

7

Juli 1981  
36. Jahrgang

**Hüthig**  
PUBLIKATION

# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



# Der einzige Transporter mit der Wirtschaftlichkeit des Renault 4:



## Renault 4 Transporter

### Sparsam wie der Renault 4 Viel Platz für „Alles“

Günstige Anschaffung durch Renault-Leasing oder Renault-Credit. Bescheiden im Verbrauch. Wirtschaftlich im Einsatz, bei Steuern und Versicherung.

Transporter 850: 7,0 l/100 km bei 90 km/h, nur 8,4 l/100 km in der Stadt (nach DIN). Natürlich Normalbenzin.

### Erprobte Zuverlässigkeit

Im Renault 4 millionenfach bewährte Technik. Robuste 25 kW (34 PS)-Motoren, Vorderrad-Antrieb, Einzelradaufhängung, Zweikreis-Bremsensystem mit Blockierverhinderung durch Bremskraftregler.

Schon der Renault 4 Transporter 850 hat Platz für 1,8 Kubikmeter und für 350 kg Nutzlast. Und im Renault 4 Transporter 1100 bringt man bequem 2,35 Kubikmeter unter Nutzlast bis 395 kg.

### Problemlos in der Wartung

Die bewährten Motoren sind besonders wartungsfreundlich. Langlebige Karosserie durch Tauchlackierung, Hohlraum-Versiegelung und Unterbodenschutz. Renault 4 Transporter stehen auch als Gebrauchte hoch im Kurs.

Renault hat das viertgrößte Kundendienst-Netz aller Automarken in Deutschland. Über 1.600 Kundendienst-Stellen!

# RENAULT

Renault empfiehlt elf Motorenöle.



## In diesem Heft:

### Meßgeräte-Test: Audio-Meßplatz „RTS 2“

Seite 232

Ein Audio-Meßplatz für RFT-Werkstätten muß tragbar sein, nicht nur was die Anschaffungskosten betrifft, sondern auch was die Handlichkeit angeht. Der Meßplatz „RTS 2“ erfüllt diese Forderungen und bietet gegenüber Einzel-Meßgeräten noch den wesentlichen Vorteil deutlich kürzerer Meßzeiten. Unser Mitarbeiter Ing. (grad.) Reinhard Frank – vertraut mit den Problemen im Hi-Fi-Service – hatte einen RTS-2-Meßplatz einige Monate in Betrieb. In unserem Beitrag schildert er seine Erfahrungen mit dem Gerät.



### Der richtige Umgang mit drahtlosen Mikrofonen Teil 2: Sendetechnik

Seite 240

### Rauschunterdrückungs-Systeme: Dolby-B $\times 2$ = Dolby-C

Seite 243

Was tun, wenn die Konkurrenz das eigene Rauschunterdrückungs-System in den Schatten stellt? Die Dolby-Laboratories schalten kurzerhand 2 Dolby-B-ICs in Serie und schaffen mit dem Dolby-C getauften System 20 dB Rauschunterdrückung.

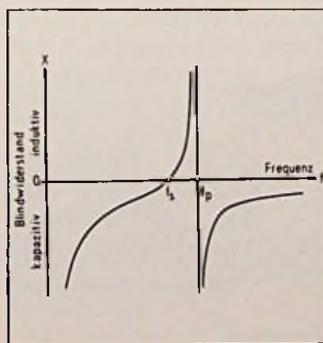
### Schaltkreise zum Erzeugen und Erkennen von Sprache (Schluß)

Seite 244

### Schwingquarze und ihre Anwendung

Seite 246

Für nichtprofessionelle Anwender haben Schwingquarze etwas Geheimnisvolles an sich, denn die vibrierende Quarzscheibe ist meist in einem Metallgehäuse untergebracht und entzieht sich so neugierigen Blicken. Unser Grundlagen-Beitrag zeigt, daß ein Schwingquarz nichts anderes ist, als ein Schwingkreis hoher Güte.



### Abstimmssysteme unter die Lupe genommen (Teil 5)

Seite 252

In dieser Folge beschreibt der Autor das Wesentliche von der manuellen Feinabstimmung, vom Abspeichern und Aufrufen von Programmen und vom Einblenden eines Abstimm balkens. Das Kapitel Spannungssynthese ist damit abgeschlossen.

### Kurzbeiträge

Lautsprecherboxen: Was sagt die Betriebsleistung aus?	239
Hörfähigkeit: Auf die Größe des Kopfes kommt es an	239
Autoradios: Mit „Diversity“ auf in den Stadtverkehr	245
Schwingquarze: Was steckt hinter der „ppm“-Angabe	249
Satelliten-Fernsehen: Verstärker für „TV-Sat“	251
Digitales Abstimmssystem: Ein-Chip-Synthesizer	253

### Rubriken

Verbände und Organisationen	228
Hinweise auf neue Produkte	228
Offengelegte Patentschriften	254
Service-Hinweise	256
Besprechungen neuer Bücher	257
Neue Bauelemente	257
Meßgeräte für den Service	258

### Titelbild

Dieser ratlos dreinblickende Service-Techniker ist offenbar dem „Kabelsalat“ nicht mehr Herr geworden. Mit einem Kompakt-Meßplatz, der bereits intern verschiedene Meßgeräte verkabelt hat, könnte er sich besser auf die eigentliche Messung konzentrieren und dabei noch Zeit sparen. Näheres sagt unser Meßgeräte-Test.



(Bild: Audio Electronic)

# Na klar, Walkman hebt das Geschäft.



**Walkman. Das unglaubliche Ding von Sony.**  
Stereo-Vergnügen im Taschenformat, ganz privat. Ein neuer Markt, made by Sony. Unglaublich expansiv. Und jetzt Walkman II, made by Sony. Noch kleiner: kaum größer als eine Kompakt-Cassette. Noch leichter: gerade mal 280 g. Noch besser: ein Sound zum Abheben. Na klar, daß so was das Geschäft hebt.

**SONY**

Sony Deutschland GmbH, Hugo-Eckener-Str. 20, 5000 Köln 30  
Sony Ges.m.b.H., Hauffgasse 24, A-1111 Wien

## Kurzberichte über Unternehmen

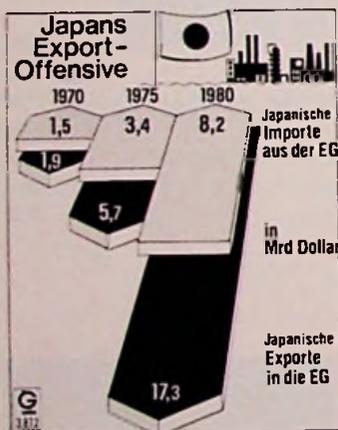
### Yamaha Europa: Die Hi-Fi-Abteilung wird eine Firma

Die bisherige Hi-Fi-Abteilung der Yamaha Europa GmbH fungiert ab 1. Mai 1981 firmenrechtlich als eigenständiges Unternehmen. Der bisherige Europa-Manager für die Produktgruppe Hi-Fi, Kazuo Kurokura, wird Geschäftsführer der neuen Gesellschaft.

## Tendenzen und Trends

### Japanische Exporte: Neue Rekorde

Atemberaubend ist das Tempo, mit dem die Japaner in die europäischen Märkte eindringen. Innerhalb der letzten zehn Jahre haben sich ihre Ausfuhren in die EG fast ver-



zehnfacht. Sie erreichten 1980 einen Umfang von 17,3 Milliarden Dollar. Nicht einmal halb so groß, nämlich nur 8,2 Milliarden Dollar, waren dagegen die Einfuhren Japans aus den Ländern der Gemeinschaft. Der japanische Handelsüber-

schuß gegenüber der EG wuchs damit auf die Rekordhöhe von über neun Milliarden Dollar. Das Erfolgsrezept der Japaner liegt nach Ansicht des Münchner Ifo-Instituts nicht so sehr im oft zitierten Kostenvorsprung vor den Europäern. Entscheidend sei vielmehr das intensive und gezielte Marketing, das die japanischen Verkaufsstrategien betrieben. GI

## Verbände und Organisationen

### Gegendarstellung

#### Die Bundesfachgruppe zur Sicherheitsaktion

Vom ZVEH wurden wir darüber informiert, daß der ZVEI zu einer Sicherheitsaktion aufgerufen hat, um den möglicherweise folgenschweren Ausfall des „gelben“ Funk-Entstörkondensators vorzubeugen. Wir haben unsere eigene Meinung zu dieser Sicherheitsaktion im „Brief aus der Redaktion“ (Heft 5 der Funk-Technik) zum Ausdruck gebracht. Auf Wunsch der Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik im ZVEH veröffentlichen wir dazu folgende Gegendarstellung:

„Die Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik im ZVEH hat in langwierigen Verhandlungen mit der Industrie erreicht, daß die Sicherheitsaktion „Gelber Kondensator“ durchgeführt wurde. Diese kam dann endlich, nach eingehender Prüfung durch die Rechtsabteilung des ZVEI und Rücksprache mit dem DRFFV zustande. Entsprechend wurden das Fachhandwerk und die Presse vom ZVEI, die Funk-Technik vom ZVEH unterrichtet. Im einzelnen muß Herrn Schall in folgenden Punkten widersprochen werden:

- Man kann nicht von einem „rd. DM“-Betrag sprechen, für den der Kondensator gewechselt wird. Schließlich kalkuliert jeder Handwerksbetrieb eigenständig.

- Das Fachhandwerk wird nicht widerwillig aktiv, sondern hat im Gegenteil – wie eingangs erwähnt – die Aktion erst initiiert.

- Die Aktion ist nicht halbherzig; schließlich ziehen ZVEI, DRFFV und ZVEH an einem Strang. Und die Öffentlichkeit wurde – zum Beispiel über dpa – informiert.“

## Hinweise auf neue Produkte

### Schallplatten unter Druck

Was einige Plattenspieler inzwischen serienmäßig enthalten gibt es jetzt auch als Zubehör: Ein Sauggerät, das Schallplatten mit Unterdruck auf den Plattenteller preßt. Das Gerät der Firma Phonogen besteht aus drei Teilen: Einer flexiblen Matte mit selbstklebender Unterseite zum Anbringen auf dem Plattenteller, einer Ansaugglocke, die auf die Plattenteller-Achse gesetzt wird, und aus der Saugpumpe mit einem dünnen etwa 1,5 m langen Schlauch. Im Betrieb erzeugt die Saugpumpe nach etwa 8 s genügend Unterdruck zwischen Platte und Matte, daß der Schlauch von der Glocke abgezogen werden kann und die Platte unabnehmbar „fest-



sitzt“. Erst nach dem Betätigen eines Ventils an der Saugglocke läßt sich die Platte wieder entfernen. Diese Prozedur soll auch verweilte Platten plan auf den Plattenteller pressen, so daß Baß-Resonanzen nicht mehr so stark angeregt werden. Der innige Kontakt zwischen Schallplatte und Plattenteller birgt jedoch die Gefahr, daß Rumpelgeräusche stärker wahrnehmbar sind. Das Sauggerät „Disc-Contact“ sollte deshalb nur in Verbindung mit hochwertigen Laufwerken betrieben werden. Der unverbindliche Richtpreis von etwa 350 DM dürfte anders gesinnte Kunden auf Distanz halten.

### Grundig: Hi-Fi-Autoradio

Mit dem Modell „Booster PA 80 Hi-Fi“ hat die Firma ein neues Autoradio mit einer Nennleistung von 4 x 15 W herausgebracht. Der Frequenzgang reicht von 20 Hz bis 20 kHz. Durch den Equalizer „HE 40 HiFi“ läßt sich der Klang verändern.

