"
30 IEC OUT Vsa,"calc:aver:meas:count 0;*wai"
35 REM PRINT "Measurement with initialization of VSA ? yes/no"
40 REM INPUT X$: IF X$="yes" THEN 100 ELSE 190
100 PRINT "VSA Initialisation in Progress..."
105 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel:all CLEAR;*wai"
110 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel LBAA,ON;*wai"
115 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel SAA,ON;*wai"
120 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel TILT,ON;*wai"
125 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel LNL,ON;*wai"
130 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel SXAP,ON;*wai"
135 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel SXAN,ON;*wai"
140 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel SXGP,ON;*wai"
145 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel SXGN,ON;*wai"
150 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel LNLB,ON;*wai"
155 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel LP,ON;*wai"
160 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro:sel LJPP,ON;*wai"
165 IEC OUT Vsa,"CONF:MEAS:TSIG:LINE T17C,34,TSIN,603,TSYN,17,TQU,50"
170 IEC OUT Vsa,"rout:ssel B;*wai"
175 IEC OUT Vsa,"STAT:VSAS LME;*wai"
180 IEC OUT Vsa,"conf:meas:gro sel;*wai"
190 PRINT " [2J"
195 REM first build up the measurement display
196 GOSUB 1000
200 IEC OUT Vsa,"rout:meas:isel A;*wai"
205 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LBAA;*wai"
210 IEC IN Vsa,X$: Alba=VAL(X$): IF Alba=0 THEN 205
215 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? TILT;*wai"
220 IEC IN Vsa,X$: Atilt=VAL(X$)
225 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LNL;*wai"
230 IEC IN Vsa,X$: Alnl=VAL(X$)
235 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXAP;*wai"
240 IEC IN Vsa,X$: Asxap=VAL(X$)
245 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXAN;*wai"
250 IEC IN Vsa,X$: Asxan=VAL(X$)
255 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXGP;*wai"
260 IEC IN Vsa,X$: Asxgp=VAL(X$)
265 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXGN;*wai"
270 IEC IN Vsa,X$: Asxgn=VAL(X$)
275 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LNLB;*wai"
280 IEC IN Vsa,X$: Alnlb=VAL(X$)
300 PRINT " [10;45H";USING "####.#";1000*Alba
305 PRINT " [12;45H";USING "-##.#";100*Atilt
310 PRINT " [13;45H";USING "-##.#";100*Alnl
315 PRINT " [14;45H";USING "-##.##";Asxap
320 PRINT " [15;45H";USING "-##.##";Asxan
325 PRINT " [16;45H";USING "-#####";1E9*Asxgp
```

```

330 PRINT " [17;45H";USING "-####";1E9*Asxgn
335 PRINT " [18;45H";USING "##.#";Alnb
340 'SET 1,3: MOVE 350,280: AREA 410,60: SET 2,155
400 IEC OUT Vsa,"rout:meas:isel B;*wai"
402 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LBAA;*wai"
404 IEC IN Vsa,X$: Blba=VAL(X$): IF Blba=0 THEN 402
406 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SAA"
408 IEC IN Vsa,X$: Bsaa=VAL(X$)
410 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? TILT;*wai"
412 IEC IN Vsa,X$: Btilt=VAL(X$)
414 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LNL;*wai"
416 IEC IN Vsa,X$: Blnl=VAL(X$)
418 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXAP;*wai"
420 IEC IN Vsa,X$: Bsxap=VAL(X$)
422 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXAN;*wai"
424 IEC IN Vsa,X$: Bsxan=VAL(X$)
426 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXGP;*wai"
428 IEC IN Vsa,X$: Bsxgp=VAL(X$)
430 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXGN;*wai"
432 IEC IN Vsa,X$: Bsxgn=VAL(X$)
434 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LNLB;*wai"
436 IEC IN Vsa,X$: Blnlb=VAL(X$)
438 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LP"
440 IEC IN Vsa,X$: Blp=VAL(X$)
442 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LJPP"
444 IEC IN Vsa,X$: Bljpp=VAL(X$)
500 PRINT " [10;55H";USING "####.#";1000*Blba
502 PRINT " [11;55H";USING "####.#";1000*Bsaa
505 PRINT " [12;55H";USING "-##.#";100*Btilt
510 PRINT " [13;55H";USING "-##.#";100*Blnl
515 PRINT " [14;55H";USING "-##.##";Bsxap
520 PRINT " [15;55H";USING "-##.##";Bsxan
525 PRINT " [16;55H";USING "-####";1E9*Bsxgp
530 PRINT " [17;55H";USING "-####";1E9*Bsxgn
535 PRINT " [18;55H";USING "##.#";Blnlb
540 PRINT " [19;55H";USING "##.####";1E6*Blp
545 PRINT " [20;55H";USING "####";1E9*Bljpp
600 IEC OUT Vsa,"rout:meas:isel C;*wai"
605 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LBAA;*wai"
610 IEC IN Vsa,X$: Clba=VAL(X$): IF Clba=0 THEN 605
615 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? TILT;*wai"
620 IEC IN Vsa,X$: Ctilt=VAL(X$)
625 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LNL;*wai"
630 IEC IN Vsa,X$: Clnl=VAL(X$)
635 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXAP;*wai"
640 IEC IN Vsa,X$: Csxap=VAL(X$)
645 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXAN;*wai"
650 IEC IN Vsa,X$: Csxan=VAL(X$)
655 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXGP;*wai"
660 IEC IN Vsa,X$: Csxgp=VAL(X$)
665 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? SXGN;*wai"
670 IEC IN Vsa,X$: Csxgn=VAL(X$)
675 IEC OUT Vsa,"read:meas:par? LNLB;*wai"
680 IEC IN Vsa,X$: Clnlb=VAL(X$)
700 PRINT " [10;65H";USING "####.#";1000*Clba
705 PRINT " [12;65H";USING "-##.#";100*Ctilt
710 PRINT " [13;65H";USING "-##.#";100*Clnl
715 PRINT " [14;65H";USING "-##.##";Csxap
720 PRINT " [15;65H";USING "-##.##";Csxan
725 PRINT " [16;65H";USING "-####";1E9*Csxgp
730 PRINT " [17;65H";USING "-####";1E9*Csxgn

```

