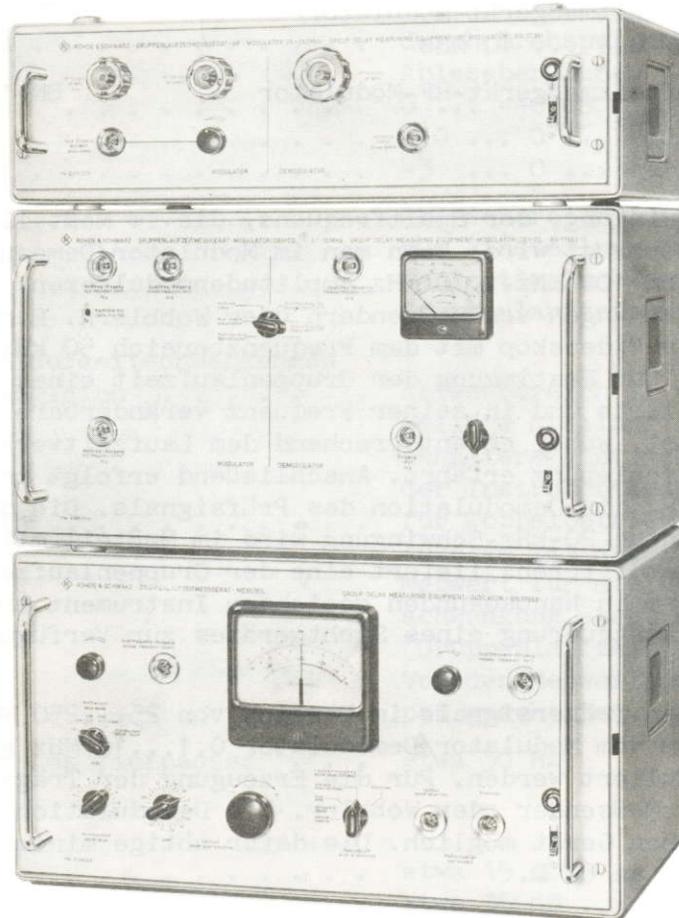


GRUPPENLAUFZEIT-MESSPLATZ



- ▶ Messung der Gruppenlaufzeit von $\pm 3 \dots 1000$ ns
- ▶ Frequenzbereich 0,1 MHz ... 10 MHz und 25 MHz ... 250 MHz (1000 MHz)
- ▶ Das Gerät eignet sich zur Untersuchung und Messung aktiver und passiver Vierpole, auch wenn sie zum Betrieb Zeilensynchronimpulse benötigen (15-kHz-Folgefrequenz)
- ▶ Anzeige der Gruppenlaufzeit: statisch durch Instrument dynamisch mit Wobbler und Sichtgerät
- ▶ Wichtiges Gerät für die Farbfernseh-Meßtechnik

Allgemeines

Der Gruppenlaufzeit-Meßplatz Type LFM dient zur Bestimmung der Gruppen- und Phasenlaufzeit von aktiven und passiven Vierpolen.

Der Meßplatz besteht aus drei Geräten:

Gruppenlaufzeitmeßgerät-Meßteil	}	BN 17950
Gruppenlaufzeitmeßgerät-Modulator/ Demodulator 0,1 ... 10 MHz		
Gruppenlaufzeitmeßgerät-HF-Modulator 25 ... 250 MHz		BN 17951

Mit einer 20-kHz-Schwingung, der Spaltfrequenz, die im Meßteil des Gruppenlaufzeit-Meßplatzes erzeugt wird, kann man im Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz Trägerschwingungen von 100 kHz...10 MHz amplitudenmodulieren. Als Trägersignale eignen sich Spannungen von Meßsendern oder Wobblern. Ein passender Wobbler ist zum Beispiel das Videoskop mit dem Frequenzbereich 50 kHz...20 MHz, Type SWOF BN 424101. Zur Bestimmung der Gruppenlaufzeit eines Vierpols wird das mit 20 kHz modulierte und in seiner Frequenz veränderbare Prüfsignal durch das Meßobjekt geleitet, wobei es entsprechend dem Laufzeitverhalten des Prüflings eine Phasenverschiebung erfährt. Anschließend erfolgt im Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz die Demodulation des Prüfsignals. Die durch die Gleichrichtung zurückgewonnene 20-kHz-Schwingung wird im Meßteil mit der Bezugsphase verglichen; die Phasendifferenz liefert eine der Gruppenlaufzeit proportionale Spannung, die an einem in Nanosekunden geeichten Instrument angezeigt wird oder an einer Buchse zur Ansteuerung eines Sichtgerätes zur Verfügung steht.

Im HF-Modulator können Trägersignale im Bereich von 25...250 MHz mit der Spaltfrequenz oder mit dem vom Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz gelieferten Meßsignal amplitudenmoduliert werden. Für die Erzeugung der Trägerschwingung eignen sich gleichfalls Meßsender oder Wobbler. Die Demodulation verstärkter HF-Signale ist im gleichen Gerät möglich. Die dafür nötige minimale Signalamplitude beträgt $0,5 V_{eff}$ an 60Ω .

Eigenschaften

Charakteristische Eigenschaften des vollständigen Meßplatzes, wie sie sich durch das Zusammenspiel der Funktionen der Einzelgeräte ergeben:

Frequenzbereich der Messung

ohne HF-Modulator BN 17951 0,1 ... 10 MHz
mit HF-Modulator BN 17951 25 ... 250 MHz

Verwendete Spaltfrequenz 20 kHz ± 100 Hz

Amplituden der Meßsignale

(Meßsignal = mit Spaltfrequenz modulierte Meßfrequenz; $m = 60\%$ Normalwert)

Gesamtanzeigebereich für Gruppenlaufzeit-
zeitschwankungen 0 ... ± 1000 ns

Abweichung gegenüber der Grundgruppen-
laufzeit entspricht $0... \pm 7,2^\circ$ Phasenschwan-
kung der 20-kHz-Spaltfrequenz; um-
schaltbar auf fünf Teilbereiche

Einstellung durch Drehschalter mit den Stellungen
 (des jeweiligen Anzeigebereiches) "Vorabgleich
 ±1000 ns
 ± 300 ns
 ± 100 ns
 ± 30 ns } vorzugsweise für
 ± 10 ns" } dynamische Messung

Meßwertanzeige

Anzeigeart statisch durch Drehspulinstrument mit drei
 Ablesebereichen
 Ablesebereich I 0 ... -40 dB
 Ablesebereich II -10 ... 0 ... +10 (ns)
 Ablesebereich III -3 ... 0 ... +3 (ns)
 Amplitudenanzeige Ablesebereich I (Relativ-Anzeige)
 zur Einstellung des Meßpegels auf
 den optimalen Wert zur richtigen
 Gruppenlaufzeitanzeige

Anzeige von Gruppenlaufzeitschwankungen
 nach erfolgtem Vorabgleich

Anzeigeart dynamisch für Wobbelbetrieb; die Instrumenten-
 anzeige ist dabei abgeschaltet. Der
 Meßwert für die Gruppenlaufzeit-
 schwankung steht nur am Meßausgang
 "Gruppenlaufzeit" zur Verfügung.
 Vor den Meßwertausgang ist ein Tief-
 paß geschaltet.