### JBL: Baßlautsprecher

Der Lautsprecher E-155 wurde speziell für Baß-Instrumentalisten entwickelt und hat eine Belastbarkeit von 30 W (Sinus-Dauerwert). Die konstruktiven Neuerungen: „symmetrische Magnetfeld-Geometrie“, hochtemperaturfeste Klebstoffe, neu entwickeltes Schwingspulen-Trägermaterial.

### Kopfhörer-Universalstecker PX 1

Ein Schnippchen schlägt Sennheiser den U-Geräte-Herstellern, die in Sachen Kopfhörerbuchse auf verschiedene Pferde setzen. Sennheiser bringt kurzerhand einen Universalstecker auf den Markt, der für alle Hi-Fi-Geräte passen soll. Auf der Rückseite des Steckerteils, das zum Kopfhörer gehört, ist eine weitere Würfel-5-Buchse, so daß



beliebig viele Kopfhörer mit PX-1-Stecker parallel zu betreiben sind. Wer diesen Vorteil nutzen will ist jedoch auf Sennheiser-Kopfhörer angewiesen, denn den Stecker PX1 gibt es nur mit Kopfhörern dieses Herstellers und nicht als „loses“ Zubehör.

**Cassettenrecorder mit einstellbarer Bandgeschwindigkeit**

Nomen est omen bei der amerikanischen Firma the Variable Speech Control Company: Das Unternehmen stellt einen preisgünstigen Cassettenrecorder vor (VP: 179 Dollar), der ein zuvor aufgenommenes Sprachsignal mit maximal doppelter Geschwindigkeit wiedergibt. Ein ausgeklügelter IC soll dafür sorgen, daß hierbei kein „Donald-Duck“-Effekt auftritt, die Tonlage des Sprechers also erhalten bleibt. Eilige Geschäftsleute, Sekretärinnen



oder Studenten könnten jetzt die „Abhörzeit“ auf die Hälfte verringern, und das Gesprochene soll sogar in den meisten Fällen gut verstanden werden. Da die Wiedergabegeschwindigkeit kontinuierlich zwischen 80%...200% der Auf-

sprechgeschwindigkeit einzustellen ist, können in Einzelfällen auch kostspielige Telefongespräche abgekürzt werden, wenn beide Teilnehmer ein C-4-Gerät haben. Der Cassettenrecorder ist batteriebetrieben und speichert auf handelsüblichen Compact-Cassetten.

**Sprechfunkgeräte mit Mikroprozessor**

Durch Mikroprozessoren ist bei der neuen Funkgerätegeneration MCX 100 von Motorola Vielseitigkeit und Bedienungskomfort Trumpf. In der Standardausführung der 32-

Kanal-Synthesizer-Geräte trägt die Senderschaltbandbreite 28 MHz, die Empfängerschaltbandbreite 4 MHz (auf Wunsch 12 MHz). Wegen der Mikroprozessortechnik lassen sich MCX-100-Geräte auf alle gängigen Selektivruf-Verfahren (PL-Pilotton; Einton; 5-Ton nach ZVEI, CCIR, EEA oder andere Tonreihen) programmieren. Ein für Sekundär- und Einzelruf ausgerüstetes Gerät kann einen ankommenden Ruf auch zu einem anderen Fahrzeug weiterleiten. Durch einen Zusatz ist die Überwachung aller 32 Kanäle möglich, wobei ein oder zwei Kanäle Priorität



eingerräumt werden kann. Ein Gespräch auf dem Kanal niedriger Priorität wird dann durch einen Anruf auf einem Kanal höherer Priorität unterbrochen. Änderungen des Systems bei der Kanalzahl, dem Rufsystem oder der Kanalüberwachung sollen bei Bedarf einfach durchzuführen sein.

In eigener Sache

Liebe Leser,

die Redaktion unserer Zeitschrift mußte seit 1. Juli 81 umorganisiert werden. Sie wird sich in Zukunft verstärkt bemühen, den Inhalt den Wünschen der Leser anzupassen. Vor allem soll der Radio- und Fernsehtechniker, wie überhaupt alle Techniker, die sich mit dem neuerdings unter dem Begriff Kommunikationselektronik zusammengefaßten Medien beschäftigen, angesprochen werden. Hierzu gehören vor allem Applikations- und Werkstattberichte, sowie Schaltungen der einschlägigen Industrie und Berichte der Bauelementehersteller. Der Meßtechnik, ohne der "nichts geht", wird ebenfalls ein breiter Raum eingeräumt. Nicht vergessen sollen die Weiterbildungsfragen werden, die sowohl den Techniker, als vor allem den in der Ausbildung stehenden Mitarbeitern, die didaktisch gut aufbereitete Grundlagen benötigen, interessieren.

Die Redaktionsanschrift ist wie bisher: Landsberger Str. 439, 8000 München 60. Wir bitten alle Pressestellen der Industrie, der Verbände und des Handels, Unterlagen, Zuschriften, Mitteilungen, Beiträge und evtl. Einladungen an diese Anschrift zu richten.

Dr. Alfred Hüthig Verlag  
Büro München

Meßgeräte-Test

# Audio-Meßplatz „RTS 2“

## Von Einzel-Meßgeräten nicht zu schlagen

Ein Audio-Meßplatz für RFT-Werkstätten muß tragbar sein, nicht nur was die Anschaffungskosten betrifft, sondern auch was die Handlichkeit angeht. Der Meßplatz „RTS 2“ erfüllt diese Forderungen und bietet gegenüber Einzel-Meßgeräten noch den wesentlichen Vorteil deutlich kürzerer Meßzeiten. Unser Mitarbeiter Reinhard Frank – vertraut mit den Problemen im Hi-Fi-Service – hatte einen RTS-2-Meßplatz einige Monate in Betrieb; er gibt hier seine Erfahrungen mit dem Gerät an Sie weiter.

Beim Reparieren oder Überprüfen von Hi-Fi-Geräten reicht es schon lange nicht mehr aus, Einstellungen nach Erfahrungswerten einfach „per Daumen“ vorzunehmen. Wer trotzdem so vorgeht darf sich nicht wundern, wenn Werkstattkunden bemängeln, ihr Hi-Fi-Gerät befände sich nach dem Service in einer schlechteren Verfassung als zuvor. Wichtige Messungen an Tonbandgeräten, wie Gleichlaufschwankungen oder Klirrvverzerrungen sind mit der traditionellen Werkstatt-Ausrüstung nicht durchführbar, ebenso die im Grunde einfache Fremdspannungsmessung, wenn die Bewertung durch ein spezielles Filter gefordert wird.

Werkstätten, die einen neuen Kundenkreis erschließen oder den Hi-Fi-Service nicht allein den Werksniederlassungen überlassen wollen, sollten deshalb die Anschaffung eines Audio-Meßplatzes in Erwägung ziehen.

### Die Meßgeräte des RTS-2-Meßplatzes

Mit dem Audio-Meßplatz „RTS 2“ der englischen Firma Ferrograph, sind zahlreiche Messungen in der NF-Ebene von Audio-Geräten durchführbar. Der Meßplatz enthält dafür vier Meßgeräte, die intern miteinander verkabelt sind, und so den äußeren Aufwand an „Meßstrippen“ auf ein Minimum begrenzen.

ren Aufwand an „Meßstrippen“ auf ein Minimum begrenzen.

### Tongenerator

Der Tongenerator (Sinus) überstreicht den Frequenzbereich von 15 Hz...150 kHz

### Das wichtigste über den RTS-2-Meßplatz

Der Meßplatz enthält vier Meßgeräte (NF-Generator, Millivoltmeter, Gleichlaufschwankungsmesser, Klirrfaktor-Meßbrücke) für folgende Messungen: Frequenzgang, S/N-Abstand (unbewertet), Klirrfaktor, Übersprechen, Gleichlaufschwankungen, Abweichung der Sollgeschwindigkeit, Drift, Löschdämpfung, Eingangsempfindlichkeit, Ausgangsleistung und Verstärkungsfaktor.

**NF-Generator:** 15 Hz...150 kHz,  $k \leq 0,025\%$  (bei  $f = 1$  kHz), Frequenzgang  $\pm 0,2$  dB von 15 Hz...150 kHz, maximale Ausgangsspannung bei hochohmigem Abschluß ( $> 10$  k $\Omega$ ) 3 V.

**Millivoltmeter:** 11 Bereiche von 1 mV bis 100 V Vollausschlag, Eingangswiderstand 1 M $\Omega$ , Fehler im Bereich 30 Hz...20 kHz  $\pm 2\%$  vom Endwert, Frequenzgang  $\pm 0,2$  dB von 10 Hz...150 kHz.

**Gleichlaufschwankungsmesser:** Anzeige bewertet nach DIN 45 507 (3-dB-Punkte bei 1,2 Hz und 12 Hz), Vollausschlag für 0,1%; 0,3% und 1% Gleichlaufschwankung.

**Klirrfaktor-Meßbrücke:** Frequenzbereich 400 Hz...1100 Hz, Dämpfung der 2. Harmonischen max. 0,25 dB, Ableseminimum 0,05%, kleinstes Eingangssignal 100 mV, Anschlußmöglichkeit für Oszilloskop. Oberwellen werden bis 20 kHz erfaßt.

**Abmessungen:** 441 mm  $\times$  254 mm  $\times$  143 mm (B  $\times$  H  $\times$  T)

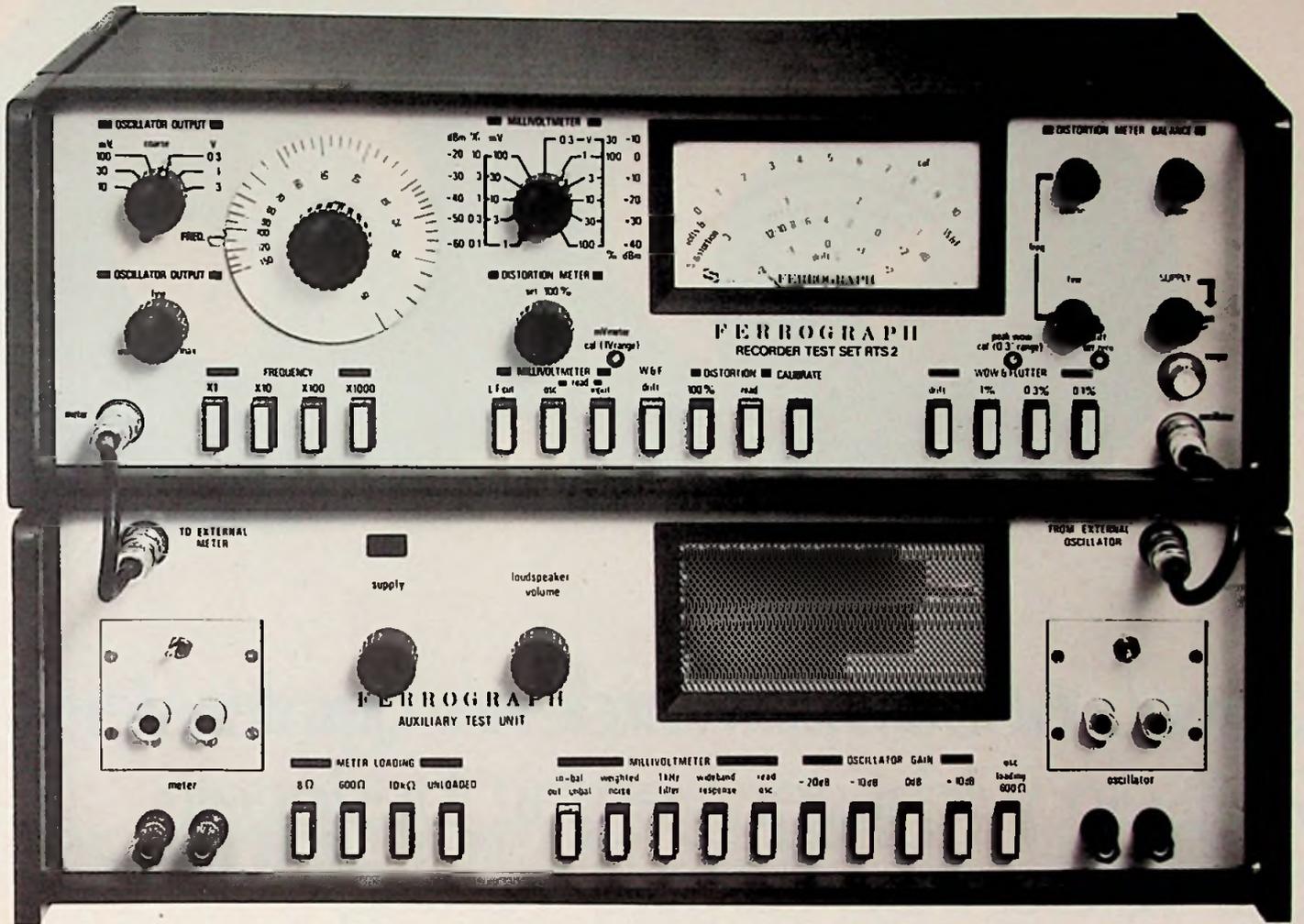
**Gewicht:** 5,9 kg (alles Herstellerangaben)

