



DEKADISCHER HF-MESSENDER

Frequenzbereiche

BN 41 103

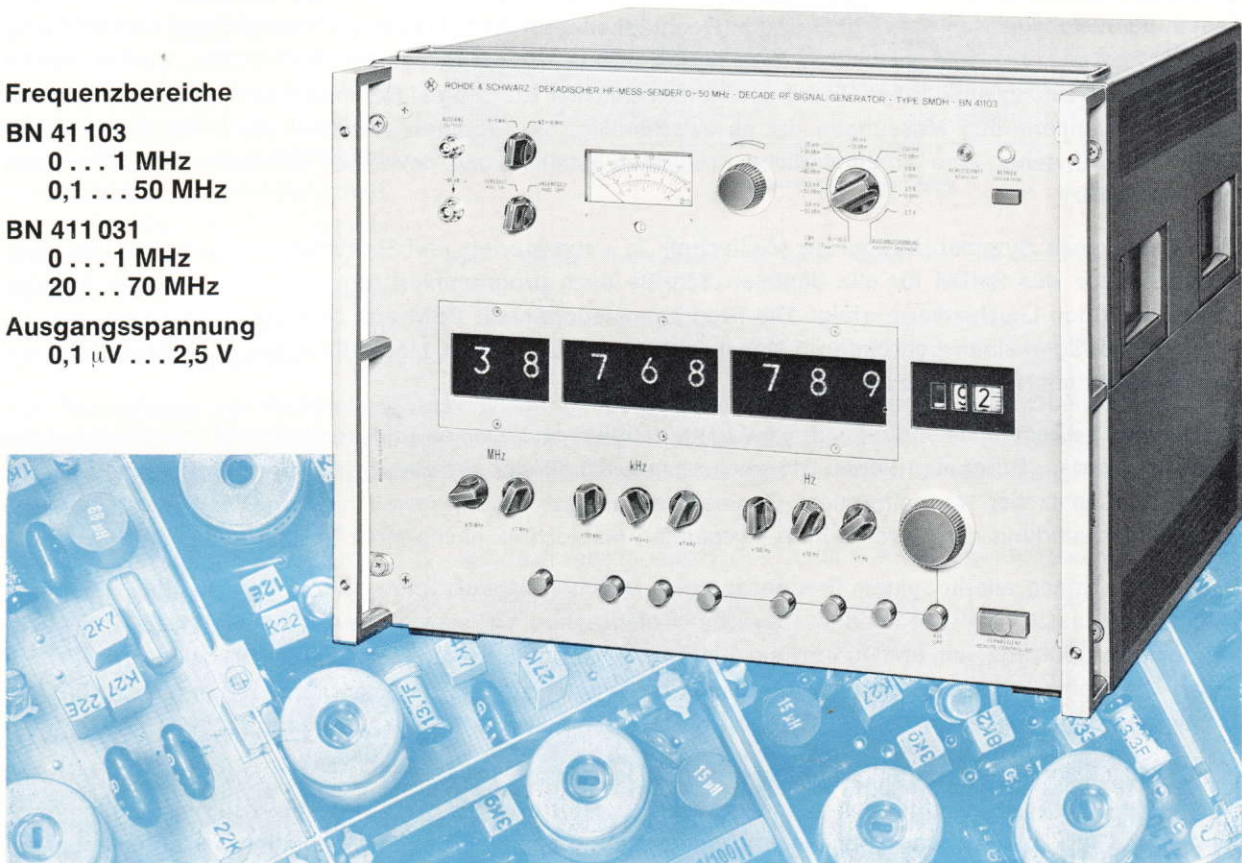
0 ... 1 MHz
0,1 ... 50 MHz

BN 411 031

0 ... 1 MHz
20 ... 70 MHz

Ausgangsspannung

0,1 μ V ... 2,5 V



Charakteristische Merkmale

Digitale Frequenzeinstellung in kleinsten Schritten von 1 Hz

Direkte, fehlerfreie Frequenzsynthese

Fernbedienbar, mit Zusatzgeräten programmierbar (z. B. Programmsteuereinheit PSM BN 411 039 von R&S)

Elektronische Frequenzumschaltung, Schaltzeit $< 100 \mu$ s

Eindeutige Ziffernanzeige auch bei Frequenz-Fernbedienung

Zusätzliche kontinuierliche Frequenzeinstellung mit dekadisch wählbaren Bereichen von 1 Hz bis 1 MHz (Genauigkeit 0,01 Hz bis 10 kHz)

Nebenwellenabstand > 100 dB, Rauschabstand > 126 dB

Eingebautes Frequenznormal der Klasse 10^{-9} („stand-by“-Betrieb möglich)

Alle gebräuchlichen Modulationsarten mit entsprechenden Modulatoren

Volltransistoriert (ausschließlich mit Silizium-Halbleitern bestückt)

Eigenschaften und Anwendung

Der Dekadische HF-Meßsender SMDH ist das erste Gerät einer Typenreihe, bei der das Verfahren der Frequenzsynthese, bisher von R&S mit großem Erfolg bei den Normalfrequenz-Generatoren und Dekadischen Steuerstufen angewendet, konsequent auf einen universellen Meßsender übertragen wurde.