Obere Grenzfrequenz des Tiefpasses etwa 30 Hz
 (3-dB-Abfall)

Sperrdämpfung

bei 50 Hz etwa 15 dB
 bei 100 Hz etwa 35 dB

Höchste zulässige Frequenzablauf-
 geschwindigkeit bei Wobbelbetrieb

abhängig von den Eigenschaften des
 Meßobjektes, jedoch = 10 Hz

Auflösung von Gruppenlaufzeitschwankungen (Auflösungsfehler)

Zulässiger Abstand zwischen zwei Schwan-
 kungsmaxima für einen zusätzlichen

Meßfehler von $\begin{cases} < \\ \leq \\ \geq \\ > \end{cases}$ $\begin{cases} -1\% \\ -2\% \\ -5\% \\ -10\% \end{cases}$ $\begin{cases} \geq \\ \geq \\ \geq \\ \geq \end{cases}$ $\begin{cases} 520 \text{ kHz} \\ 360 \text{ kHz} \\ 240 \text{ kHz} \\ 170 \text{ kHz} \end{cases}$

Einlaufzeit etwa 30 min

Fehlergrenzen der Messung

(bei Netzennspannung, 23 °C Raumtemperatur, 1 MHz Meßfrequenz
 und richtiger Einpegelung der Meßsignale)

bei der Bestimmung der Grundlaufzeit
 eines Meßobjektes $\leq \pm 5\%$ für Werte < 3000 ns

bei der Messung von Gruppenlauf-
zeitschwankungen unter Außerachtlassung
des Auflösungsfehlers $\begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} \pm 5\%$ für die Instrumentenanzeige
= $\pm 5\%$ für den Meßausgang (dynamisch)

Zusätzliche Meßfehler durch Einflußgrößen

Änderung der Anzeige durch Netzspannungs-
einfluß (für Schwankungen $\pm 10\%$ um die Nennspannung)

Kurzzeitkonstanz $\leq \pm 10$ ns
Langzeiteinfluß durch Nachstellung der Betriebs-
einstellungen ausgleichbar

Änderung der Anzeige durch Temperatureinfluß

im Temperaturbereich $+10 \dots +35$ °C durch Nachstellung der Betriebs-
einstellungen ausgleichbar

Änderungen der Anzeige in Abhängigkeit

von der Meßfrequenz ¹⁾ gemäß den Angaben bei den betreffen-
den Modulatoren/Demodulatoren

Änderungen der Anzeige infolge Amplituden-
schwankungen des Meßsignals, die durch
das Meßobjekt verursacht werden

$\leq \pm 3$ ns für Schwankungen bis -20 dB
unter den günstigsten Arbeitspegel
der jeweils angegebenen Teilgeräte

Eigenschaften Meßteil

Meßsignale

Spaltfrequenz-Ausgangssignal zum Modulator
Frequenz 20 kHz ± 100 Hz
Ausgangsspannung einstellbar durch Drehregler
"Spaltfrequenz-Ausgang"
Einstellbereich etwa 0,2...1 V_{eff} an 75 Ω
Anschluß HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar²⁾
Ausgangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleich-
spannungsfrei
Quellwiderstand 75 $\Omega \pm 10\%$
Spaltfrequenz-Eingangssignal vom Demodulator
Frequenz 20 kHz
Zulässige Eingangsspannung 10 mV...3 V_{eff}
Zur richtigen Laufzeitanzeige muß
der interne Meßpegel einen bestimmten
Wert aufweisen (Pegelanzeige "0 dB")
Anschluß HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar²⁾
Eingangsschaltung unsymmetrisch, geerdert, gleich-
spannungsfrei
Eingangswiderstand 75 $\Omega \pm 10\%$

¹⁾ Wird im Meßobjekt die Phase um 180° gedreht, so entspricht dies (bei 20-kHz-Spaltfrequenz) einer scheinbaren
zusätzlichen Laufzeit von 25 μ s, die beim Ergebnis zu berücksichtigen ist.

²⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsetzen leicht auf viele andere Systeme
umstellen; siehe Datenblatt 902 000.

Meßausgang "Gruppenlaufzeit" für dynamische Messung

Anschluß	HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ¹⁾ zusätzlich eine Telefonbuchse zum Masseanschluß
Ausgangsschaltung	unsymmetrisch, geerdet
Quellwiderstand	etwa 50 k Ω
Meßwert-Signal	der Gruppenlaufzeitschwankung pro- portionale Gleichspannung
Ausgangsspannung (an $R_a \geq 500 \text{ k}\Omega$)	etwa $\pm 0,5 \text{ V}$ für Vollausschlag des Instrumentes (in allen Meßbereichen)
Polarität	+ gegen Masse = Laufzeitzunahme - gegen Masse = Laufzeitabnahme
Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom Meßwert (der Gruppenlaufzeitschwankung).	linear

Betriebsarten

Einstellung durch Drehschalter mit den Stellungen	Amplitude Gruppenlaufzeit - statisch Gruppenlaufzeit - dynamisch
Stellung "Amplitude" (Meßpegel)	Instrumentenanzeige des relativen in- ternen Meßpegels der demodulierten Spaltfrequenz für die Phasenmessung; er muß vor jeder Messung auf die An- zeige "0 dB" gebracht werden.
Pegeleinstellung	durch Drehregler "Spaltfrequenz- Eingang"
Einstellbereich	> 50 dB
Pegelanzeige am eingebauten Instrument .	0 ... -40 dB
Stellung "Gruppenlaufzeitmessung- statisch"	Instrumentenanzeige der Gruppenlauf- zeitschwankung (Abweichung der Grup- penlaufzeit von der Grundgruppen- laufzeit)
Kompensation der Grundgruppen- laufzeit	0 ... > 50 μs (entspricht 0...> 360 ° Phasenverschiebung der 20-kHz-Spalt- frequenz)

Einstellung der Grundlaufzeit

Stufenweise

Grobstufen	unkalibrierter Drehschalter "Vorab- gleich" mit den Stellungen "1...24" (eine Schaltstufe entspricht etwa 2,1 μs)
Feinstufen	Drehschalter mit den Stellungen "0...2,8" (eine Schaltstufe ent- spricht 100 ns $\pm 5\%$)
Stetig	unkalibrierter Drehschalter "+ -" mit einem Einstellbereich von etwa 120 ns

¹⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 000.