**Preis:** 3385 DM einschließlich Prüfband zur Azimuth-Einstellung und Überprüfung des Wiedergabefrequenzganges von Tonbandgeräten.

**Zusatz ATU 1:** Ermöglicht Belastung des Meßobjektes mit 8  $\Omega$ , 600  $\Omega$ , und 10 k $\Omega$ , eingebauter Lautsprecher, 2-Kanal-Eingänge, Abschwächer für Generatorsignal des RTS 2, Bewertungsfilter für S/N-Messung. ATU 1 ist zum Betrieb des RTS-2-Meßplatzes eine sinnvolle Ergänzung, aber nicht zwingend notwendig. Preis: 1511 DM.

**Hersteller:** Neal-Ferrograph North East Audio Ltd., England

**Bezugsquelle in der Bundesrepublik Deutschland:** Audio Electronic, Postfach 1401, 4000 Düsseldorf 1, Tel.: (02 11) 32 65 88



Recorder Test Set (RTS 2) und Auxiliary Test Unit (ATU 1). Beide Geräte werden über BNC-Buchsen verbunden und das Meßobjekt ist nur noch über Cinch- oder Bananenstecker an die ATU 1 anzuschließen. Ein- und Ausgang der ATU 1 sind 2kanalig (mit Umschalter), so daß Stereogeräte ohne Umstöpseln zu überprüfen sind. Wer auf ATU 1 verzichtet, sollte sich die Umschalter selbst anfertigen

in vier Bereichen. Bei 1 kHz soll der Klirrfaktor einen Wert unter 0,025% haben. Der Ausgangspegel ist einstellbar und erreicht in 6 Bereichen die Maximalwerte 10 mV, 30 mV, 100 mV, 300 mV, 1 V und 3 V. Für die Praxis reicht der Gesamtbereich des Ausgangspegels gerade aus, besser wäre jedoch eine Obergrenze von mindestens 8 V (für Übersteuerungsmessungen). Der Ausgangswiderstand hängt von der Stellung des Abschwächers ab und hat einen Maximalwert von 450 Ω.

**Millivoltmeter**

Vollauschlag wird in 11 Bereichen (1-3-1-Sequenz) bei Spannungswerten von 1 mV

bis 100 V erreicht. Das Millivoltmeter läßt sich umschalten, zur Anzeige der Ausgangsspannung des Tongenerators oder zur Anzeige einer von außen zugeführten Spannung. Zusätzlich kann ein „Baß-Filte“ eingeschleift werden (auf Tastendruck), das Signale mit Frequenzen unter 400 Hz vom Meßwerk fernhält (Brummunterdrückung). Der Eingangswiderstand ist mit 1 MΩ angegeben und der Frequenzgang soll im Bereich 10 Hz...150 kHz um höchstens ± 0,2 dB schwanken.

**Gleichlaufschwankungsmesser**

Maximaler Ausschlag wird bei 0,1%, 0,3% oder 1% Gleichlaufschwankung erreicht,

wobei der angezeigte Werte immer DIN-bewertet ist. Lineare Gleichlaufschwankungen lassen sich also nicht messen – das wird im Service allerdings auch selten verlangt. Das Umschalten auf Messung der Gleichlaufschwankungen stellt automatisch den Tongenerator auf 3150 Hz. Wenn ein Meßband oder eine Meßcassette mit 3150-Hz-Signal zur Verfügung stehen, können auch Abweichungen von der Sollgeschwindigkeit im Bereich ± 2% ermittelt werden.

**Klirrfaktor-Meßbrücke**

Der Anzeigebereich von 0,1%...100% (Vollauschlag) ist in 7 Teilbereiche auf-

# 6.060

Genau 6.060mal wurde in der letzten Zeit ein wichtiger Vertrag besiegelt: der Telefunken-Partner Vertrag.

**Der Vertrag**, der eine feste Handels-  
spanne garantiert.

**Der Vertrag**, bei dem Telefunken die  
Waren-Finanzierung übernimmt.

**Der Vertrag**, bei dem der Handel kein  
Bestandsrisiko hat.

60\*

**Der Vertrag**, der faire Konditionen bietet.

**Der Vertrag** mit der Sicherheit auch bei Wegfall der Vertriebsbindung.

**Der Vertrag**, der durch attraktives Handelsmarketing aktiv beim Verkauf unterstützt.

Das sind Vorteile im Sinne des Fachhandels. Kein Wunder, daß sich bereits über 6.000 Fachhändler für Telefunken entschieden haben.

**TELEFUNKEN**

gelöst. Leider umfaßt der Bereich der Meßfrequenz mit 400 Hz...1100 Hz nur einen Bruchteil des Hörbereichs, so daß nicht einmal die laut DIN vorgeschriebene Meßfrequenz von 315 Hz vorschriftsmäßig auszufiltern ist (Grundwelle). Und das bei einem Meßplatz der ausgeschrieben „Recorder Test Set“ heißt! Die Praxis zeigt freilich, daß dieser Mangel nicht überbewertet werden soll, denn die Meßergebnisse unterscheiden sich (fast) nicht.

## Mit dem Zusatz „ATU 1“ zum Komfort-Meßplatz

Als Ergänzung zum Meßplatz „RTS 2“ entwickelte Ferrograph die „Auxiliary Test Unit“ (ATU 1). Nach Meßerfahrung mit beiden Geräten ist die Anschaffung dieses Zusatzes zu empfehlen, denn er erweitert die Betriebsmöglichkeit des „RTS 2“ erheblich, weil zum Beispiel keine zusätzlichen Meßmittel, wie Mithörverstärker oder Lautsprecher mehr notwendig sind. Beide Geräte werden über BNC-Buchsen miteinander verbunden. Sämtliche Meßobjekte können dann an der „ATU 1“ angeschlossen werden, entweder mit 2 Klinkensteckern für den rechten und linken Kanal oder mit 2 Bananensteckern (nur für einen Kanal).

Der Klinkenstecker-Eingang hat einen Kippschalter zum Umschalten zwischen den beiden Kanälen, so daß Messungen an Stereo-Geräten ohne Umstöpseln durchzuführen sind. Unser Testgerät hatte BNC/Klinkenstecker-Meßkanal zum Anschließen von Studio-Geräten – für Geräte der Unterhaltungselektronik ist das die falsche Ausstattung. Mitgeliefert werden zwei zusätzliche Klinkenstecker, wohl als Einladung, die benötigten Kabel (Klinkenstecker/Cinch oder DIN) selbst anzufertigen. Für die Werkstatt ideal wäre der serienmäßige Beipack von DIN- und Cinch-Adapterkabeln.

Die Eingänge der ATU 1 (Ausgänge des Meßobjekts) lassen sich unterschiedlich belasten: 8  $\Omega$ , 600  $\Omega$ , 10 k $\Omega$  und 2 M  $\parallel$  150 pF in Stellung „unloaded“. Mit einer Taste ist auch ein Bewertungsfilter für das Anzeigeinstrument im RTS 2 einzuschleifen: „weighted noise“ zur Geräuschspannungsmessung nach CCIR/ARM/2k (Filter bei uns nicht üblich). Alternativ dazu kann die ATU 1 auch mit anderen Bewertungsfiltern (Steckkarten) geliefert werden. Der deutsche Importeur sollte darauf achten,

### Ferrograph-Meßplatz

### Einzel-Meßgeräte

#### Frequenzgangmessung

Meßplatz wird wie Verstärker angeschlossen; nach dem Einpegeln kann die Messung sofort durchgeführt werden: rund 3,5 min

Tongenerator und Millivoltmeter anschließen; nach dem Einpegeln kann die Messung sofort durchgeführt werden: rund 3,5 min

#### Messen der Gleichlaufschwankungen

Gerät umschalten und Messung vornehmen: Weniger als 1 min bei grober Überprüfung; bei Messung mit verschiedenen, voll umzuspulenden Cassetten, bis zu 7 min

Tongenerator und Millivoltmeter abklemmen und Gleichlaufschwankungsmesser anschließen. Vorwärmphase und evtl. Ortswechsel nötig: etwa 5 min...12 min

#### Klirrfaktormessung (konstanter Pegel)

Gerät umschalten und kalibrieren, danach Messung vornehmen: knapp 1 min

Gleichlaufschwankungsmesser abklemmen (evtl. Ortswechsel) Klirrfaktormeßbrücke anschließen, vorwärmen und kalibrieren: rund 5 min

#### Klirrfaktormessung (konstanter Klirrfaktor)

Gerät muß immer wieder neu kalibriert werden. Zeitaufwand verringert sich mit zunehmender Erfahrung: etwa 3,5 min

Bei Handabstimmung gilt das gleiche wie beim Meßplatz, also etwa 3,5 min (mit automatischer Abstimmung knapp 1 min)

Gesamtwert: 9 min...15 min

Gesamtwert: 17 min...24 min

Der Meßplatz RTS 2 bringt dem Benutzer im Vergleich zu Messungen mit Einzel-Meßgeräten einen deutlichen Zeitgewinn. Für vier Standardmessungen an Cassetten-Recordern müssen 9 min...15 min reine Meßzeit einkalkuliert werden. Vergleichs-Meßgeräte waren: Tongenerator LAG-125 (Leader), Millivoltmeter LMV-182-A (Leader), W&F-Meter EMT 424 (EMT-Franz), Klirrfaktor-Meßbrücke LDM-170 (Leader)

daß die bei uns vertriebenen Geräte das DIN-Bewertungsfilter enthalten.