```

735 PRINT " [18;65H";USING "##.#";Clnlb
740 GOTO 200
750 STOP
1000 REM print screen
1010 SET 2,3: MOVE 35,340: LABEL "R",2
1020 SET 2,4: MOVE 60,340: LABEL "G",2
1030 SET 2,9: MOVE 85,340: LABEL "B",2: SET 2,15
1040 MOVE 115,335: LABEL "Component Measurement with VSA",1
1050 PRINT " [97m"
1060 PRINT " [8;10HParameter";TAB(42);"Red";TAB(52);"Green";TAB(62);"Blue"
1070 PRINT " [97m"
1080 SET 1,3: MOVE 348,280: AREA 424,55: SET 2,15
1090 SET 1,4: MOVE 425,280: AREA 504,55: SET 2,15
1100 SET 1,9: MOVE 505,280: AREA 580,55: SET 2,15
1110 MOVE 348,280: DRAW 50,280: DRAW 50,55: DRAW 348,55
1120 PRINT " [10;10HLum Bar Ampl (abs)    mV"
1130 PRINT " [11;10HSync Ampl (abs)    mV"
1140 PRINT " [12;10HTilt                %/bar"
1150 PRINT " [13;10HLum NL                %"
1160 PRINT " [14;10HSin x/x Amplitude pos  dB/grat"
1170 PRINT " [15;10HSin x/x Amplitude neg  dB/grat"
1180 PRINT " [16;10HSin x/x Group Delay pos ns/grat"
1190 PRINT " [17;10HSin x/x Group Delay neg ns/grat"
1200 PRINT " [18;10HLum Noise Lumw (bar)   dB/bar"
1210 PRINT " [19;10HLine Period            us"
1220 PRINT " [20;10HLine Jitter pp          ns"
1230 RETURN

```

= ES

Anhang 2

RGBTIME1.bas

Messung der Zeitdifferenzen zwischen den Komponenten R-G und G-B mit R&S VSA