Stellung "Gruppenlaufzeitmessung-dynamisch"

Meßwertanzeige der Gruppenlaufzeit-schwankung über Meßausgang "Gruppenlaufzeit"
 Einstellung der Grundgruppenlaufzeit . . wie unter "Gruppenlaufzeitmessung-statisch" beschrieben

Kompensation der Grundgruppenlaufzeit (Vorabgleich)

(Einstellung des Bezugswertes für die Anzeige der Gruppenlaufzeitschwankungen)

Abgleichvorgang in Stellung "Vorabgleich" des Meßbereichsschalters durch stufenweise und stetige Einschaltung einer zusätzlichen Phasenverschiebung der Bezugsphase bis zur Instrumentenanzeige "0"

Stellung "Vorabgleich" grob und fein . . Kompensation der Grundgruppenlaufzeit der Meßanordnung

Bemerkung

Die Messung beruht auf Ermittlung und Anzeige der 20-kHz-Phasenverschiebung zwischen Spaltfrequenz-Eingang und -Ausgang, die ein unmittelbares Maß für die Gruppenlaufzeit ist. Eine direkte Instrumentenablesung ist dabei nur für die Schwankungen um einen Bezugswert (Grundgruppenlaufzeit) möglich. Eine Ermittlung der absoluten Gruppenlaufzeit des Meßobjektes muß durch Differenzmessung geschehen, um die Eigenlaufzeit der Meßanordnung zu eliminieren (Die Kompensation der Grundgruppenlaufzeit erfaßt bei eingeschaltetem Meßobjekt die Laufzeiten von Meßanordnung + Meßobjekt, bei Kurzschlußbetrieb der Meßanordnung nur die Eigenlaufzeit der Meßanordnung).

Ermittlung der Grundlaufzeit eines Meßobjektes

Durchführung durch Differenzmessung (bei einer Zusatzmessung im Kurzschlußbetrieb des gesamten Meßplatzes entspricht die auftretende Laufzeit-Differenz -gegenüber dem Kompensationswert- der Laufzeit im Meßobjekt)

Ablesung Instrumentenanzeige

Anzeige der Gruppenlaufzeitschwankung

statisch Instrument
 Ablesebereich Instrument -10 ... 0 ... +10 ns und
 - 3 ... 0 ... + 3 ns
 Anzeige angenähert linear
 Gesamtbereich der meßbaren Gruppenlaufzeitschwankung 3 ... 1000 ns

dynamisch am VF-Wobbelempfänger, z.B. Videoskop Type SWOF BN 424101/2
 Ablesebereich wie Instrument
 Anzeige angenähert linear
 Gesamtbereich der meßbaren Gruppenlaufzeitschwankung 3 ... 1000 ns

Fehlergrenzen des Meßteils

Anzeigefehler für Pegelschwankungen

am Instrument $\leq \pm 10\%$ vom angezeigten dB-Wert

Anzeigefehler für Laufzeitschwankungen (bei Meßpegel "0 dB")

am Instrument statisch $\leq \pm 5\%$

am Meßausgang dynamisch $\leq \pm 5\%$

Einfluß des Meßpegels auf die Laufzeitanzeige

Änderung der Laufzeitanzeige bei Schwankungen des internen Meßpegels
gemäß der Instrumentenanzeige

zwischen 0 ... -30 dB $\leq \pm 2$ ns

zwischen 0 ... -40 dB $\leq \pm 10$ ns

Eigenschaften Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz

Modulator

"Meßfrequenz-Eingang" des Modulators 0,1...10 MHz Trägersignal
vom Trägersignal-Generator oder Wobblers

Erforderliche Trägeramplitude $1,5 V_{SS} \pm 30\%$ (für $m = 60\%$)
(Meßfrequenz)

Anschluß HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ¹⁾

Eingangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleich-
spannungsfrei

Eingangswiderstand $75 \Omega \pm 10\%$
(im Bereich 0,1...10 MHz)

"Spaltfrequenz-Eingang" des Modulators
(Verbindung zum Ausgang des Meßteils)

Erforderliche Spaltfrequenz-
Amplitude (20 kHz) $1 V_{eff} \pm 30\%$ (für $m = 60\%$)

Anschluß HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ¹⁾

Eingangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleich-
spannungsfrei

Eingangswiderstand $75 \Omega \pm 10\%$

Ausgangssignal (modulierte Meßfrequenz)

EMK der Ausgangsspannung $3 V_{SS} \pm 30\%$
bei Einstellung der eingespeisten
Trägeramplitude auf $1,5 V_{SS}$ der Meß-
frequenz-Überwachungsanzeige

Anschluß HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ¹⁾

Ausgangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleich-
spannungsfrei

Ausgangswiderstand $75 \Omega \pm 5\%$

¹⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 000.

Modulationsgrad	Normalwert: $m = 60\%$ Einstellung durch Spaltfrequenz-Amplitude
Stör-Phasenhub $\Delta\varphi$	$\leq 1^\circ$ (für $m \leq 60\%$)
Spaltfrequenz-Unterdrückung (im Ausgangssignal)	durch Kompensationsschaltung
Mindestwert (Störabstand der nach dem Meßsignal überlagerten Spaltfrequenz zum Nutzsignal)	> 40 dB
Nachstellmöglichkeit (optimale Einstellung bei Maximum der Kontrollanzeige)	durch Einstellregler "Kontrolle" (mit Schlitzachse zur Schraubenzieher-Einstellung)

Demodulator

Erforderliche Eingangsspannung (Zulässige Meßsignalspannung hinter dem Meßobjekt, bei der eine Einstellung auf den optimalen Arbeitspunkt "0 dB" des Demodulators möglich ist)	0,5 ... 10 V_{SS} (an 75 Ω) (eine Messung ist noch bis zu etwa 0,05 V_{SS} herunter möglich)
Anschluß	HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ¹⁾
Eingangsschaltung	unsymmetrisch, geerdet, gleichspannungsfrei
Eingangswiderstand	75 $\Omega \pm 5\%$
Zulässiger Anteil der dem Meßsignal überlagerten Spaltfrequenz	$\leq 10\%$
Interner Demodulationspegel (optimaler Arbeitspunkt des Demodulators)	dieser muß einen gewissen Wert aufweisen, damit eine verzerrungsfreie Demodulation gewährleistet ist (am Instrument Pegelanzeige "0 dB")
Einstellung	durch einen Stufen-Eingangsspannungsteiler für das Meßsignal
Einstellbereich	22 dB, in 11 Schritten zu 2 dB
Pegelanzeige	am Kontrollinstrument
Linearer Demodulationsbereich (bei $m = 60\%$)	20 dB (Pegelanzeige 0...-20 dB)
Einfluß des Demodulationspegels auf die Laufzeitmessung	siehe Einflußgrößen auf die Gruppenlaufzeitmessung Modulator/Demodulator
EMK der Ausgangsspannung der (demodulierten) Spaltfrequenz (20 kHz)	1 $V_{eff} \pm 30\%$ (bei $m = 60\%$ und einem Demodulationspegel "0 dB")

"Spaltfrequenz-Ausgang" des Demodulators (Verbindung zum Eingang des Meßteils)

Anschluß	HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ¹⁾
Ausgangsschaltung	unsymmetrisch, geerdet, gleichspannungsfrei
Ausgangswiderstand	75 $\Omega \pm 10\%$

¹⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 000.