Eine weitere Taste dient dem Einschalten eines 1-kHz-Filters, dessen Bandbreite von  $\pm 100$  Hz groß genug ist, damit man beim Messen der Löschedämpfung nicht verzweifelt nach dem Signal suchen muß. In der Betriebsart „wideband response“ durchläuft das Meßsignal die ATU 1 unbeeinflusst, laut Herstellerangabe im Bereich zwischen 30 Hz und 20 kHz. Wird die Taste „read osc.“ gedrückt, ist das Signal des Tongenerators (RTS 2) zum Mithören auf den Lautsprecher geschaltet. Zusätzlich zur Einstellung am RTS 2 kann mit den Tasten „oscillator-gain“ die Ausgangsspannung des Tongenerators in 10-dB-Stufen verändert werden (-20 dB,

-10 dB, 0 dB, +10 dB). Ein Umschalten sorgt schließlich dafür, daß man mit der ATU 1 sowohl an Geräten mit asymmetrischen als auch symmetrischen Eingängen/Ausgängen Messungen vornehmen kann.

## Erst Erfahrung mit dem Meßplatz bringt Zeitgewinn

Wer je mit einem Kompakt-Meßplatz gearbeitet hat wird Einzelgeräte nicht vermissen, denn die Vorteile vieler kombinierter Meßgeräte in einem Gehäuse überwiegen: Man bedient nur ein Gerät, das weni-

ger Platz als Einzelgeräte benötigt, der Meßaufbau wird einfach und übersichtlich, und für verschiedene Messungen an demselben Gerät muß nicht erst umgestöpselt werden.

Alle diese Vorteile bedeuten Zeitgewinn, der aber nur dann zum Tragen kommt, wenn die Bedienung des Meßplatzes kein langwieriges Studium der Bedienungsanleitung erfordert. Der Meßplatz RTS 2 schneidet hier leider ungünstig ab, doch kann sich das auch als Vorteil entpuppen: Ohne Bedienungsanleitung wird sich keiner impulsiv mit dem Gerät beschäftigen – und prompt Falschmessungen durchführen. Nicht umsonst heißt eine alte Laborweisheit „Wer mißt, mißt Mist“. Das Studium der Bedienungsanleitung mit ihren rezeptartigen Anweisungen wird dafür sorgen, daß der Benutzer den Weg durch den Dschungel der Meßtechnik findet, und die Vorzüge des Gerätes auch voll ausgeschöpft werden. Die deutsche Übersetzung der Bedienungsanleitung hat zwar nicht ganz den Informationsgehalt des englischen Originals, sie reicht aber für erfahrene Meßtechniker aus. „Newcomer“, die Englisch beherrschen, sollten besser auf das Original zurückgreifen.

Die Bedienungsanleitung ist von Profis erstellt worden. Das zeigt sich schon daran, daß in einigen Kapiteln erläutert wird, wie das Gerät zu kalibrieren ist. Für größtmögliche Genauigkeit sollte das aber nur bei betriebswarmem Gerät durchgeführt werden: 5 min bis 10 min Vorwärmzeit sind deshalb einzukalkulieren.

## Der Meßplatz im Testbetrieb

Das schon erwähnte Problem mit den Meßkabeln taucht bei der ersten Inbetriebnahme sofort auf. Für den Werkstattbetrieb sollte man deshalb folgende Adapterkabel zur Hand haben: BNC auf Cinch (Mono), BNC auf DIN und BNC auf Bananenstecker, um zum Beispiel auch an den Lautsprecherausgängen messen zu können. Ohne den Zusatz ATU 1 sind zwei Umschalter (Kästchen) empfehlenswert, damit Messungen an Stereo-Geräten kein Umstöpseln erfordern.

Der Umschalter für den Ausgang des Meßplatzes sollte zusätzlich das Auftreten des Signalweges ermöglichen. Das vereinfacht Fremdspannungsmessungen, denn der Tongenerator läßt sich nicht unabhängig von den anderen Geräten ab-

schalten. Die wichtigsten Betriebsmöglichkeiten des Meßplatzes sollen nun durch Messungen an Tonbandgeräten demonstriert werden.

### Frequenzgangmessung

Nach Aussteuerungsanzeige am Spulengerät wird bei einer Frequenz von 1000 Hz ein Pegel von 0 VU eingestellt. Bei Cassetten-Recordern sind 400 Hz Meßfrequenz praxisingerecht, weil dann die Recordereinstellung auf gleichen Pegel für Vor- und Hinterbandsignal überprüft werden kann.

Die eigentliche Frequenzgangmessung erfolgt bei einem um 20 dB verringerten Pegel, damit das Band bei hohen Frequenzen nicht übersteuert und das Meßergebnis dadurch verfälscht wird. Die Pegelabsenkung erfolgt sehr genau mit dem Drehschalter am RTS 2 in zwei 10-dB-Schritten (mit ATU 1 ist nur die Taste –20 dB zu drücken wenn zuvor die 0-dB-Taste gedrückt war).

Besonders einfach ist diese Messung bei Recordern mit Hinterbandkontrolle, weil parallel zur Frequenzänderung das Instrument beobachtet werden kann. Recorder mit Kombikopf erfordern ein Rückspulen des Bandes, so daß der unmittelbare Zu-

sammenhang zwischen Frequenz und abgelesenem Pegelwert fehlt. Genaue Messungen sind in diesem Fall nur mit aufgenommenen Signalen konstanter Frequenz möglich (Einzelmessungen bei mehreren Frequenzen).

Den zügigen Fluß der Messung hemmt etwas der kleine Durchstimmbereich des Generators. Um nämlich den gesamten Übertragungsbereich zwischen 20 Hz...20 kHz abzudecken, muß viermal der Bereich gewechselt werden. Für schnelle Überprüfungen ist es empfehlenswert Normfrequenzen (400 Hz, 1 kHz, 10 kHz) auf der Einstellscheibe zu markieren.

Unser Testgerät hatte eine Eigenart, die sich allerdings nicht auf die Meßergebnisse auswirkte: Im oberen Drittel des Durchstimmbereiches vom Tongenerator wurden merkwürdige Einschwingvorgänge hörbar, vergleichbar mit den Differenztönen bei Hinterband-Recordern, wenn diese im Frequenzbereich zwischen 10 kHz...20 kHz übersteuert werden.

### Kanalgleichheit und Eingangsempfindlichkeit

Hier zeigt sich deutlich ein Vorteil des Meßplatzes: Wenn zuvor die Frequenzgangmessung durchgeführt wurde, so ist

Der Meßplatz ist intern verkabelt. „Kabelsalat“ ist daher nicht zu befürchten.



jetzt kein Umbau erforderlich – vorausgesetzt die empfohlenen Umschalter (oder ATU 1) sind vorhanden. Zur Messung wird die Norm-Meßfrequenz von 1000 Hz eingestellt, danach ist nur noch zwischen dem Aus- und Eingangssignal sowie den beiden Kanälen umzuschalten – alle Werte sind sofort ablesbar.

Vorteilhaft ist, daß die Werte beider Kanäle über dasselbe Instrument abgelesen werden. Meßfehler, wie sie bei unterschiedlich kalibrierten Einzel-Meßgeräten vorkommen, sind hier ausgeschlossen. Außerdem lassen sich Meßwertabweichungen sehr gut beobachten, weil nur darauf geachtet werden muß, ob sich die Zeigerstellung ändert.

## Übersprechdämpfung und Übersteuerungsfestigkeit

Mit den Umschaltern (oder ATU 1) ist auch die Übersprechdämpfung rasch ermittelt, weil nur „gegenläufiges“ Schalten

erforderlich ist (zum Beispiel Umschalter 1 auf rechten Kanal, Speisung von Tongenerator und Umschalter 2 aus linken Kanal, Einspeisung zum Millivoltmeter). Oszillator- und Übersprechsignal lassen sich wieder auf Tastendruck am RTS 2 ablesen. Wegen des knappen Anzeigebereichs des Millivoltmeters muß dessen Empfindlichkeit zum Ablesen des Übersprechsignals erhöht werden (Drehschalter) – hierbei nicht vergessen die 10-dB-Stufen zu zählen!

Für Übersteuerungsmessungen reicht die maximale Ausgangsspannung des Tongenerators (3 V) nicht aus. Es sei denn, ATU 1 ist vorhanden, dann läßt sich der Maximalwert um 10 dB auf 10 V erhöhen. Ansonsten ist ein externer Tongenerator höherer Ausgangsspannung vonnöten.

## Klirrfaktor-Messung

Die Klirrfaktor-Messung ist die Schwachstelle am RTS-2-Meßplatz. Durch die

schon erwähnte Einschränkung im Frequenzbereich (400 Hz bis 1100 Hz) wird das Gerät in dieser Betriebsart zum speziellen Bandgeräte-Meßplatz, denn Klirrmessungen an Verstärkern, die von der 1-kHz-Norm abweichen, sind bei sehr hohen und tiefen Frequenzen nicht möglich. Mit RTS 2 sollten möglichst viele Übungs-Klirrmessungen vorgenommen werden, damit der Benutzer ein „Gefühl“ für das Einstellen des Oberwellenfilters und des Bezugspegels bekommt. Leider ist die Verzerrungsmessung nämlich mit RTS 2 anfänglich so kompliziert, daß eine gehörige Portion Begeisterung nötig ist, sie überhaupt durchzuführen.

Kompliziert ist die Klirrmessung bei diesem Gerät deshalb, weil sie vollständig von Hand durchgeführt werden muß. Wie mit einem Näherungsverfahren, muß man sich zum Beispiel schrittweise an den Aussteuerungspegel herantasten, der bei einem Tonbandgerät für die geforderten 3% Klirr sorgt. Weil dies bei Tonbandgeräten aber eine Standardmessung ist, wirkt sich das Näherungsverfahren so nachteilig und zeitraubend aus. Der ständige Umgang mit dem Meßplatz sorgt freilich für Erfahrungswerte, so daß die Klirrmessung dann mit vertretbarem Zeitaufwand durchzuführen ist. Gegenüber der Klirrfaktorbestimmung mit einem Oszilloskop ist die RTS-2-Messung allemal genauer und eine automatische Meßbrücke wäre wohl zu teuer gekommen.

Ziel der Klirrfaktormessung an Tonbandgeräten ist es, immer in Zusammenhang mit dem verwendeten Band den Pegel anzugeben (bezogen auf Dolby-Pegel), der 3% Klirrfaktor erzeugt. Dazu ist zunächst ein bestimmter Bezugspegel festzulegen (zum Beispiel 200 mV), der als 100%-Marke gilt. Mit dem Oberwellenfilter wird dann die Grundwelle unterdrückt, und die Harmonischen werden als Maß der Verzerrung ausgewertet. Liegt der so gemessene Klirrfaktor über 3%, dann muß die gesamte Messung mit einem niedrigeren Bezugspegel wiederholt werden. Beim RTS 2 darf der Bezugspegel den Wert von 100 mV nicht unterschreiten, was ebenfalls als Einschränkung auf einen Bandgeräte-Meßplatz zu werten ist (Klirrmessungen an hochwertigen Verstärkern erfordern kleinere Bezugspegel).

Im Einzelnen erfolgt die Klirrmessung mit dem RTS-2-Meßplatz folgendermaßen: Um die Verzerrungen zum Beispiel bei 1 kHz zu messen, wird der Tongenerator auf diese Frequenz eingestellt, und bei

## Stellungnahme der Vertriebsfirma

### Audio Electronic zu unserem Testbericht

Dem Gebot der Fairness folgend, haben wir den Testbericht über den RTS-2-Meßplatz der Vertriebsfirma zur Kenntnisnahme vorgelegt, damit Irrtümer oder Mißverständnisse in einer Stellungnahme ausgeräumt werden können. So gibt denn auch folgender Text von Audio Electronic interessante Zusatzinformationen zu unserem Bericht:

- Durch die verschiedenfarbige Beschriftung der Frontplatte wird eine logische Verknüpfung der verschiedenen Bedienungselemente bei einem Meßvorgang erreicht (Bedienereführung). Alle Tasten, Knöpfe und Schalter zur Klirrfaktormessung sind zum Beispiel grün beschriftet. Auf diese Weise kann nach unseren Erfahrungen ein Techniker nach 2stündiger Einarbeitung in Verbindung mit der deutschen Bedienungsanleitung sowohl das Gerät selbst als auch sämtliche Messungen mit ihm beherrschen. Voraussetzung dafür sind allgemeine Kenntnisse über Meßgeräte und Meßverfahren.