Die Ausgangsfrequenz überstreicht beim Modell BN 41 103 den gesamten Frequenzbereich von 0 bis 50 MHz in zwei weit überlappenden Teilbereichen von 0 bis 1 MHz und 0,1 bis 50 MHz. Bei der Variante BN 411 031 liegt der obere Teilbereich zwischen 20 und 70 MHz, wo eine Vielzahl von Funksprechgeräten betrieben wird, deren Entwicklung, Fabrikation und Wartung Meßsender mit hoher Frequenzauflösung benötigen.

Bei beiden Geräten ist die Ausgangsfrequenz in kleinsten Schritten von 1 Hz mit der Genauigkeit des eingebauten quarzstabilisierten Steuergenerators (Genauigkeitsklasse 10^{-9}) rasch, verzögerungsfrei und eindeutig einstellbar. Die Anzeige der gewählten Frequenz erfolgt durch gut ablesbare Leuchtziffern. Eine Kontrolle der Frequenzrastung entfällt auf Grund des fortschrittlichen Konzeptes. Bei manchen Aufgaben, insbesondere bei orientierenden Messungen, ist es zweckmäßig, die Frequenz zum Teil stetig einzustellen. Der SMDH erlaubt daher eine kontinuierliche Frequenzeinstellung mit dekadisch wählbaren Bereichen von 1 Hz bis 1 MHz.

Dem Trend nach Automatisierung der Meßtechnik in Laboratorien und Prüffeldern folgend, ist die Ausgangsfrequenz des SMDH für alle digitalen Schritte auch programmiert fernwählbar, wobei die Anzeige ebenfalls an den Leuchtziffern erfolgt. Die Programmsteuereinheit PSM aus dem R&S-Programm, die als Informationsträger einen genormten 5-Kanal-Lochstreifen verwendet, bietet die notwendige Ergänzung zur programmgesteuerten Frequenzwahl.

Die geregelte Ausgangsspannung von 2,5 V kann definiert stufenweise und kontinuierlich bis $0,1 \mu\text{V}$ abgeschwächt werden. Durch den hohen Störabstand von 100 dB sind die einschränkenden Grenzen, die bisher manchem Einsatz der Normalfrequenz-Generatoren gesetzt waren, soweit hinausgerückt, daß einer universellen Anwendung des Gerätes in der gesamten Meßtechnik nichts mehr im Wege steht.

Der SMDH vermag alle in seinem Frequenzbereich üblichen Modulationsarten zu verarbeiten. Geeignete Modulatoren setzen die Modulation (Sprache, Telegraphie, Meßsignale usw.) auf eine feste Zwischenfrequenz von 300 kHz um und führen sie über den Informationseingang dem SMDH zu. Dort wird sie linear, d. h. mit praktisch vernachlässigbaren Verzerrungen in die Ausgangsfrequenz umgesetzt. Für die wichtigen Modulationsarten A3 und F3 steht der Meßmodulator MAF zur Verfügung.

Auf Grund dieser Eigenschaften empfiehlt sich der Dekadische HF-Meßsender SMDH besonders für Aufgaben, die gute Treffsicherheit und Frequenzkonstanz erfordern, für die Automatisierung von Reihenmessungen und für Untersuchungen an Nachrichtengeräten, die mit modernen Modulationsverfahren arbeiten.

Spektrale Reinheit des Ausgangssignals

Ein wesentliches Maß für die Güte eines nach der Frequenzsynthese erzeugten Signals ist der unter dem Begriff der spektralen Reinheit zusammengefaßte Nebenwellen- und Rauschabstand. Beide bestimmen bei vielen Meßaufgaben die erreichbare Dynamik.