Überwachungsanzeige (Kontrollinstrument)

- Ein- bzw. Umschaltung durch Drehstufenschalter mit den Stellungen "Meßfrequenz - Modulationsgrad % - Kontrolle - Demodulator-Eingangsspannung - Spaltfrequenz-Ausgangsspannung"
- Stellung "Meßfrequenz" 0 ... 1,5 V_{SS}
Anzeige der Träger-Amplitude in V_{SS} (Ablesebereich I) zur Einstellung auf den optimalen Modulator-Arbeitspunkt
- Stellung "Modulationsgrad %" 0 ... 60%
Anzeige des Modulationsgrades (durch Messung der Spaltfrequenz-Amplitude). Die Anzeige gilt nur, wenn die Träger-Amplitude auf eine Anzeige in Stellung "Meßfrequenz" von 1,5 V_{SS} eingepegelt ist.
- Stellung "Kontrolle" Hinweispfeil
Kontroll-Anzeige zur Einstellung der optimalen Unterdrückung der Spaltfrequenz im Ausgangssignal
- Stellung "Demodulator-Eingangsspannung" -25 ... 0 dB
Anzeige des relativen "Demodulationspegels"
- Stellung "Spaltfrequenz-Ausgangsspannung" 0 ... 3 V_{SS}
($\hat{=} 0 \dots 1,06 V_{eff}$)
Anzeige der Amplitude der demodulierten Spaltfrequenz am Ausgang zum Meßteil
- Einflußgrößen auf die Gruppenlaufzeitmessung (Meßfehler)
- Meßpegel $\leq \pm 2,5$ ns
(Änderungen der Eigen-Gruppenlaufzeit des "Modulators/Demodulators 0,1...-10 MHz" durch Amplitudenschwankungen des internen Demodulationspegels zwischen 0...-20 dB)
- Meßfrequenz $\leq \pm 2$ ns
(Änderungen der Eigen-Gruppenlaufzeit des "Modulators/Demodulators 0,1...-10 MHz" bei Frequenzänderung zwischen 0,1...10 MHz)
- Modulationsgrad der Modulationsgrad des mit der Spaltfrequenz modulierten Meßsignals hat für $m \leq 60\%$ keinen Einfluß auf das Meßergebnis, solange im Meßobjekt keine Übersteuerungseffekte auftreten und die vorgeschriebenen Meßpegel erhalten bleiben. Es muß allerdings dabei beachtet werden, daß bei kleinen Modulationsgraden eine im Meßobjekt eventuell auftretende Störmodulation eine zusätzliche Meßunsicherheit verursachen kann.

HF-Modulator

Anwendungsfrequenzbereich

Meßfrequenz 25 ... 250 MHz
(Trägersignal)

Modulationsfrequenz 50 Hz ... 10 MHz
(Spaltfrequenz oder bereits mit Spaltfrequenz modulierte Videosignal einschließlich Synchronzeichen)

Eigenschaften der Modulation

Vorbemerkung:

Der günstigste Arbeitsbereich des Modulators liegt bei den angegebenen Werten von Meßsignalpegel und Modulationspegel. Eine zusätzliche Einstellung oder Überwachung am HF-Modulator selbst ist nicht möglich.

Modulator-HF-Eingang

Erforderliche Trägeramplitude etwa 1 V_{eff}
(Meßfrequenz 25...250 MHz)

Anschluß Kurzhubstecker Dezifix B, umrüstbar¹⁾

Eingangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleichspannungsfrei

Eingangswiderstand 50 oder 60 Ω (bei Bestellung bitte angeben)

Welligkeitsfaktor s $\leq 1,4$

Modulator-Modulationseingang

Erforderliche Modulationssignalamplitude 1 V_{eff} ±20% (für m = 60%)

Der Modulationspegel ist zusätzlich am Gerät mittels eines unkalibrierten Drehreglers einstellbar. Der angegebene Wert gilt bei voll aufgedrehtem Regler

Anschluß HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar²⁾

Eingangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleichspannungsfrei

Eingangswiderstand 75 Ω ±3%
(im Bereich 20 kHz...10 MHz)

Eigenschaften des Ausgangssignals (modulierte Meßfrequenz)

Ausgangsspannung etwa 70...150 mV_{eff} an 50 oder 60 Ω
(bei Trägereingangsspannung 1 V_{eff})

Anschluß Kurzhubstecker Dezifix B, umrüstbar¹⁾

Ausgangsschaltung unsymmetrisch, geerdet, gleichspannungsfrei

¹⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 100.

²⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 000.

Ausgangswiderstand	50 oder 60 Ω
Welligkeitsfaktor s	$\leq 1,2$
Modulationsgrad	Normalwert m = ca. 60%
(bei Eingangspegel 1 V _{eff})	
Stör-Phasenhub $\Delta\varphi$	$\leq 1^\circ$ (für m \leq 60%)

Modulationsfrequenz-Unterdrückung

(Störabstand der noch dem Meßsignal überlagerten Modulationsfrequenz zum Nutzsignal)

Spaltfrequenz (20 kHz)	≥ 60 dB
Videofrequenz (0,1...10 MHz)	≥ 20 dB

Eigenschaften der Demodulation

Demodulator-HF-Eingang

Zulässige Eingangsspannung	0,5...5 V _{eff} (an 60 Ω)
(Meßsignal vom Meßobjekt)	
Anschluß	Kurzhubstecker Dezifix B, umrüstbar ¹⁾
Eingangsschaltung	unsymmetrisch, geerdet
Eingangswiderstand	60 Ω
Welligkeitsfaktor s	$\leq 1,1$
(im Bereich 25...250 MHz)	

Demodulator-Ausgang

(Spaltfrequenz bzw. mit dieser modulierte Videofrequenz)

Ausgangsspannung	abhängig vom Eingangspegel und Modulationsgrad des Meßsignals (z.B. etwa 100 mV _{eff} an 75 Ω , bezogen auf 1,5 V Eingangsspannung und Modulationsgrad 60%)
Anschluß	HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar ²⁾
Ausgangsschaltung	unsymmetrisch, geerdet, gleichspannungsfrei
Ausgangswiderstand	75 $\Omega \pm 10\%$

¹⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 100.

²⁾ Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 000.

Sonstige Daten

Röhrenbestückung

Gruppenlaufzeitmeßgerät-Meßteil 11 x E 88 CC 1 x E 182 CC
 4 x E 30 CC 2 x E 130 L
 4 x E 188 CC 1 x EF 804 S
 1 x E 80 CF 1 x 85 A 2
 8 x EF 800

Gruppenlaufzeitmeßgerät-
 Modulator/Demodulator 6 x E 282 F 3 x E 130 L
 2 x EF 800 2 x E 180 F
 3 x E 80 CC 3 x E 88 CC
 3 x E 182 CC 4 x EH 900 S
 2 x EF 804 S 2 x 85 A 2
 1 x EL 803

Gruppenlaufzeitmeßgerät-
 HF-Modulator 2 x E 130 L 1 x 85 A 2
 2 x E 88 CC 2 x E 282 F
 2 x E 180 F 1 x EC 8010
 2 x E 810 F

Netzanschluß 110/115/220/235 V $\pm 5\%$, 47...63 Hz
 -15%

Farbe grau, RAL 7001
 (RAL 7030 gegen Berechnung)