```
10 PRINT " [2J"
15 MOVE 160,370
20 SET 1,3: LABEL "Time positions",1
22 MOVE 0,340
25 SET 1,3: LABEL " of RGB components measured with VSA",1
30 PRINT " [6;15HTest signal CODEC43 with CCIR17 in line 34"
40 PRINT " [8;0HGreen component with sync pulse is time reference"
50 PRINT "Connections at VSA:"
60 PRINT "Red at input A, Green at input B, Blue at input C"
70 Vsa=20: IEC TERM 10: IEC TIME 4000: V=0.01
75 IEC OUT Vsa,"sens:scop:filt1 off"
76 IEC OUT Vsa,"sens:scop:filt2 off"
77 IEC OUT Vsa,"sens:scop:filt3 off"
80 REM F is "READY" switch, D is "dot" switch
90 F=0: D=0
100 PRINT
110 REM PRINT "Measurement with VSA initialization ? yes / no"
120 REMINPUT X$: IF X$="yes" THEN 130 ELSE 390
130 PRINT "VSA initialization in progress..."
140 IEC OUT Vsa,"STAT:VSAS SCOP"
150 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL1 A"
153 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL3 C"
155 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL3 C"
160 IEC OUT Vsa,"ROUT:SSEL B"
170 IEC OUT Vsa,"DISP:MODE TRIP,ON"
180 IEC OUT Vsa,"DISP:WIND1:TRAC:X:LPOS 34,26us,1.5us"
190 IEC OUT Vsa,"DISP:WIND1:TRAC:Y:BOTT -0.1V:TOP 1.1V"
220 IEC OUT Vsa,"DISP:WIND3:TRAC:X:LPOS 34,26us,1.5us"
230 IEC OUT Vsa,"DISP:WIND3:TRAC:Y:BOTT -0.1V:TOP 1.1V"
240 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC1:CURS2:TYPE PULS"
250 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC1:CURS2:X:LPOS 34,26us,1.5us"
280 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC3:CURS2:TYPE PULS"
290 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC3:CURS2:X:LPOS 34,26us,1.5us"
300 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC1:CURS1:TYPE LEV"
310 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC1:CURS1:X:LPOS 34,26us,0us"
340 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC3:CURS1:TYPE LEV"
350 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC3:CURS1:X:LPOS 34,26us,0us"
390 PRINT " Time measurement in progress...";
400 T=26
410 IEC OUT Vsa,"CALC:AVER:SCOP:COUN 8"
420 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL B"
425 IEC OUT Vsa,"DISP:WIND2:TRAC:X:LPOS 34,26us,1.5us"
427 IEC OUT Vsa,"DISP:WIND2:TRAC:Y:BOTT -0.1V:TOP 1.1V"
430 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC2:CURS1:TYPE LEV"
440 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC2:CURS2:TYPE PULS"
450 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC2:CURS1:X:LPOS 34,"+STR$(T)+"us,0us"
460 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC2:CURS2:X:LPOS 34,26us,2.0us"
470 REM measure the cursor timing difference
475 IEC OUT Vsa,"READ:SCOP:TRAC2:CURS2? DIFF"
480 IEC IN Vsa,X$
483 IF D=1 THEN 490
485 PRINT ".";
490 GOSUB 620
500 IF F=1 THEN 740
```

```

510 GOSUB 550
530 GOTO 470
550 REM Cursor shift
560 V$=LEFT$(R$,1)
570 IF V$="-" THEN 590
580 T=T+V: GOTO 600
590 T=T-V
600 IEC OUT Vsa,"CONF:SCOP:TRAC1:CURS1:X:LPOS 34,"+STR$(T)+"us,0.0us"
610 RETURN
620 REM Separation of level/time difference
630 A=LEN(X$)
640 IF A=25 THEN B=12: C=12
650 IF A=27 THEN B=13: C=13
660 IF A=26 THEN K$=MID$(X$,13,1)
670 IF K$="," THEN B=12: C=13 ELSE B=13: C=12
680 REM IF A=25 THEN C=12
690 L$=LEFT$(X$,B)
700 R$=RIGHT$(X$,C)
710 IF F=1 THEN 730
715 Z=VAL(R$)
720 IF ABS(Z)<0.5E-9 THEN F=1
725 IF ABS(Z)>1E-8 THEN V=0.01 ELSE V=0.001
728 IF ABS(Z)>1E-7 THEN V=0.1
730 RETURN
740 PRINT " [17;3H Time offset between Red and Green components"
750 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL A"
760 IEC OUT Vsa,"READ:SCOP:TRAC1:CURS2? DIFF"
770 IEC IN Vsa,X$: GOSUB 620
780 PRINT " [17;60H";USING "-###";VAL(R$)*1E9;" ns"
790 PRINT " [19;3H Time offset between Blue and Green components"
800 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL C"
810 IEC OUT Vsa,"READ:SCOP:TRAC3:CURS2? DIFF"
820 IEC IN Vsa,X$: GOSUB 620
830 PRINT " [19;60H";USING "-###";VAL(R$)*1E9;" ns"
835 PRINT " [21;60H"
837 IEC OUT Vsa,"ROUT:SCOP:ISEL B": D=1: F=0: GOTO 470
840 STOP
850 END

```

= ES