Beim SMDH erreichen beide Abstände hohe Werte, die in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen. So wird ein Nebenwellenabstand von mehr als 100 dB garantiert, der das Gerät in allen Anwendungsgebieten praktisch uneingeschränkt anwendbar macht, selbst in solchen Fällen, bei denen durch Frequenzvervielfachung der Nebenwellenabstand entsprechend verschlechtert wird. Den Rauschabstand des Ausgangssignals bestimmt im wesentlichen seine Rausch-Phasenmodulation. Sie bedingt eine kontinuierliche Verteilung von Rauschseitenbändern beiderseits des Nutzsignals. Deren Dämpfung gegenüber dem Nutzsignal als Funktion des Frequenzabstandes vom Nutzsignal, bezogen auf 1 Hz „Meßbandbreite“, ist in den technischen Daten angegeben. Ein typisches Meßergebnis mit den eingetragenen Garantiewerten zeigt Bild 1. Die Rausch-Seitenbänder lassen sich darüber hinaus noch in den Rausch-Frequenzhub und die sog. Frequenzkurzzeitkonstanz umrechnen. Inwieweit sie die Anwendungsgrenzen des Gerätes bestimmen, zeigen drei typische Fälle.

Der wohl häufigste Fall ist die Messung selektiver Objekte wie Filter, Empfänger u. ä. Einfachheitshalber wird als Indikator meist ein breitbandiges Voltmeter nachgeschaltet. Entfernt man sich nun bei der Messung des Dämpfungsverlaufes vom Durchlaßbereich und nimmt die Selektion des Filters hohe Werte an, dann liegen am Ausgang des Filters die in den Durchlaßbereich fallenden Rauschseitenbänder in derselben Größenordnung wie das abgeschwächte Nutzsignal: das Voltmeter zeigt deren Summe an. Bei Fortsetzung der Messung nach noch höheren Dämpfungen überwiegt das Rauschen und die Messung ist nicht mehr auswertbar.

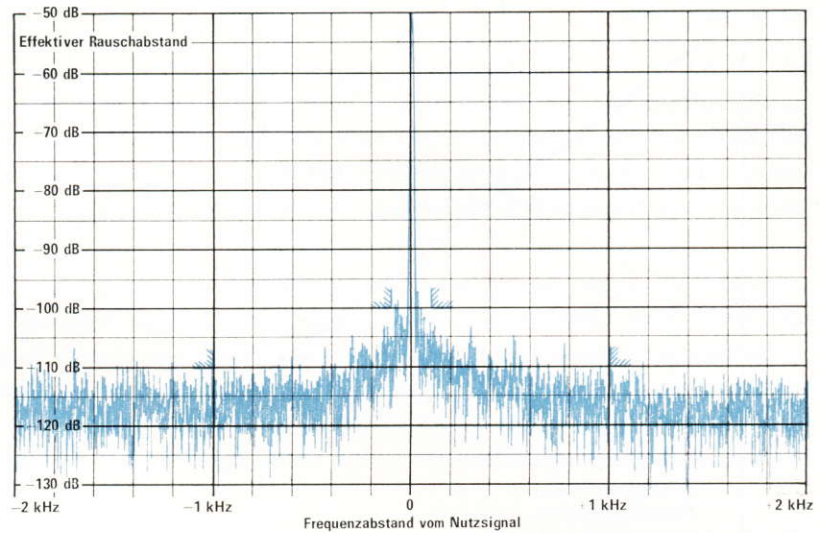


Bild 1 Effektiver Rauschabstand des SMDH, bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite

Zur Abschätzung der Verhältnisse rechnet man in einem derartigen Fall die für 1 Hz Meßbandbreite angegebenen Rauschseitenbänder auf die Bandbreite des zu messenden Filters um. Die folgende Tabelle zeigt für vier unterschiedliche Bandbreiten die Mindest-Rauschabstände der Seitenbänder, die der erreichbaren Meßdynamik entsprechen.

Filterbandbreite B in Hz	Mindestrauschabstand des SMDH in dB im Abstand von			
	± 100 Hz	± 1 kHz	± 10 kHz	± 1 MHz
10	90	100	110	116
100	80	90	100	106
500	—	83	93	99
1000	—	—	90	96

Voraussetzung ist, daß das Meßobjekt selbst keine Rauschquellen besitzt, die die Dynamik weiter einschränken. Mit selektiven Spannungsmessern läßt sich der erreichbare Meßumfang jedoch stets erweitern.

Beim zweiten Anwendungsfall, dem SMDH als frequenzmoduliertem Meßsender, bestimmt der durch Phasenrauschen hervorgerufene Rauschhub den Störabstand zum eingestellten Nutzhub. Auch in diesem Fall errechnet sich der Rauschhub auf Grund der gesetzmäßigen Zusammenhänge aus den Rauschseitenbändern. Er ist als Funktion der Bandbreite in Bild 2 dargestellt. Darüber hinaus wirkt sich das Phasenrauschen in unsystematischen Frequenzschwankungen aus: die Frequenz weicht kurzzeitig von dem über einen längeren Zeitraum beobachteten Mittelwert ab (Frequenzkurzzeitkonstanz). Bei Frequenzmessungen mit kurzer Beobachtungs-