Beschriftung zweisprachig: deutsch/englisch

Abmessungen (B x H x T), Gewicht und Stromaufnahme

	Stromaufnahme	Gewicht	Abmessungen
Gruppenlaufzeit- meßgerät-Meßteil BN 17950	230 W	34 kg	540 x 301 x 431 mm R&S-Normkasten Größe 581 mit abnehm- barem Deckel
Gruppenlaufzeit- meßgerät-Modulator/ Demodulator 0,1 ... 10 MHz BN 17950	300 W	31 kg	540 x 301 x 431 mm R&S-Normkasten Größe 581 mit abnehm- barem Deckel
Gruppenlaufzeit- meßgerät-HF- Modulator 25 ... 250 MHz BN 17951	170 W	19 kg	540 x 166 x 431 mm R&S-Normkasten Größe 541 mit abnehm- barem Deckel

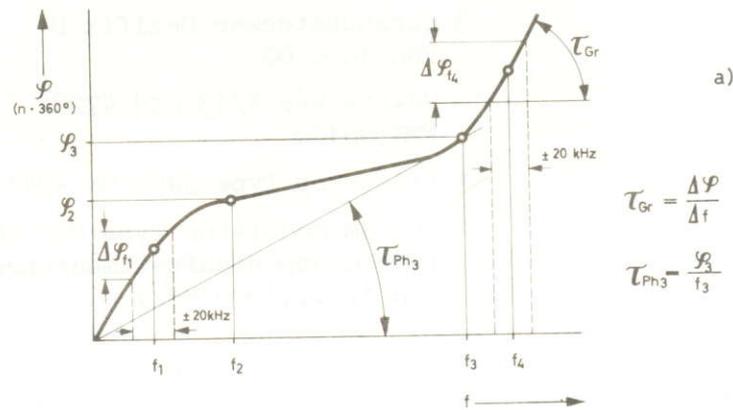
- Bestellbezeichnung ▶ Gruppenlaufzeitmeßplatz Type LFM
bestehend aus
- Gruppenlaufzeitmeßgerät-Meßteil und
Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz BN 17950
- Gruppenlaufzeitmeßgerät-
HF-Modulator 25...250 MHz BN 17951
- Mitgeliefertes Zubehör 3 Netzkabel (LK 333), 2 m lang,
(im Preise eingeschlossen) 2 HF-Verbindungskabel, 50 cm
(75 Ω , 13-mm-R&S-Stecker DIN 47284)
BN 9111407/50
- Empfohlene Ergänzungen 3 HF-Verbindungskabel, 100 cm
(gesondert zu bestellen) (60 Ω , s < 1,25 bis 1 GHz, Dezifix B)
BN 9111106/100
- 4 HF-Verbindungskabel, 100 cm
(75 Ω , 13-mm-R&S-Stecker DIN 47284)
BN 9111407/100
- 3 Kurzhubstecker Dezifix B
FNB 1006/60
- 10 HF-Stecker 4/13 DIN 47284
FMS 90100
- 1 Videoskop Type SWOF BN 424101/2
- 1 UHF-AM-Modulator Type MAD BN 4191
(für Gruppenlaufzeitmessungen im Bereich
von 170...1000 MHz)

Aufgaben und Anwendung

Gruppenlaufzeitmessung im Bereich von 0,1 ... 10 MHz

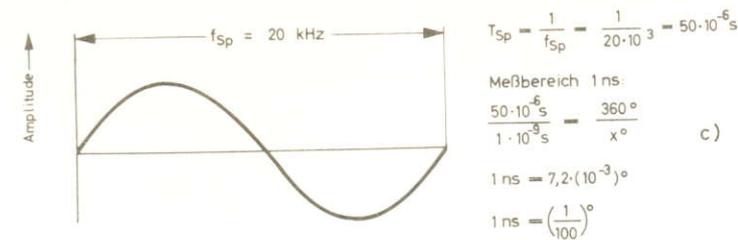
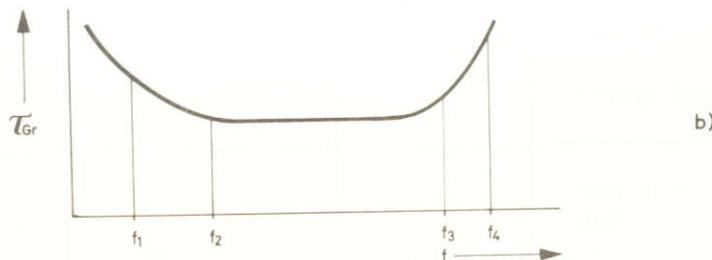
Die Grundgeräte des Gruppenlaufzeitmeßplatzes, das Meßteil (Phasenmesser für 20 kHz) und der Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz, eignen sich zur Messung des Gruppenlaufzeitganges aktiver und passiver Vierpole im Frequenzbereich von 0,1...10 MHz. Fernsehsysteme, die zum Betrieb Synchronzeichen (Zeilenimpulse ohne Bildimpulse) benötigen, können untersucht werden.^{*)} Der Meßplatz arbeitet nach dem von Nyquist und Brand vorgeschlagenen Spaltfrequenzverfahren. Das Meßsignal 0,1...10 MHz wird beim LFM mit einer niedrigen Frequenz - der Spaltfrequenz 20 kHz - moduliert. Die Phasenverschiebung der Spaltfrequenz mit dem Meßsignal, die durch das Meßobjekt erfolgt, ist ein direktes Maß für die Gruppenlaufzeitschwankungen des Prüflings. Eine hohe Auflösung der Phasenkurven und der Wunsch, die Laufzeit bis zu den unteren Frequenzen der Vierpole (einige Kilohertz) zu messen, erfordert nach dieser Methode eine sehr niedrige Spaltfrequenz (Abb.1).

Phasenkurve eines Vierpols mit Phasen- und Gruppenlaufzeit (Abb.1)



$$\tau_{Gr} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta f}$$

$$\tau_{Ph3} = \frac{\varphi_3}{f_3}$$



Anzeigeempfindlichkeit

Die beim LFM verwendete Spaltfrequenz von 20 kHz erlaubt, bis 100 kHz die Gruppenlaufzeit zu bestimmen und benötigt bei einer Anzeigeempfindlichkeit der Gruppenlaufzeitschwankungen von ± 1 ns eine Genauigkeit des Phasenmessers von $1/100^\circ$. Damit dürfte man die mit normalen Mitteln erreichbare Anzeigeempfindlichkeit der Phasenmesser erreicht haben.