- Ein wichtiger Vorteil des RTS-2-Meßplatzes bleibt im Bericht unerwähnt: Ge-

genüber Einzelgeräten gibt es beim Meßplatz nicht die Gefahr von Massenschleifen, die zu Meßfehlern führen können.

- Das vom Millivoltmeter angezeigte Signal kann über den „Oszilloskop-Ausgang“ auf einem Sichtgerät wiedergegeben und weiter analysiert werden.

- Auf Wunsch ist der Meßplatz in Deutschland für die Klirrfaktormessung im Bereich von 200 Hz bis 10 kHz lieferbar.

- Der Zusatz ATU 1 wird für den Hi-Fi-Service ab sofort mit DIN-Bewertungsfilter geliefert.

- In Zusammenhang mit dem Meßplatz hat sich Audio Electronic die Dienstleistungsbezeichnung „audio clinic“ gesetzlich schützen lassen. Firmen die im Besitz unseres Meßplatzes sind, dürfen dieses Dienstleistungszeichen verwenden und erhalten eine Urkunde, Aufkleber sowie Meßprotokoll-Formulare.

- Wir klären die Verbraucher auf, daß Werkstätten mit dem Zeichen „audio clinic“ qualifiziert sind für Messungen und Service an hochwertigen Hi-Fi-Geräten.

- Es gibt die Möglichkeit, den Meßplatz zu geringen monatlichen Raten zu leasen.

- Eine robuste Tafel mit den wichtigsten Bedienungshinweisen (gekürzte englische Fassung) liegt jedem Gerät bei, und kann zum Beispiel über dem Meßplatz angebracht werden.

angeschlossenem Meßobjekt ein bestimmter Pegel als 100%-Marke definiert. Dazu muß die „distortion 100%“-Taste gedrückt werden. Danach ist die Taste „distortion read“ zu drücken, und für die Brummunterdrückung gegebenenfalls noch das Tiefenfilter einzuschalten. Darauf folgt der Feinabgleich des Oberwellenfilters (Unterdrückung der Grundwelle): Zuerst mit „distortion meter fine balance“, dann mit „freq. coarse“ und schließlich mit „phase“ auf minimalen Zeigerausschlag. Im empfindlichsten Bereich werden bei Vollausschlag 0,1% Klirr angezeigt (Verstärkermessung) beim Tonbandgerät muß jedoch der zu 3% Klirr gehörende Pegel gefunden werden. Um den Pegel bei einem bestimmten Klirrgrad zu messen, müssen nach dem Feinabgleich (dem der 100%-Abgleich voranging) zwei Schalter betätigt werden: Das Millivoltmeter ist auf den erwarteten Pegel einzustellen und von „distortion read“ ist auf „millivoltmeter read input“ umzuschalten. Bei dieser Messung ist der Service-Techniker also gezwungen, reihum fast alle Schalter zu betätigen, das richtige Ablesen des Meßwertes nicht zu vergessen.

Ein weiteres Problem taucht beim Bestimmen der 10-kHz-Sättigung auf: Hier erweist sich der Anzeigebereich des Instrumentes als zu klein, denn nur selten wird die DIN-Forderung eingehalten, nach der 10-kHz-Sättigung und 3%-Klirrpegel bei Cassettenrecordern höchstens 15 dB auseinanderliegen dürfen. Der ablesbare Anzeigebereich mit etwas mehr als 14 dB reicht nicht ganz aus, um ohne Empfindlichkeitsumschaltung beide Grenzen sicher und schnell zu bestimmen.

### Gleichlaufschwankungsmessung

Der Meßplatz bereitete bei dieser Messung keinerlei Probleme und die Meßwerte wurden schnell und sicher ermittelt. Umstöpseln ist nicht erforderlich, so daß auch hier ein Zeitgewinn zu verbuchen ist.

### Zeit ist Geld

Ein Maß für die Zeitersparnis zu finden, die der RTS-2-Meßplatz bietet ist nicht einfach, denn als Bezug dienende Einzelgeräte können in jeder Werkstatt anders ausfallen. Wir geben deshalb zu bedenken, daß die angegebenen Werte in der Tabelle nur für die Vergleichsgeräte gelten. Zur genauen Rentabilitätsrechnung empfiehlt es sich, Vergleichsmessungen mit eigenen Geräten anzustellen.

Da wir vorhaben, weitere Meßplätze zu testen, bleiben die Vergleichs-Meßgeräte unverändert, so daß Testberichte in der Funk-Technik untereinander direkt vergleichbar sind.

Als Meßaufgabe zum Ermitteln des Zeitgewinns wurden Standardmessungen an Cassetten-Recordern gewählt. Dabei wurde nur die reine Meßzeit berücksichtigt, weil das Einmessen selbst von Gerät zu Gerät von verschiedenen Randbedingungen abhängt: Service-Anleitung vorhanden? Ist das Gerät servicefreundlich gebaut? Sind die Potis gekennzeichnet und gut zugänglich? Werden bei einer Einstellung andere Werte mit verändert (häufig bei Billigeräten der Fall), oder sind statt Trimpotentiometern gar Festwiderstände eingebaut, die umzulöten sind? Bei Geräten ohne Hinterbandkontrolle müssen die genannten Zeitangaben nach Erfahrungswerten um das drei- bis vierfache erhöht werden.

### Von Einzelgeräten ist der Meßplatz nicht zu schlagen

Mit den beiden Meßgeräten bietet Ferrograph solide aufgebaute Werkstattgeräte zu einem vernünftigen Preis an. Wenn auch die Verzerrungsmessung nicht einfach durchzuführen ist, so bietet das Gerät wenigstens die Möglichkeit dazu. Durch die eingeschränkte Klirrmessung, ist der sonst vielseitige Meßplatz speziell für Messungen an Tonbandgeräten zu empfehlen. RTS 2 und ATU 1 können Meßsicherheit, wenig Platzbedarf und Zeitgewinn für den Benutzer ins Feld führen, und sind in diesen Punkten von Einzelgeräten nicht zu schlagen. □

### Lautsprecherboxen

## Was sagt die Betriebsleitung aus?

Einer Mitteilung der Braun AG, Kronberg, konnten wir entnehmen, daß die DIN-gemäße Angabe der Betriebsleistung wenig praxisingerecht ist: DIN definiert die Betriebsleistung als jene Verstärkerleistung, bei der in 1 m Abstand von der Lautsprechermembran ein Schalldruckpegel von genau 96 dB erzeugt wird. Da der Wert der Betriebsleistung der grafische Mittel-

wert vieler Messungen im Frequenzbereich 250 Hz...4 kHz ist, könnte der Wirkungsgrad eines Lautsprechers einfach durch Anheben des Mitteltonbereichs gesteigert werden. Diese prospektwirksame Maßnahme rächt sich beim Klangeindruck. Unpraktisch sei die DIN-Messung aber auch schon deshalb, weil sie im schalltoten Raum durchgeführt wird. Bessere Aussagen über einen Lautsprecher soll die „praktische Betriebsleistung“ zulassen: Dieser Wert berücksichtigt tatsächliche Wohnraumverhältnisse, wie Reflexionen und Nachhallzeit; er entspricht ungefähr dem mit 2,4 multiplizierten Wert der (DIN-) Betriebsleistung. Noch eindeutiger soll der Wert des „Sound Pressure Level“ (SPL, Schalldruckpegel) sein. Das ist der Schalldruckpegel in 1 m Entfernung vom Lautsprecher, den 1 W Verstärkerleistung hervorruft. Diese Meßwerte haben sich freilich noch nicht durchgesetzt. □

### Hörfähigkeit

## Auf die Größe des Kopfes kommt es an

Je kleiner ein Tier, so schien es bisher, desto höher sind die Töne, die es zu hören vermag. Während der Mensch durchschnittlich Töne bis zu 19 kHz hört, sind es beim Hund 44 kHz, bei Ratten bis zu 72 kHz. Den Rekord halten bislang Feldermäuse mit bis zu 144 kHz.

Gelehrte an der Universität von Kansas verfechten mittlerweile die Ansicht, daß nicht die Körpergröße, sondern die Kopfgröße entscheidend ist. Noch genauer geht es um den Abstand zwischen den beiden Ohren, aus dem sich eine Beziehung zu den kleinsten hörbaren Schallwellenlängen zu ergeben scheint. Gefördert wurde diese Beziehung wahrscheinlich durch die naturgegebene Anforderung, daß ein Tier in der Wildnis Schallquellen zu seiner Sicherheit orten können muß. Diese Ortungsfähigkeit erfordert eine besonders gute Hörfähigkeit bei Schallwellenlängen, die auf dem Ohrenabstand abgestimmt sind.

Diese Vermutung konnte die Gelehrten aus Kansas durch die Messung der Hörfähigkeit von Elefanten bestätigen. Elefanten sprechen auf Töne zwischen 17 Hz und 10,5 kHz an. Höhere Töne vermögen sich nicht mehr zu hören. Dr. B.

Ela-Anlagen

Hans Kühn

# Der richtige Umgang mit drahtlosen Mikrofonen

## Teil 2: Sendetechnik

Die Übertragungsqualität drahtloser Mikrofone ist heute so hoch, daß vom technischen Standpunkt aus kaum noch Einwände gegen Ihre Anwendung erhoben werden. Der Taschen- oder Handsender eines drahtlosen Mikrofons muß jedoch sorgfältig „eingepgelt“ werden, wenn man keine unangenehmen Überraschungen erleben möchte. Wie hier am besten vorgegangen wird, beschreibt Dipl.-Ing. Hans Kühn, Fachberater bei der Sennheiser Electronic KG, Wedemark.

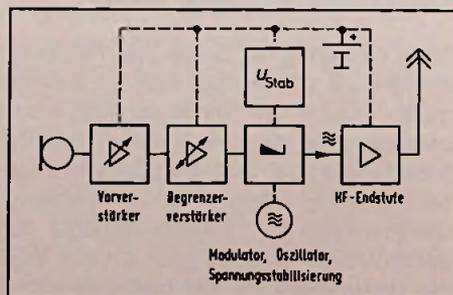
Der Sender hat die Aufgabe, mit der vom Mikrofon kommenden NF-Spannung ein Hochfrequenzsignal zu modulieren, und in Form von elektromagnetischen Wellen mit Hilfe seiner Antenne abzustrahlen. Der prinzipielle Aufbau eines Senders ist in Bild 2 dargestellt. Die vom Mikrofon kommende NF-Spannung wird von einer Vorverstärkerstufe verstärkt. Der Verstärkungsfaktor dieser Stufe ist von außen durch einen Knopf am Sender einstellbar. Die gebräuchlichen Bezeichnungen dafür lauten: Hubeinsteller, Verstärkungssteller oder Empfindlichkeitseinsteller. Die nachfolgende Stufe arbeitet als „Begrenzerverstärker“. Das ist erforderlich, um Übermodulation auszuschließen.