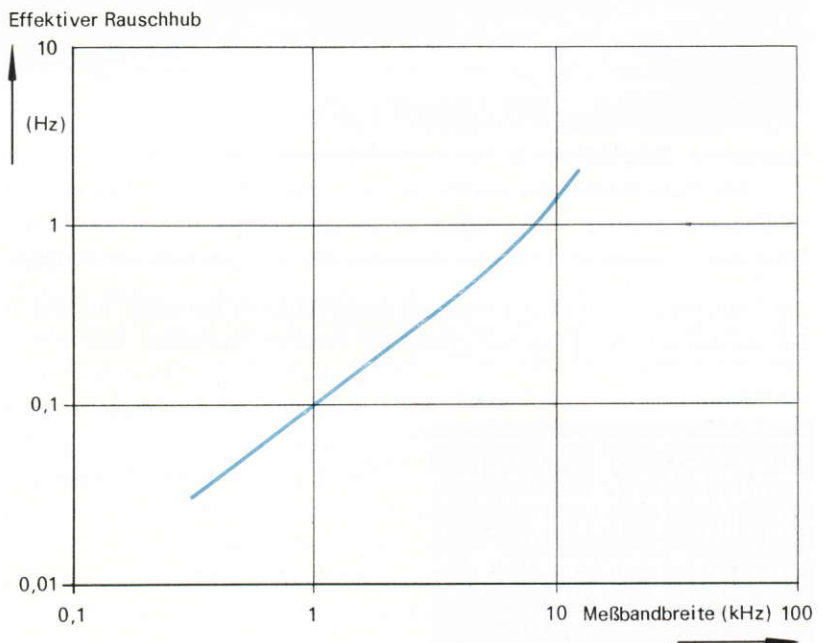


Bild 2 Effektiver Rauschhub als Funktion der Meßbandbreite

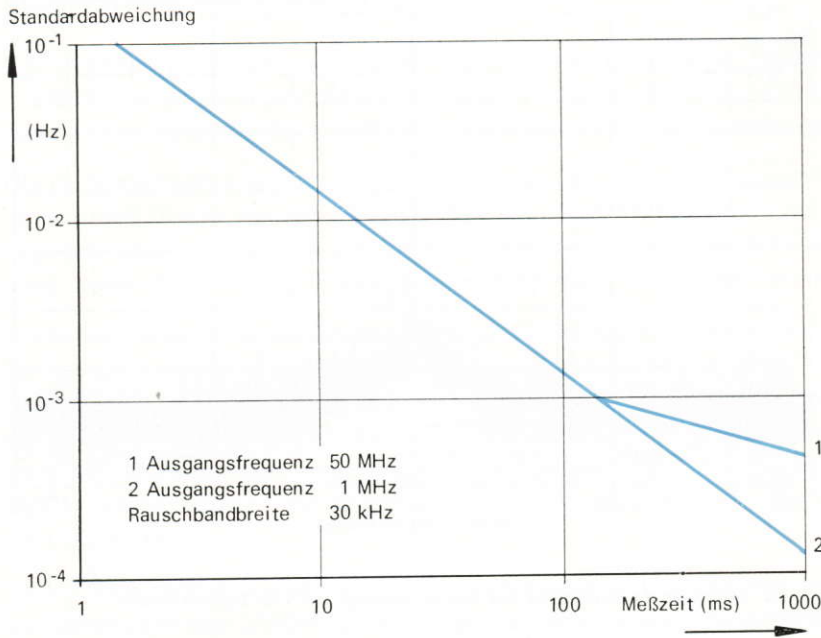


Bild 3 Typische Standardabweichung der Frequenz, abhängig von der Meßzeit

zeit, bei denen die Ausgangsfrequenz des SMDH als Referenz herangezogen wird, bestimmen diese Schwankungen die kleinsten erkennbaren Frequenzänderungen der Meßgröße. Zur Definition bedient man sich der Statistik und gibt die Standardabweichung als Funktion der Beobachtungszeit an. Sie sagt aus, daß rund 68% der beobachteten Frequenzwerte einen Fehler aufweisen, der unter der angegebenen Standardabweichung liegt. Entsprechend der vorliegenden Gaußverteilung liegen 95% der beobachteten Frequenzfehler innerhalb der doppelten Standardabweichung. Die beim SMDH erreichten typischen Werte für eine Rauschbandbreite von 30 kHz zeigt Bild 3.