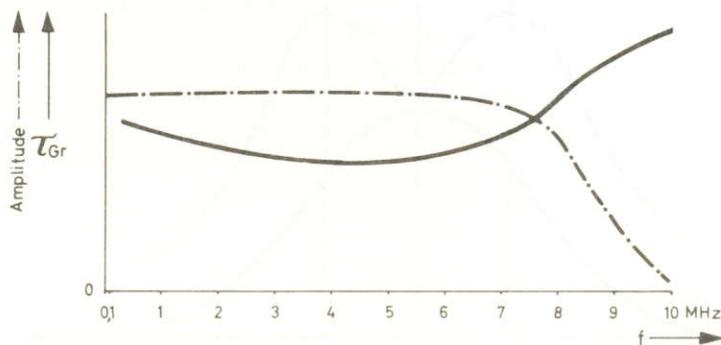
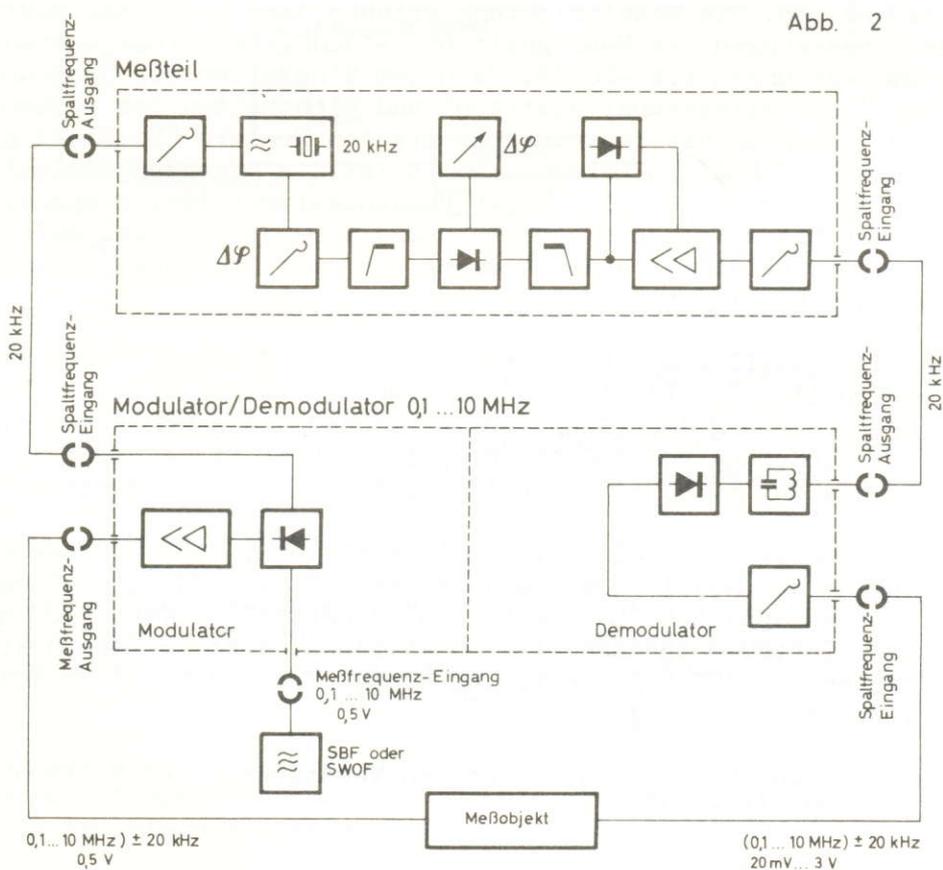
^{*)} Wir empfehlen hierzu unsere Synchronimpuls-Austaststufe BN 17952.

Für Messungen an Fernsehsystemen, bei denen Schwankungen der Phasenkurve innerhalb des Übertragungskanals von $\pm 3^\circ$ interessieren, ist es erforderlich, Gruppenlaufzeitschwankungen in der Größe von ± 12 ns zu messen. Dieser Wert kann mit dem Gruppenlaufzeitmeßplatz Type LFM gemessen werden, wenn das Meßobjekt nicht durch Rausch- oder Brummspannung den Meßvorgang stört.

Zur Bestimmung der Gruppenlaufzeit sind der Spaltfrequenzgang des Meßteils mit dem Spaltfrequenzeingang des Modulators und der Spaltfrequenzgang des Demodulators mit dem Spaltfrequenzeingang des Meßteils durch 75- Ω -Kabel zu verbinden (Abb.2). An die Buchse "Meßfrequenzeingang" des Modulators ist ein Meßsender (zum Beispiel der R&S-Video-Breitband-Meßsender Type SBF) oder ein Wobbelsender (zum Beispiel das R&S-Videoskop Type SWOF) anzuschließen. Wobbeloszillatoren, die mit einer Netzfrequenz von 50 oder 60 Hz betrieben werden, eignen sich nicht für Laufzeitmessungen, da bei dieser relativ schnellen Wobelfrequenz der 20-kHz-Phasenmesser des LFM nicht einschwingen kann.

Blockschema des LFM zur Bestimmung des Gruppenlaufzeitganges von Videoverstärkern und Netzwerken (Meßbereich 100 kHz...10 MHz)