Bei niedrigen Eingangsspannungen arbeitet der Begrenzerverstärker wie ein herkömmlicher Verstärker. Erst wenn solche Eingangsspannungen auftreten, die zu einem Überschreiten des zulässigen Frequenzhubes führen würden, setzt die Begrenzerwirkung ein, und zwar wird der Verstärkungsfaktor entsprechend des Pegels der Eingangsspannung heruntergesetzt (VCA). Sinkt der Pegel dann für einige Sekunden wieder auf kleinere Werte, so stellt sich die ursprüngliche Verstärkung wieder ein.

In der nächsten Stufe wird die HF erzeugt und mit der NF moduliert. An die Fre-

quenzkonstanz der HF werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Schmalband-Sender sind meistens quartzesteuert. Für Breitband-Sender im 8-m-Band ist diese Methode leider nicht anwendbar, da mit einem Quarz nicht der erforderliche Hub erzielt werden kann. Man arbeitet dort mit „freilaufenden“ Oszillatoren. Um eine Frequenzdrift zu vermeiden, müssen solche Schaltungen mit sehr stabilen Betriebsspannungen versorgt werden.

Bild 2. Blockschaltung des Senderteils eines drahtlosen Mikrofons. Die NF-Eingangsempfindlichkeit des Vorverstärkers stellt der Anwender selbst ein. Dabei werden häufig Fehler gemacht und dem Sender angelastet



Unter Wirkungsgradaspekten ist als Antenne ein  $\lambda/2$ -Dipol am günstigsten. Im 8-m-Band würde das einer Antennenlänge von 4 m entsprechen. Für ein drahtloses Mikrofon kommt so eine Lösung selbstverständlich nicht in Frage. Man muß mit verkürzten Antennen (rd. 75 cm) arbeiten. Die bei drahtlosen Mikrofonen übliche herabhängende Drahtantenne stellt dabei die eine Hälfte des Dipols dar, während das Sendergehäuse die andere Hälfte also das „Gegengewicht“ bildet.

Man unterscheidet zwischen Hand- und Taschensendern. Die meisten auf dem Markt befindlichen Handsender sind ebenso wie die Taschensender mit einer Anschlußbuchse für Mikrofone ausgerüstet. Das Mikrofon gibt je nach Bauart und Schallpegel recht unterschiedliche Spannungen an den Sender ab. Genauso wie es bei Tonbandaufnahmen erforderlich ist, durch eine korrekte Einpegelung die begrenzte Dynamik des Tonbandgerätes optimal zu nutzen, so ist es auch bei drahtlosen Übertragungsstrecken erforderlich, die Verstärkung des NF-Verstärkers des Senders an die Aufnahmesituation anzupassen. Bei einem sehr lauten Sprecher, der das Mikrofon zudem nahe an den Mund hält, ist weniger Verstärkung als bei leisen Sprechern.

Leider ist die Tatsache dem Anwender oft nicht bekannt oder es werden krasse Bedienungsfehler gemacht, die zu schlechten Übertragungsergebnissen führen. Manche hochwertige und völlig intakte Anlage fristet ein Schattendasein, weil der Sender nicht richtig bedient worden ist. Daher soll dieser Punkt hier näher beleuchtet werden.

## So werden Sender richtig betrieben

Eine drahtlose Übertragungsanlage weist eine Dynamik (Signal-Rausch-Abstand CCIR 468) von rd. 60 dB auf. Das entspricht etwa 70 dBA. Anlagen mit einem Rauschunterdrückungssystem (zum Beispiel Sennheiser „SK 1012“ mit Empfänger „EM 1026“) weisen sogar Werte bis 74 dB (84 dBA) auf. Man sieht daran, daß die Qualität der drahtlosen Übertragung aus dem Blickwinkel der zur Verfügung stehenden Dynamik nicht beeinträchtigt wird, wenn die NF-Eingangsempfindlichkeit des Senders an die Aufnahmesituation richtig angepaßt wird. Dazu ist der Sender mit einem Empfindlichkeitseinsteller ausgerüstet. Der in Bild 3 dargestellte Sender trägt den Einstellknopf auf der Stirnseite, und erlaubt eine Variation der Eingangsempfindlichkeit von 1...20 mV.

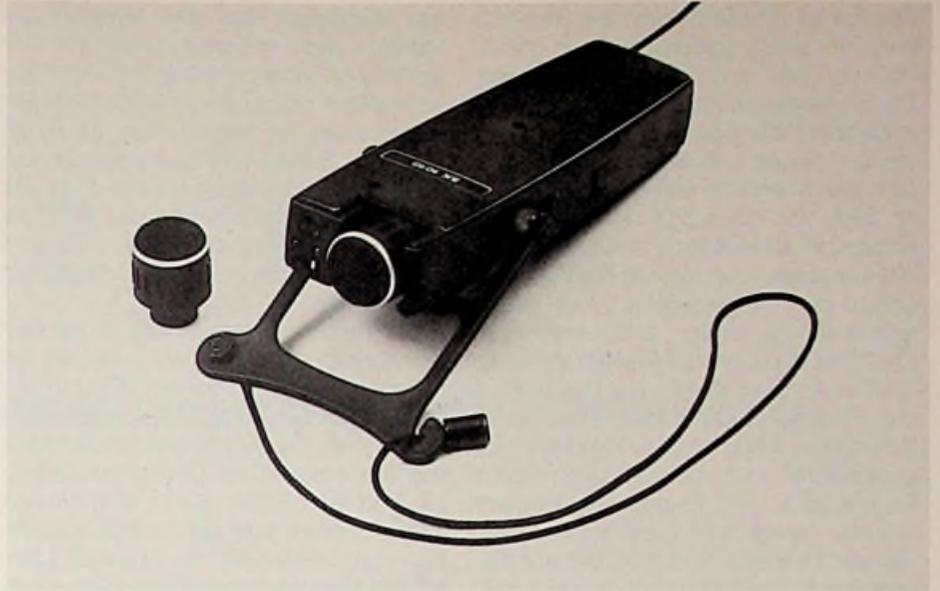


Bild 3. Drahtloses Mikrofon „SK 1010“ zum Umhängen mit aufsteckbarer Mikrofonkapsel. Der Steller für die Eingangsempfindlichkeit ist an der Stirnseite untergebracht und kann unbeabsichtigt nicht verstellt werden. Beim Einpegeln leuchtet eine LED auf, wenn Nennhub erreicht wird

### Einstellen der NF-Eingangsempfindlichkeit

Mancher Benutzer ist der irrigen Meinung, mit dem Empfindlichkeitseinsteller ließe sich die HF-Ausgangsleistung erhöhen und stellt den Sender auf maximale Eingangsempfindlichkeit. Das ist auf jeden Fall falsch. Eine optimale Einstellung ist dann erreicht, wenn die Lautstärkespitzen am Mikrofon gerade zur Vollaussteuerung des Senders (Nennhub) führen. So wird die Dynamik der drahtlosen Übertragungstrecke voll genutzt. Treten dann entgegen der ursprünglichen Annahme doch höhere Lautstärken auf, so führt das keineswegs schon zu hörbaren Verzerrungen, denn der NF-Begrenzerverstärker im Sender regelt im Übersteuerungsfall den NF-Pegel auf einen niedrigeren Wert (VCA). Die Reaktionszeit des Begrenzerverstärkers beträgt nur Bruchteile von Millisekunden. Sinkt der NF-Pegel wieder für einige Sekunden, so stellt sich allmählich die ursprüngliche Verstärkung wieder ein. Die Erholungszeitkonstante hängt ab von Dauer und Wert des Eingangssignals. Meist kann mit einer Erholungszeit zwischen 1 und 8 s gerechnet werden.

Der Begrenzerverstärker im Sender „SK 1010“ kann bis zu 30 dB Übersteuerung ausregeln und arbeitet so unauffällig, daß viele Anwender gar nicht die hilfreiche Unterstützung durch diese Schaltung bemerken. Und genau hier kommt es manchmal zu Schwierigkeiten, denn bei krasser Fehleinstellung macht sich in Sprechpausen

der „Pumpeffekt“ bemerkbar: Das Raumgeräusch, das während des Sprechens unwirksam war, wird in den Sprechpausen durch den periodisch wieder zunehmenden Verstärkungsfaktor stärker hörbar. Man sollte daher stets bestrebt sein, auf die Hilfe durch den Begrenzerverstärker nicht angewiesen zu sein.

Mancher Anwender beklagte sich über eine hohe Rückkopplungsneigung seines drahtlosen Mikrofons; immer in den Sprechpausen setzte der Rückkopplungseffekt ein. Auch hier lag meist ein Bedienungsfehler vor. Die Eingangsempfindlichkeit des Senders war zu hoch eingestellt. Wie wird es nun richtig gemacht? Beim Einstellen ist das Mikrofon in der späteren Arbeitsposition zu halten. Ist diese Arbeitsposition sehr dicht am Mund, so sollte man etwas am Mikrofon „vorbeisprechen“, damit nicht durch Poppgeräusche falsche Ergebnisse herauskommen. Zunächst ist von der minimalen Eingangsempfindlichkeit auszugehen. Dann wird die Empfindlichkeit in kleinen Schritten erhöht. Das weitere Vorgehen hängt nun davon ab, welche Kontrollmöglichkeiten für die Aussteuerung vorhanden sind. Der in Bild 3 dargestellte Sender ist zum Beispiel mit einer Aussteuerungsanzeige ausgestattet, die aktiviert wird, wenn der Be-

triebsartenschalter am Sender in Position „Test“ gebracht wird. Das Aufleuchten einer roten Leuchtdiode zeigt dann an, daß der Nennhub erreicht und die Hilfe des Begrenzerverstärkers in Anspruch genommen wird. Man läßt nun den Akteur ein langgezogenes gleichmäßiges „üüü“ sprechen oder singen. Dieser Laut der menschlichen Stimme kommt einem Sinussignal relativ nahe und eignet sich daher für Testzwecke besonders. Die Eingangsempfindlichkeit wird jetzt am Einsteller in kleinen Schritten erhöht bis kurzes Aufflackern der roten LED anzeigt, daß die richtige Position gefunden ist. Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß es sinnvoll ist, danach die Eingangsempfindlichkeit wieder etwas zu verringern, indem man den Einsteller etwa 20°...30° zurückdreht. Die Akteure reden vor Publikum nämlich meistens 10 dB lauter und neigen auch dazu, ein Handmikrofon näher zum Mund zu führen als bei der Probe.

Ist der Sender nicht mit einer Aussteuerungsanzeige ausgestattet, so ist man – falls vorhanden – auf die Modulationsanzeige des Empfängers angewiesen. Dabei ist eine Übersteuerung nicht ohne weiteres erkennbar, da der Begrenzerverstärker im Sender Pegelspitzen bereits auf Nennhub begrenzt. Um eine gleichmäßige

Anzeige zu erhalten, sollte der Benutzer auch hier ein langgezogenes und gleichmäßiges „üüü“ in das Mikrofon sprechen. Die Eingangsempfindlichkeit des Senders sollte dabei schrittweise so weit gesteigert werden, bis am Empfänger ein Hub von 60% des Nennhubs angezeigt wird.

Ist auch am Empfänger keine Anzeige vorhanden, so muß man sich auf sein Gehör verlassen, und folgendermaßen vorgehen: Das langgezogene „üüü“-Testsignal wird über einen Lautsprecher oder Kopfhörer abgehört und mit dem Einsteller am Sender ausgehend vom Minimalwert die Eingangsempfindlichkeit in kleinen Schritten so weit erhöht, bis die Lautstärke gerade nicht mehr zunimmt. Dann ist der Regeleinsatz des Begrenzerverstärkers erreicht. Danach wird in altbewährter Manier der Einsteller etwa 20°...30° zurückgedreht.