Die angegebenen Werte der Rauschseitenbänder, des Rauschhubes und der Standardabweichung der Frequenz sind nahezu unabhängig von der Ausgangsfrequenz des SMDH. Das erklärt sich daraus, daß sich die Ausgangsfrequenz aus Festfrequenzen zusammensetzt, die alle etwa gleichen Rauschabstand aufweisen. Lediglich die Standardabweichung der Frequenz zeigt zu hohen Ausgangsfrequenzen und großer Meßzeit hin eine steigende Tendenz. Die Ursache liegt in der sich bemerkbar machenden Frequenz-Inkonstanz des Steuergenerators: Der angegebene Wert von etwa $5 \cdot 10^{-4}$ Hz verlangt bei 50 MHz eine rel. Frequenzkonstanz von rund $1 \cdot 10^{-11}$. Aus diesem Grunde werden die angegebenen Werte der Standardabweichung, besonders bei langer Meßzeit, nur bei gut eingelaufenem Gerät und bei konstanten Umweltbedingungen erreicht.

Elektronische Frequenzumschaltung

Als Besonderheit besitzt der SMDH eine elektronische Frequenzumschaltung. Jeder zu schaltenden Festfrequenz ist dazu ein Diodennetzwerk zugeordnet, das von einem Gleichstrom gesteuert – ein Aus-/Ein-Verhältnis von mehr als 120 dB aufweist. Die Steuerung des Gleichstroms erfolgt durch die Frequenzeinstellung am Gerät oder durch Fernbedienung.

Besondere Sorgfalt wurde bei den elektronischen Schaltern auf eine vernachlässigbar kleine Störstrahlung der Schaltleitungen verwendet. Ein mehrgliedriger Tiefpaß sorgt dafür, daß die dort auftretenden HF-Spannungen nur bei einigen μV liegen. Umgekehrt erzielt man damit einen hohen Schutz gegen die Einstreuung unerwünschter Störspannungen auf die Festfrequenzen.

Die Tiefpässe sind naturgemäß mit einer Laufzeit behaftet, die den Schaltbefehl um etwa $40 \mu\text{s}$ verzögert. Zusammen mit der Einschwingzeit der Frequenzumsetzer und Frequenzteiler von etwa $20 \mu\text{s}$ ergibt dies

einen typischen Wert der Umschaltzeit von $60 \mu\text{s}$. Er bleibt damit weit unter dem Garantiewert von $100 \mu\text{s}$, der erst bei gleichzeitiger Schaltung aller Dekaden über große Frequenzsprünge annähernd erreicht wird. Ein typisches Beispiel einer Frequenzumschaltung zeigt Bild 4.

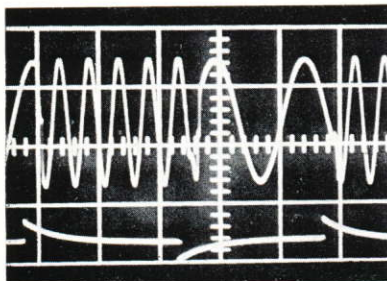


Bild 4 Schirmbildaufnahme eines Frequenzwechsels von 3333 Hz auf 9999 Hz, Zeitmaßstab 0,2 ms/cm

Arbeitsweise und Aufbau

Der SMDH gewinnt den dekadisch einstellbaren Anteil der Ausgangsfrequenz nach dem Verfahren der direkten Frequenzsynthese. Bei diesem Verfahren werden zunächst aus der hochkonstanten 5-MHz-Steuerfrequenz eine Anzahl synchroner Festfrequenzen abgeleitet. Alle Frequenzteiler und -vervielfacher sind so ausgelegt, daß sie die hohe Konstanz der Steuerfrequenz auf die Festfrequenz übertragen. Jeder dieser Festfrequenzen ist ein fest abgestimmter Bandpaß zugeordnet, der den hohen Störabstand von mehr als 100 dB gewährleistet.

Die eigentliche Frequenzsynthese arbeitet mit einer reinen Misch- und Filtertechnik. Die zur Synthese der Ausgangsfrequenz benötigten Festfrequenzen werden über die elektronischen Schalter einer Kette von Umsetzern zugeführt, wobei jeder Dezimalstelle ein elektronischer Schalter mit Umsetzer zugeordnet ist. Im letzten Umsetzer entsteht die Ausgangsfrequenz. Dieser Umsetzer ist für die beiden Frequenzbereiche des Gerätes unterteilt, wobei im tieferen Frequenzbereich 0...1 MHz die 1-MHz- und 10-MHz-Dekaden außer Betrieb sind. Da ihre Rauschanteile somit entfallen, steht unterhalb 1 MHz das Ausgangssignal mit einem höheren Rauschabstand zur Verfügung.

Zur kontinuierlichen Frequenzeinstellung der Ausgangsfrequenz kann ein Interpolationssignal in die 1-Hz- bis 1-MHz-Umsetzerguppe eingespeist werden. Es läßt sich wahlweise dem eingebauten und von Hand durchstimmbaren LC-Oszillator entnehmen oder mit Zusatzgeräten (z. B. Wobbler) dem SMDH von außen zuführen.