Abb. 2

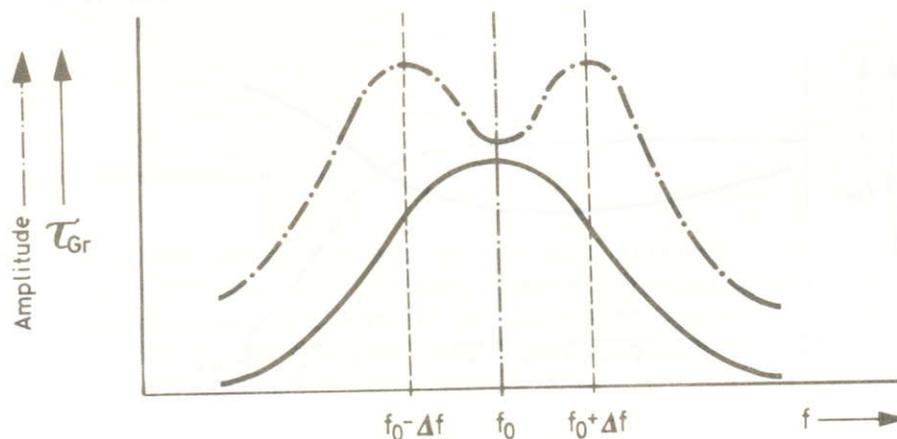


Das Meßobjekt, dessen Ein- und Ausgang 75Ω betragen sollte, ist über $75\text{-}\Omega$ -Kabel mit den Buchsen "Meßfrequenzgang" am Modulator und "Eingang" am Demodulator zu verbinden. Besitzt das Meßobjekt einen von 75Ω abweichenden Wellenwiderstand, soll durch Transformationsglieder für eine einwandfreie Anpassung gesorgt werden. Vor der Messung ist am Instrument des Modulators/Demodulators $0,1 \dots 10$ MHz auf der Schalterstellung "Meßfrequenz" zu kontrollieren, ob der Pegel des angeschalteten Meßsenders $1,2 \dots 1,5 V_{SS}$ beträgt. Mit dem Regler "Spaltfrequenzgang" am Meßteil ist anschließend der Modulationsgrad auf $50 \dots 60\%$ einzustellen. Zur optimalen Demodulation des Meßsignals über einen Bereich von etwa 20 dB ist mit dem Regler "Eingang" und auf der Schalterstellung "Demodulator-Eingangsspannung" der Instrumentenanzeige die Meßobjektausgangsspannung nachzustellen. Im Übertragungsbereich des Meßobjektes soll das Instrument etwa 0 dB zeigen; damit ist gewährleistet, daß bei Dämpfungsschwankungen bis zu 20 dB noch einwandfreie Meßergebnisse erzielt werden. Die vom Demodulator an der Buchse "Spaltfrequenzgang" abgegebene 20-kHz -Schwingung gelangt über das $75\text{-}\Omega$ -Kabel zum Meßteil und kann auf Schalterstellung "Laufzeitmessung; Amplitude" angezeigt werden. Mit dem Regler "Spaltfrequenzeingang" am Meßteil ist das Signal im Übertragungsbereich des Meßobjektes auf 0 dB zu pegeln. Während des Meßvorganges sollte man diesen Wert nicht überschreiten. Die Meßeinrichtung erlaubt dann bei einem Meßfehler von ± 2 ns Pegelschwankungen des Meßsignals bis -10 dB, bei einem Meßfehler von ± 4 ns Pegelschwankungen bis -20 dB. Nach dem Einstellen der Spannungspegel ist auf Stellung "Laufzeitmessung; statisch" und Einschalten des Meßbereiches Vorabgleich der Ausschlag des Instrumentes mit den Reglern "Laufzeit grob" und "Laufzeit fein" auf Null zu bringen. Damit ist die Grundgruppenlaufzeit, die bei tiefen Trägerfrequenzen gleich der Phasenlaufzeit ist, kompensiert. Bei Veränderung der Trägerfrequenz oder Wobblung wird die Gruppenlaufzeitabweichung des Meßobjektes direkt am Instrument oder auf Stellung "dynamisch" am Bildschirm eines Oszillographen angezeigt.

Die Eichung des Oszillographenschirmes ist in der Stellung "Meßbereich ± 100 ns" und mit dem Schalter "Laufzeit fein" möglich. Pro Stufe wird mit dem Schalter eine Phasenverschiebung der 20-kHz -Spaltfrequenzschwingung erzeugt, die einer Gruppenlaufzeitänderung von 100 ns entspricht. Eine Nacheichung bei Änderung des Meßbereiches auf z. B. ± 10 oder ± 30 ns ist nicht erforderlich.

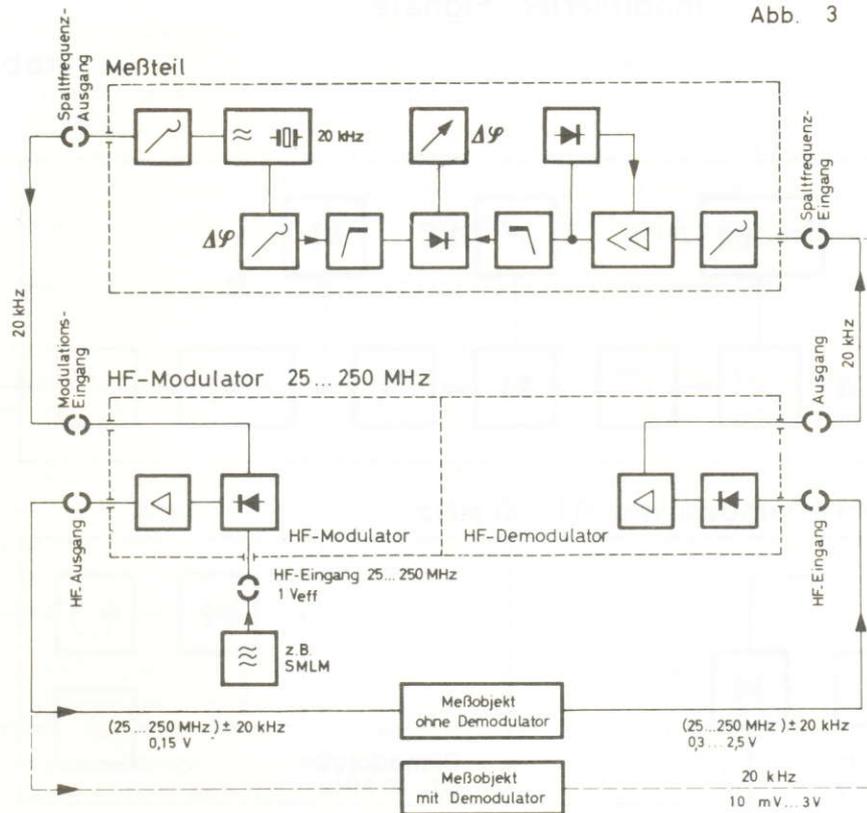
Will man die Grundlaufzeit eines Vierpols ermitteln, sind vor der Messung Ausgang und Eingang des Modulators/Demodulators $0,1 \dots 10$ MHz mit einem Kabel zu verbinden. Der am Schalter "Laufzeit fein" eingestellte Wert (100 ns pro Stufe) ist zu dem Instrumentenausschlag zu addieren. Wird im Meßobjekt die Phase der Spaltfrequenz um 180° gedreht, ist dieser Wert, der bei 20 kHz 25×10^{-6} s entspricht, zu berücksichtigen.

Messung der Gruppenlaufzeit von selektiven Verstärkern und Filtern im Bereich $25 \dots 250$ MHz (Abb. 3).



Blockschema des LFM zur Bestimmung des Gruppenlaufzeitganges von selektiven Verstärkern und Filtern im Bereich 25...250 MHz (ohne Begrenzer)