## Einstellung einer Saalbeschallungsanlage

Nachdem der Sender korrekt eingestellt wurde, wird der Verstärker für die Saallautsprecher langsam bis zum Rückkopplungseinsatz „aufgedreht“. Dann reduziert man den Pegel um 3...6 dB. Während die-

Bild 4. Drahtloses Mikrofon mit „Poppschutz“. Ohne die Schaumstoffkappe würden Explosivlaute, wie „P“ und „T“, den Begrenzer-Verstärker übermäßig „zuregeln“. Die Folge: 2 bis 3 Silben werden „verschluckt“



ses Vorganges darf das Mikrofon des Senders nicht besprochen werden. Anschließend soll man mit dem Sender vorsichtshalber den späteren Aktionsbereich abschreiten, um festzustellen, ob es an manchen Stellen nicht doch noch zur akustischen Rückkopplung kommt. Falls das der Fall ist, muß entweder der Pegel für die Saallautsprecher weiter verringert werden, oder man macht einen Bogen um diese Stelle.

Beklagt sich der Akteur, daß er bei Beifallsstürmen des Publikums trotz stark erhöhter Stimme mit seinem Mikrofon den Lärm nicht übertönen kann, so darf er auf keinen Fall die Eingangsempfindlichkeit des Senders erhöhen. Genau das Gegenteil führt zum Erfolg: Durch eine geringe Empfindlichkeit wird der Einsatz des NF-Begrenzerverstärkers zu höheren Lautstärken hin verschoben. Die zunächst auftretende Verminderung des Schallpegels der Saallautsprecher kann an den Einstellern der Verstärkeranlage voll ausgeglichen werden, ohne daß dabei die Rückkopplungsneigung erhöht wird. Nun kommt der Akteur bei niedrigen Schallpegeln genauso laut wie vorher beim Publikum an und hat – falls erforderlich – noch kräftig etwas zuzusetzen. Die Erfahrung lehrt, daß eine etwas zu niedrig eingestellte Eingangsempfindlichkeit am Sender das weitaus kleinere Übel ist, gegenüber einer zu hohen Einstellung. Die dadurch etwas reduzierte Dynamik kann durchaus in Kauf genommen werden, da genügend Dynamikreserve vorhanden ist.

Zur Abrundung der Thematik über akustische Probleme bei der drahtlosen Übertragungstechnik sei auf den „Poppschutz“ für das Mikrofon hingewiesen. Kleine, schlanke Mikrofone sind aus physikalischen Gründen sehr empfindlich gegenüber Popgeräuschen, die in der menschlichen Stimme bei Explosivlauten wie „P“ und „T“ erzeugt werden. Dadurch kann die Regelung des Begrenzerverstärkers im Sender übermäßig zum Ansprechen gebracht werden und nach jedem P-Laut fehlen plötzlich zwei bis drei Silben. Zum Vermeiden dieses Verschluckeffektes bei Handsendern mit kleinen Mikrofonköpfen, die nahe zum Mund geführt werden, ist daher ein Poppschutz unerlässlich (Bild 4).

## Trageweise von Taschensendern

Beim Gebrauch von Taschensendern ist zu beachten, daß die Abstrahlung der Hochfrequenz nicht durch eine ungeschickte Handhabung behindert wird. In

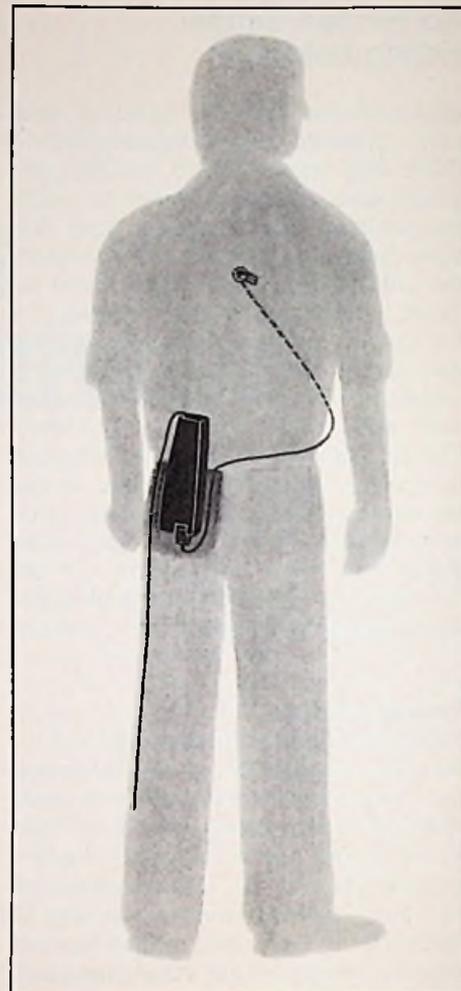


Bild 5. Kommt es auf ein unsichtbar getragenes Mikrofon an, läßt sich das Modell „SK 1010“ auch mit einem vom Sender abgesetzten Mikrofon betreiben. Die Antenne sollte ins Hosenbein eingefädelt werden, damit die vertikale Polarisation der elektromagnetischen Wellen erhalten bleibt (Bilder: Sennheiser)

der Praxis hat sich für Taschensender mit angeschlossenem Ansteckmikrofon eine Trageweise gemäß Bild 5 bewährt. Die Antenne sollte nicht das Sendergehäuse oder die Mikrofonzuleitung berühren. Das würde zu einem teilweisen Kurzschluß der HF führen. Wenn der Akteur nun noch sein Jackett anzieht und die Antenne in ein Hosenbein einfädelt, kann man von einer unsichtbaren Trageweise eines Mikrofons sprechen. Viele Fernsehmoderatoren benutzen ihre drahtlosen Mikrofone auf diese Weise. (Wird fortgesetzt)

Rauschunterdrückungs-Systeme

Reinhard Frank

# Dolby-B $\times$ 2 = Dolby-C

## Neuer „Sliding-Band“-Kompander verspricht 20 dB Rauschunterdrückung

Neuer Kompander zur Rauschunterdrückung haben die lange Zeit unangefochtene Stellung von Dolby-B ins Wanken gebracht. Um verlorenes Terrain zurückzuerobern, haben die Dolby-Laboratories kurzerhand 2 Dolby-B-ICs in Serie geschaltet und das Rauschunterdrückungsmaß dadurch verdoppelt. Die Empfindlichkeit des Systems gegenüber Band- und Gerätetoleranzen soll trotz der höheren Kompression in tolerierbaren Grenzen bleiben. Wie Dolby-B ist auch Dolby-C ein Sliding-Band-Kompander, dessen gleitend einsetzende Wirkung von der Frequenz und vom Pegel des Audio-Signals abhängen.

Wer hätte gedacht, welchen Siegeszug die Compact-Cassette gerade im Hi-Fi-Bereich antreten würde, als vor mehr als 10 Jahren der erste Recorder vorgestellt wurde, der mit CrO<sub>2</sub>-Band und Dolby-B die Norm in allen Punkten erfüllte. Zur damaligen Begeisterung paßte auch die Nachsichtigkeit gegenüber der nicht übermäßig großen Wirkung des Dolby-B-Systems.

Die Zeiten haben sich aber inzwischen geändert: Digital gespeicherte Programme stehen vor der Tür und die Ansprüche der Zuhörer sind stark gestiegen. Das dokumentiert schon der stetig wachsende Anteil hochwertiger Anlagen. Hi-Fi ist selbstverständlich geworden – und die Gerätehersteller sehen sich vor der Aufgabe die Hi-Fi-Hürde nicht mehr mit letzter Kraft, sondern im Sprung zu nehmen.

### Auch Dolby-C ist kein Breitbandkompander

Nachdem die Dolby-Laboratories lange im Abseits standen und sich erst spät, nach dem Erscheinen vieler anderer Rauschunterdrückungs-Systeme, zur Vorstellung eines wirkungsvolleren Systems entschlossen haben, soll das aus dem B-System

weiterentwickelte Dolby-C-System preisgegebenes Terrain zurückerobern. Dolby-C verspricht bei Frequenzen oberhalb 1 kHz eine Rauschunterdrückung um 20 dB. Weil es nur im Bereich hoher Frequenzen arbeitet, werden Probleme mit der Baßwelligkeit (verursacht durch Kopfspiegelresonanzen) umgangen.

Breitbandkompander haben in diesem Punkt Schwierigkeiten, denn das Wiedergabe-Signal, das den Expansions-Teil durchläuft ist gegenüber dem Signal, das durch den Kompressor geschickt wurde, verändert. Eine spiegelbildliche Arbeitsweise ist dadurch nicht mehr gegeben. Die Baßfrequenzgang-Fehler können sich hörbar bemerkbar machen. Um das Problem zu mildern, wird bei einigen Breitbandkompandern der extreme Tieftonbereich nicht in die Regelung einbezogen.

### Die Arbeitsweise wurde von Dolby-B übernommen

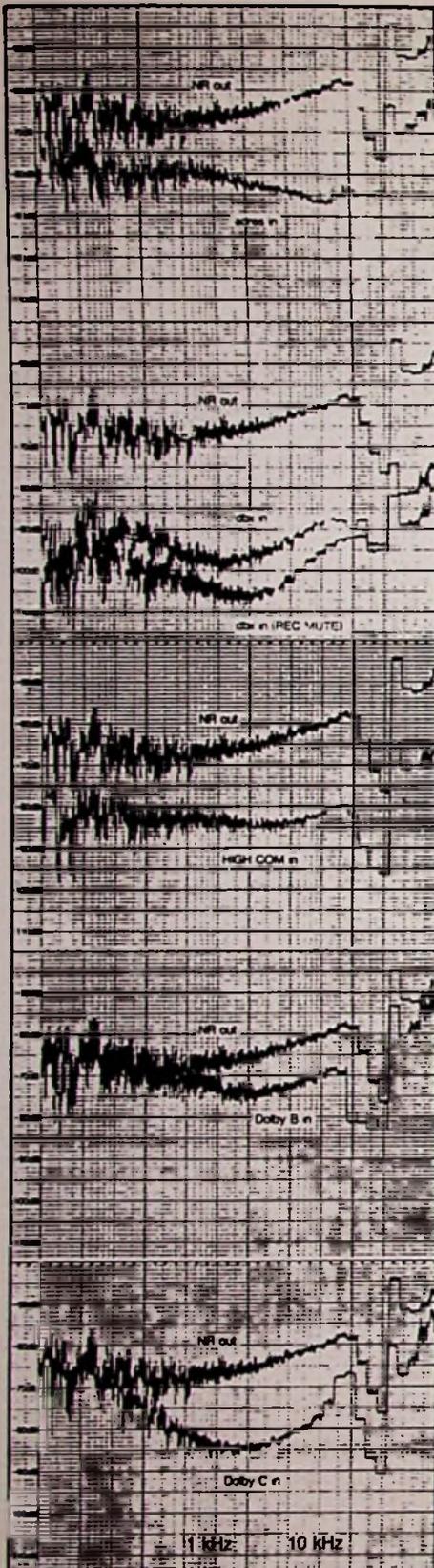
In der Arbeitsweise ähnelt das C-System stark der B-Version. Während der Aufnahme und Wiedergabe werden hochpegelige Signale nicht komprimiert (erst komprimiert dann expandiert). Signale im Be-

reich mittlerer und hoher Frequenzen werden nur komprimiert und expandiert, sofern sie vorgegebene Pegelwerte nicht überschreiten. Dolby-C wurde so aufgebaut, daß Nebeneffekte wie Rauschmodulation und „Atmen“ unhörbar bleiben; außerdem soll es nicht empfindlicher gegenüber Frequenzgangfehlern sein als das B-System. Ein genaues Einhalten des Bezugspegels ist jedoch erforderlich. Zusätzliche Schaltungstricks verringern die Gefahr, das Cassettenband bis in die Sättigung auszusteuern. Dadurch werden Dynamik-Verluste im Bereich hoher Frequenzen verringert.