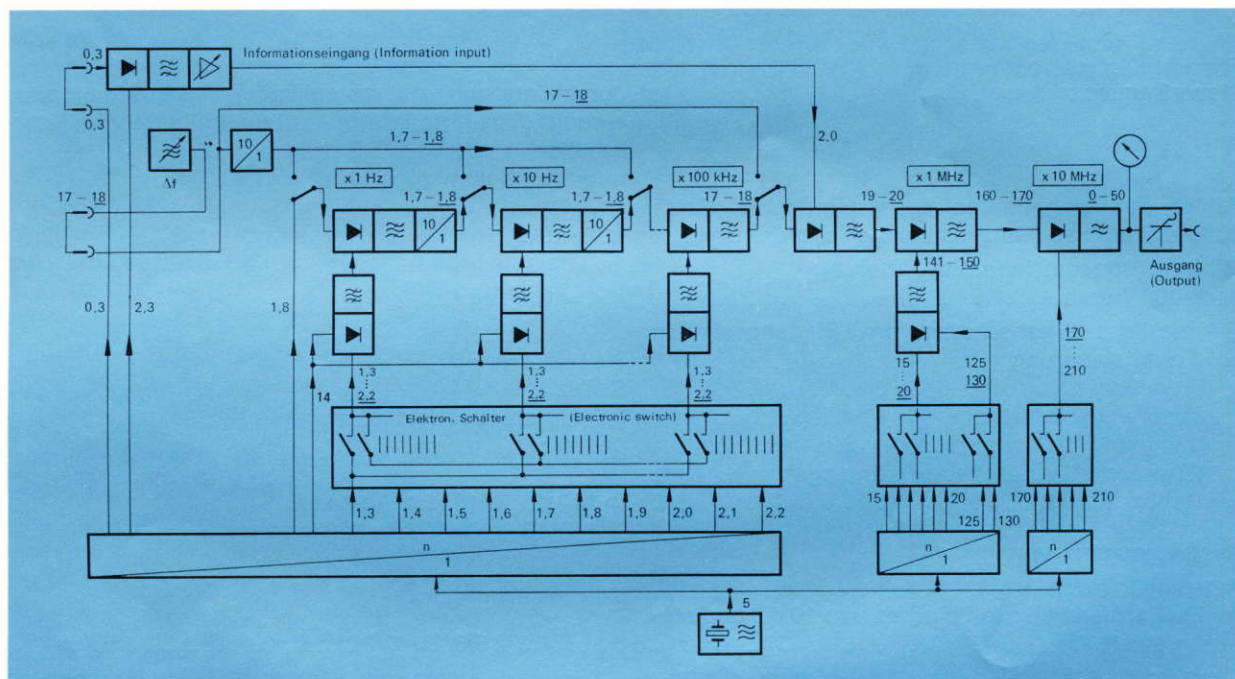


Bild 5 Vereinfachtes Blockschaltbild des SMDH. Frequenzangaben in MHz (unterstrichene Werte gelten für Nullstellung)

Die 5-MHz-Steuerfrequenz liefert ein eingebauter Steuergenerator. Das frequenzbestimmende Glied – ein 5-MHz-Oberwellenquarz – ist zum Schutz gegen Schwankungen der Umgebungstemperatur in einem Thermostaten untergebracht. Bei hohen Forderungen an die Frequenzkonstanz läßt sich der Steuergenerator unabhängig vom Rest des Gerätes dauernd betreiben („stand-by“-Betrieb). Fremdgesteuert wird der SMDH, wenn seine Ausgangsfrequenz synchron zu einer Normalfrequenz sein soll. Für die Ansteuerung von Meßaufbauten und Zusatzgeräten (z. B. Meßmodulator MAF, Dek. Meßsender SMDV u. ä.) stehen die rückwirkungsfrei ausgekoppelten Festfrequenzen 100 kHz, 1 MHz, 5 MHz und 10 MHz zur Verfügung.

Um kleinste Ausgangsspannungen bis zu $0,1 \mu\text{V}$ definiert einstellen zu können und den garantierten Nebenwellenabstand von 100 dB zu erreichen, ist der Meßsender außerordentlich gut geschirmt aufgebaut. Zuverlässige und bewährte Bauelemente und weitgehende Anwendung geätzter Schaltungstechnik garantieren eine hohe Betriebssicherheit. Gelegentlich anfallende Servicearbeiten sind durch die Unterteilung des Gerätes in Baugruppen, die ohne Unterbrechung der elektrischen Verbindungen ausschwenkbar sind, rasch durchzuführen.