Abb. 3

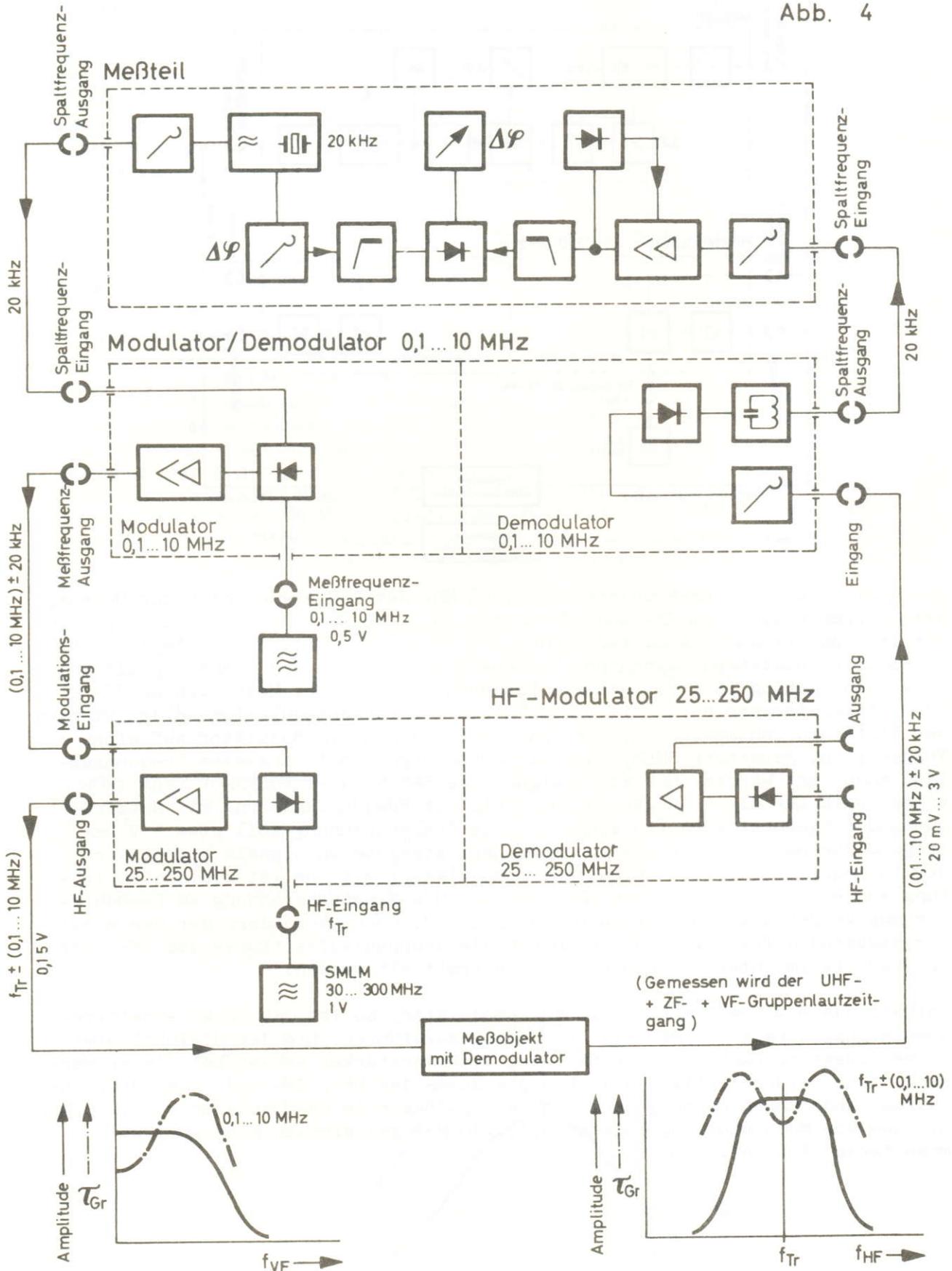


Das Meßteil und der HF-Modulator 25...250 MHz des LFM eignen sich zur Messung der Gruppenlaufzeit im ZF- und HF-Bereich 25...250 MHz. Der HF-Modulator wird mit der Spaltfrequenz amplitudenmoduliert ($m = 60\%$). Die bei der Amplitudenmodulation entstehende synchrone Phasenwinkeländerung des Trägersignals ist dabei sehr gering ($< 1^\circ$). Größere Phasenhübe führen bei Messungen an ZF- oder HF-Verstärkern durch die Demodulation der Phasenmodulation an den Flanken der Filter zu Fehlmessungen. Die Spaltfrequenz kann im Modulator auf einen Träger (z.B. Meßsender SMLM) oder ein Wobbersignal mit langsamem Frequenzablauf moduliert werden. Das Wobbersignal des R&S-Gerätes POLYSKOP Type SWOB eignet sich für diese Aufgabe nicht, weil die Frequenzänderung mit Netzfrequenz durchgeführt wird (zu schnell). Die Trägerspannung soll etwa 1 V betragen. Zur Demodulation des vom Meßobjekt abgegebenen Signals eignet sich der im Modulatorbaustein enthaltene Demodulator; mit ihm ist die Gleichrichtung von HF-Signalen bis 1000 MHz möglich. Die Eingangsspannung am Demodulator muß größer als $0,5 V_{\text{eff}}$ sein, maximal 5 V. Durch Verändern der dem Modulator steuernden Trägerfrequenz kann nun die Gruppenlaufzeitkurve des HF- oder ZF-Vierpols im interessierenden Bereich ermittelt werden.

Enthält das Meßobjekt einen eigenen Demodulator, so ist das 20-kHz-Spaltfrequenzsignal direkt dem Meßteil über Kabel zuzuführen. Die dem Gleichrichter im Meßobjekt nachgeschalteten NF- oder Videoverstärker werden bei dieser Messung nicht berücksichtigt. Will man die Summe der HF-, ZF- und Video-Gruppenlaufzeitänderungen messen, dann ist der HF-Träger im HF-Modulator 25...250 MHz mit dem vom Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz gelieferten Meßsignal zu modulieren (Abb. 4).

Blockschema des LFM zur Bestimmung des Gruppenlaufzeitganges von Empfängern und Demodulatoren für die Übertragung amplitudenmodulierter Signale

Abb. 4



Auf diese Weise werden die Gruppenlaufzeitschwankungen aller an der Selektion beteiligten Verstärker und Filter gemessen.

Für Gruppenlaufzeitmessungen im Bereich von 170...1000 MHz eignet sich der R&S-Modulator Type MAD BN 4191. Das Ausgangssignal dieses Gerätes beträgt bei der Ansteuerung mit 2-V-HF-Träger ca. 20 mV. Dieser Wert ist für Messungen an Empfängern und Umsetzern ausreichend. Vor der Messung ist am MAD genau nach Betriebsanleitung der Phasenabgleich der Modulationsbrücke durchzuführen, weil sonst der bei ungenauem Abgleich entstehende synchrone Phasenhub die Messung der Gruppenlaufzeitänderung beeinträchtigt.

Sollen Fernsehsysteme, die zum Betrieb Synchronzeichen benötigen, gemessen werden, ist das Meßsignal des Modulators/Demodulators 0,1...10 MHz in einer Mischeinrichtung mit Synchronzeichen zu versehen. Zu diesem Zweck eignet sich der R&S-Meßmischer Type MSF BN 4194 bzw. der Prüfsignalgeber Type SPF BN 4238. In ihm wird das vom Modulator/Demodulator 0,1...10 MHz gelieferte Signal mit Zeilensynchronzeichen (Folgefrequenz 15 kHz) gemischt (Abb. 5; siehe nächste Seite). Es ist aber auch möglich, Video-Prüfsignalgeneratoren, die mit einem Eingang für Bildsignale (Meßsignale) ausgerüstet sind, durch das Meßsignal des LFM zu modulieren. Das mit Zeilenimpulsen gemischte Meßsignal kann zur Untersuchung von Empfängern mit Demodulatoren im HF-Modulator 25...250 MHz auf Trägersignale moduliert werden.

Die Messung mit Synchronzeichen kann nur dann erfolgen, wenn der Amplitudengang des Meßobjektes ≥ 2 dB beträgt. Bei größeren Amplitudenänderungen im Meßbereich muß vor den Video-Demodulator eine Austasteinrichtung (zum Beispiel Störspannungsmesser Type UPSF oder Synchronimpuls-Austaststufe BN 17952) geschaltet werden.

Dem angezeigten Meßwert sind Störimpulse, die die Synchronzeichen verursachen, überlagert (< 20 ns).

Blockschaltbild des Gruppenlaufzeitmeßplatzes LFM zur Bestimmung des Gruppenlaufzeitganges von Videoverstärkern und Netzwerken mit Zeilensynchronimpulsen im Bereich 0,1...10 MHz

Abb. 5