Technische Daten

Frequenzbereich zwei Teilbereiche, Umschaltung von Hand *)
0 ... 1 MHz und 0,1 ... 50 MHz

Frequenzeinstellung

Digitale Frequenzeinstellung Dekadenschalter (oder durch Fernbedienung);
Anzeige durch Leuchtziffern

Kontinuierliche Frequenzeinstellung Drehknopf; Anzeige durch Rollenzählwerk

Kleinster digitaler Schritt und Bereich der kontinuierlichen Frequenzeinstellung durch Drucktasten wählbar

Gewählter Bereich		Fehlergrenzen
Kleinster digitaler Schritt	Bereich der kontinuierlichen Frequenzeinstellung	
1 Hz	0 (abgeschaltet)	wie Steuerfrequenz
1 Hz	1,1 Hz	wie Steuerfrequenz \pm 0,01 Hz
10 Hz	11 Hz	wie Steuerfrequenz \pm 0,1 Hz
100 Hz	110 Hz	wie Steuerfrequenz \pm 1 Hz
1 kHz	1,1 kHz	\pm 10 Hz
10 kHz	11 kHz	\pm 100 Hz
100 kHz	110 kHz	\pm 1 kHz
1 MHz	1,1 MHz	\pm 10 kHz

Steuerfrequenz durch internen, quarzstabilisierten Steuergenerator erzeugt (Steuergenerator läuft unabhängig vom Netzschalter in „stand-by“-Betrieb) oder von außen zugeführt

Fehler des eingebauten Steuergenerators durch äußere Einflüsse (Netzspannung, Temperatur) . . . $< 2 \cdot 10^{-9}$

Mittlere Frequenzänderung (Alterung) nach 100 Tagen $< 1 \cdot 10^{-9}$ /Tag

Erforderliche Eigenschaften des Eingangssignals bei Fremdsteuerung

Frequenz 5 MHz

Spannungsbedarf 0,5 V_{eff} an 50 Ω (sinusförmig)

Dämpfung nichtharmonischer Störfrequenzen . . . > 130 dB

Effektiver Rauschabstand (bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite) > 130 dB in 100 Hz Abstand
 > 150 dB in > 10 kHz Abstand

Ausgangsspannung

Ausgang I

EMK stufenweise in Schritten von 10 dB und stetig einstellbar 0,1 ... 0,8/2,5/8/25/80/250 mV; 0,1 ... 0,8/2,5 V

Ausgang II

EMK stufenweise in Schritten von 10 dB und stetig einstellbar (zwischen Ausgang I und Ausgang II liegt ein zusätzliches, festes Dämpfungsglied mit 60 dB) 0,1 ... 0,8/2,5/8/25/80/250 μ V; 0,1 ... 0,8 mV

Quellwiderstand (R_i) 50 Ω

Maximale Ausgangsspannung (Ausgang I; R_i undefiniert) 2,5 V an 50 Ω

Anschlüsse (Frontplatte) BNC-Buchsen

Anzeige Instrument (in V und dBm geeicht)

Fehlergrenzen

der Anzeige im Bereich 100 Hz ... 50 (70) MHz . . . $\pm 4\%$ v. E.

der Spannungsteilung ± 1 dB $\pm 0,5$ μ V

Frequenzgang

bei automatischer Pegelregelung $< 0,5$ dB

bei abgeschalteter Pegelregelung im Bereich

0 ... 1 MHz < 1 dB

0,1 ... 50 MHz (20 ... 70 MHz) < 6 dB

*) In Sonderausführung vom Frequenzbefehl abgeleitete und damit automatische Umschaltung in ca. 1 ms. Bei Bestellung angeben.

Technische Daten (Fortsetzung)**Spektrale Reinheit der Ausgangsspannung**

Klirrfaktor	< 2%
Pegel jeder anderen diskreten Störfrequenz in mehr als 100 Hz Abstand von der Nutzfrequenz	< -100 dB
Rauschabstand (bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite)	
im Abstand ± 100 Hz vom Nutzsinal	> 100 dB
im Abstand ± 1 kHz vom Nutzsinal	> 110 dB
im Abstand ± 10 kHz vom Nutzsinal	> 120 dB
im Abstand ± 1 MHz vom Nutzsinal	> 126 dB
Störhub durch Netzfrequenz und deren Harmonische	< 0,01 Hz
Effektiver AM-Fremdspannungsabstand (Meßbandbreite 15 kHz)	> 80 dB
Zusätzlich entnehmbare Festfrequenzen	0,1/1/5/10 MHz
Fehlergrenzen	wie Steuerfrequenz
Ausgangsspannung (sinusförmig)	1 V _{eff} EMK; R _i = 50 Ω ; rückwirkungsfrei
Klirrfaktor	< 10%
Dämpfung nichtharmonischer Störfrequenzen	> 120 dB (der 5-MHz-Ausgang ist zur Steuerung eines weiteren SMDH oder eines SMDV geeignet)
Anschlüsse (Geräterückseite)	BNC-Buchsen

Modulation

	durch Einspeisen eines amplituden- oder frequenzmodulierten Zwischenträgers in den Informationseingang
Mittenfrequenz des Zwischenträgers	300 kHz
Bandbreite für 1,5 dB Abfall	± 20 kHz
Eingangspegel	max. 140 V _{ss} ; R _E = 250 Ω
Nichtlineare Verzerrungen (gemessen am Ausgang bei Doppeltonaussteuerung des Informationseinganges)	< -50 dB
(bei 2,8 V _{ss} EMK, bezogen auf eines der beiden Signale)	
Anschluß (Geräterückseite)	BNC-Buchse

Fernbedienung

Die Fernbedienung ist auf den durch Drucktasten gewählten dekadisch einstellbaren Anteil der Ausgangsfrequenz wirksam. Die kontinuierliche Frequenzeinstellung bleibt von Hand durchstimmbar. Der feineinstellte Frequenzanteil wird an den Leuchtziffern angezeigt.

Einschalten der Fernbedienung	durch gemeinsame Drucktaste für alle vorgewählten Dekaden
Codierung	dekadisch, 1 aus 10 (bei 10-MHz-Schritten 1 aus 5)
Schleifenwiderstand	
für „Ein“-Zustand	< 50 Ω (I \approx 20 mA)
für „Aus“-Zustand	> 160 k Ω (U \approx +80 V)
Einstellzeit für die Frequenz	< 100 μ s
Einstellzeit für die Amplitude	
ohne Pegelregelung (bis auf 1 dB v. E.)	< 100 μ s
mit automatischer Pegelregelung (bis auf 0,5 dB v. E.)	
im Bereich 0,1 ... 50 MHz	
(20 ... 70 MHz)	< 1 ms
im Bereich 100 Hz ... 1 MHz	< 100 ms
Anschluß (Geräterückseite)	zwei 50polige Buchsenleisten (CANNON DD-50S)

Der SMDH mit der BN 411 031 hat folgende abweichende Daten:

Frequenzbereich	0 ... 1 MHz und 20 ... 70 MHz
Pegel einer zusätzlichen, diskreten Störfrequenz	< -80 dB
Ausgangsfrequenz	Lage der Störfrequenz
46,7 \rightarrow 50 MHz	70 \rightarrow 60 MHz
50 \rightarrow 60 MHz	70 \rightarrow 40 MHz (kreuzt bei 55 MHz)
60 \rightarrow 70 MHz	50 \rightarrow 20 MHz

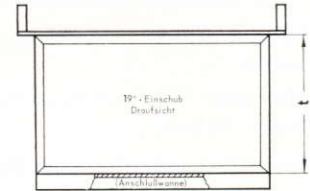
DEKADISCHER MESSENDER SMDH

Allgemeine Daten

Nenntemperaturbereich	+10 . . . +50 °C
Lagertemperaturbereich	-20 . . . +70 °C
Stromversorgung	115/125/220/235 V $\pm 10\%$, 47 . . . 63 Hz
Leistungsaufnahme	100 VA bei vollem Betrieb 15 VA bei „stand-by“-Betrieb

Abmessungen über alles (B×H×T) und Gewichte

Kastengerät	484×372×509 mm; 68 kg
19"-Einschub	483×355×498 mm; 58 kg
	Einschubtiefe t: 420 mm



Farbe	Frontplatte: grau RAL7001 Kasten: grau RAL7011
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch

Bestellbezeichnung	► Dekadischer HF-Meßsender SMDH
Kastengerät (0,1 . . . 50 MHz)	BN 41 103
19"-Einschub (0,1 . . . 50 MHz)	BN 41 103 DZ
Kastengerät (20 . . . 70 MHz)	BN 411 031
19"-Einschub (20 . . . 70 MHz)	BN 411 031 DZ

Mitgeliefertes Zubehör

Netzkabel LKA 08 025 (nur zum Kastengerät)
3 HF-Verbindungskabel (mit BNC-Steckern) Z.-Nr. 41 103-38/16

Empfohlene Ergänzungen

Zur Modulation: Meßmodulator MAF BN 41961
Zur Fernbedienung: Programmsteuereinheit PSM BN 411 039
Zur fernbedienten Dämpfungseinstellung: Fernbedienbare Eichleitung DPHP BN 18 045
Zur Frequenzerweiterung bis 500 MHz: Dekadischer Meßsender SMDV BN 41 104
Zur Verbindung SMDH mit PSM: zwei Verbindungskabel BN 411 039-100/(Länge in cm)
Sonstige Verbindungskabel siehe Datenblatt 902100