### Dolby-C hat zwei Dolby-B-Stufen

Dolby-C besteht aus zwei in Serie geschalteten Rauschunterdrückungsstufen, wobei jede Stufe für jeweils 10 dB Kompression/Expansion bei Aufnahme/Wiedergabe sorgt.

Die Hochpegel-Stufe am Eingang des Kompressors bzw. am Ausgang des Expansors entspricht dem gewohnten Dolby-B. Neu hinzugekommen ist die Niederpegel-Stufe. Durch die Serienschaltung beider Stufen wird erreicht, daß im Idealfall 20 dB Rauschverminderung, also die doppelte so starke Wirkung wie bei Dolby-B möglich ist. Weiterer Vorteil dieser stufenhaften Arbeitsweise: Die Signale werden nicht „gewaltsam“ um große Pegelsprünge komprimiert. Das ist bei vielen anderen Kompandern der Fall, und kann sich in hörbaren Nebeneffekten (Rauschfahnen) äußern.



Rauschspektren (mit CrO<sub>2</sub>-Band aufgenommen) zeigen die Wirkung verschiedener Kompander (Bild: Technics)

## Stört Dolby-C die Kreise von Dolby-B?

Die Idee der Serienschaltung bedeutet für Dolby-C in der Praxis das Zusammenschalten von 2 Dolby-B-ICs. Darin sehen die Dolby-Laboratories einen großen Vorteil ihrer Neuentwicklung, weil sie wirtschaftlich mit bereits verfügbaren Großserienteilen aufgebaut werden kann. Trotzdem wird zur Zeit daran gearbeitet, mit einem Dolby-C-IC den Schaltungsaufwand im Recorder zu verringern. Der größte Vorteil der Zusammenschaltung: Sie läßt sich zur Wiedergabe von Dolby-B-Cassetten auch wieder auftrennen. Damit ist die Kompatibilität zu vorhandenen Dolby-B-Aufnahmen gegeben und ein Dolby-C-Recorder kann Aufnahmen auch mit Dolby-B durchführen.

Hörbar wird die Kompression freilich, wenn ein Dolby-C-codiertes Band ohne Expander abgehört wird. Ähnlich wie bei Dolby-B, das nicht expandiert abgehört, bei billigen Cassetten-Recordern eher für eine Klangverbesserung (Höhenanhebung) sorgt, ist bei Dolby-C-codierten Aufnahmen von einer Pseudo-Kompatibilität mit Dolby-B-Wiedergabegeräten auszugehen. Mit eingeschaltetem Dolby-B soll die Höhenanhebung nicht größer sein als beim nicht expandierten Abhören einer Dolby-B-Aufnahme. Wegen der Verträglichkeit glauben die Dolby-Entwickler auch an einen Markt für C-codierte Musik-Cassetten und werden einen professionellen C-Encoder für Tonstudios auf den Markt bringen. □

### Sprachsynthese

## Schaltkreise zum Erzeugen und Erkennen von Sprache

(Schluß aus Heft 4/81)

### 6 Kommerzielle Spracherkennungs-Systeme

Trotz der mit Spracherkennung verbundenen Probleme besteht großes Interesse auf der Seite potentieller Anwender. Die Bell Telephone Laboratories, EMI Threshold, Nippon Electric, Dialog Systems und

Heuristics arbeiten an solchen Systemen oder bieten sie bereits am Markt an.

Threshold hat kürzlich ein „Quiktalk“-System auf den Markt gebracht, das einen wesentlichen Fortschritt darstellt, denn es verdoppelt die Geschwindigkeit, mit der gesprochene Daten an Computer oder andere Systeme eingegeben werden können. Die zwischen den einzelnen Worten notwendigen Pausen werden bei diesem System erheblich reduziert. Der Hersteller gibt an, daß Sprecher mit Erfahrung bei einer Geschwindigkeit von 180 Worten/min – das ist wesentlich mehr als bei Eingaben über Tasten erreichbar – auf eine Fehlerrate von weniger als 1% kommen. Die Kosten für das neue System sind 10...20% höher als für das schon länger bekannte langsamere System von Threshold, das zwischen den Worten Pausen von etwa 0,2 s benötigt, um das Ende eines jeden Wortes exakt zu bestimmen.

Das Erkennungssystem „Threshold 680“ verwendet das „Quiktalk“-System mit einem Vokabular von 32 Worten (erweiterbar auf 256 Worte). Es bildet ein komplettes interaktives Terminal für Spracherkennung, Sprecher-Training und alle Funktionen die notwendig sind, um gesprochene Befehle in Signale umzusetzen, die Computer oder Maschinen steuern können. Das System kann als direkter Ersatz für Bildschirm-Terminals oder Fernschreiber dienen ohne das der angeschlossene Computer modifiziert oder mit spezieller Software ausgerüstet werden muß.

Nippon Electric hat ebenfalls einen Erkennungs-Prozessor entwickelt, der bestimmte Gruppen von Worten erfassen kann, ohne das zwischen den einzelnen Worten Pausen notwendig sind. Technische Einzelheiten wurden noch nicht bekannt gegeben.

### 7 Zusammenfassung

Obwohl bei Spracherkennung und Sprachsynthese bereits erhebliche Fortschritte erzielt wurden, sind die Kosten für derartige Einrichtungen noch recht hoch. Bei der Sprachsynthese lassen die in letzter Zeit neu auf den Markt gekommenen integrierten Synthese-Schaltungen jedoch bald auf preisgünstige Systeme hoffen. Wirtschaftliche, vom Sprecher unabhängige, über ein großes Vokabular verfügende Erkennungs-Schaltungen, wie sie etwa für eine „Diktier-Schreibmaschine“ notwendig wären, werden jedoch noch längere Zeit auf sich warten lassen.

Autoradios

## Mit „Diversity“ auf in den Stadtverkehr

Das haben Sie bestimmt auch schon erlebt: Ihr Fahrzeug rollt auf eine Signalampel zu, deren Rotlicht „Halt“ gebietet, und genau in dem Augenblick, da Ihr Fahrzeug zum Stehen kommt, versagt das Autoradio seinen Dienst: der Ton kommt nur noch verzerrt oder stark verrauscht durch. Hier haben Sie nach dem Gesetz des gemeinsten Zufalls ausgerechnet in einem „Feldstärkeloch“ angehalten, das in bebautem Gelände häufig vorkommt und den Hörgenuß empfindlich trübt. Senderseitig ist dieser Mangel beim mobilen UKW-Empfang nicht zu beseitigen, wohl aber mit einer „Diversity“-Schaltung im Empfänger. Eine grundlegende Untersuchung darüber wurde kürzlich in den Rundfunktechnischen Mitteilungen veröffentlicht [1]. Unser freier Mitarbeiter Roland Dreyer hat daraus die wesentlichen Passagen zusammengefaßt.

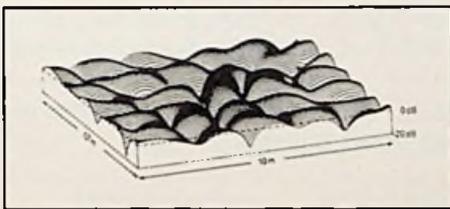


Bild 1. Feldstärkeverteilung im Stadtbereich. Computersimulation bei  $f = 100$  MHz

### Wenn die ZF-Begrenzung nachläßt kommt es zum Aufrauschen

Mit einem Antennen-Diversity-System lassen sich Fadingstörungen in dicht bebauten Gebieten bewältigen. Schuld an den Störungen sind tiefe Feldstärke-Einbrüche, die vom ZF-Begrenzer des Empfängers nicht mehr ausgeglichen werden können und sich als Aufrauschen bemerkbar machen. Die Empfangslöcher entstehen durch Überlagerungen der direkten Senderwelle mit den im Stadtbereich unvermeidbaren Reflexionen. Je nach Phasenlage und Amplitude führt das zu einer Abschwächung oder Verstärkung des elek-

tromagnetischen Feldes. Dabei sind Einbrüche bis zu 20 dB unter dem mittleren Feldstärkepegel keine Seltenheit.

### Die „Empfangslöcher“ liegt etwa 3 m auseinander

Ein realistisches Bild von der Häufigkeit und der räumlichen Verteilung der Empfangslöcher brachte ein Computer hervor. In einem Simulationsversuch wurden 20 Wellen mit verschiedenen Amplituden und Einfallsrichtungen an 10 000 Punkten phasenrichtig überlagert. Das Energiegebirge (Bild 1), das aus den Ergebnissen graphisch aufbereitet wurde, bestätigt die Vermutung: Wie die Knoten bei einer stehenden Welle sind die Pegelminima mindestens eine halbe Wellenlänge voneinander entfernt. Im UKW-Bereich sind dies 2,9 bis 3,4 m, die bei Stadtfahrten eine Fadingfrequenz von maximal 4 bis 5 Hz ergeben. Auch besondere Antennenformen oder Polarisations-Charakteristiken, vermögen an dieser Ungleichmäßigkeit nichts zu ändern.

### Der „Combiner“ wählt das bessere Antennensignal

Setzt man nun zwei Antennen etwa im Abstand der Wagenbreite auf das Auto, so ist es sehr wahrscheinlich, daß sich eine davon in einem Feldstärkeminimum aufhält, während die andere noch einen empfangswürdigen Pegel liefern kann. Hier läßt sich der Gedanke des „Diversity“ aufgreifen: Eine Umschaltelektronik, „Combiner“ genannt, schaltet entweder stets die höherpegelige Antenne auf den Empfänger (Selection Combiner), oder sie läßt eine Antenne solange aufgeschaltet, bis ihr Signal einen Mindestpegel unterschreitet (Scanning Combiner). Erst dann kommt die andere Antenne zum Zug, weil sie – vermutlich – mehr Spannung liefern kann. Sollte dies nicht der Fall sein, zum Beispiel weil das Fahrzeug die Senderreichweite verlassen hat, verhindert eine Schaltverzögerung (switch and stay) Störgeräusche, die durch das ständige Umschalten auftreten könnten.

Die Empfangsverbesserung durch Antennen-Diversity ist beträchtlich. In Bild 2 werden die Spannungen der Einzelantennen dem Ausgangssignal eines Selection Combiners gegenübergestellt. Durch die Glättung sind die massiven Einbrüche im Feldstärkepegel nicht mehr wahrnehmbar.

Ein Praxistest zeigte, daß der Scanning Combiner, der sich einfacher verwirkli-

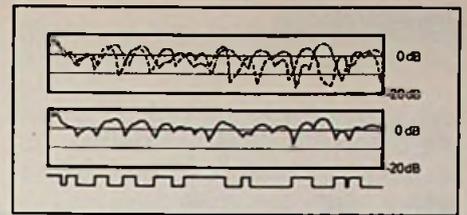


Bild 2. Oben: Zeitlicher Verlauf der Antennenspannung einer Scheibenantenne und einer Stabantenne am rechten vorderen Kotflügel. Mitte: Ein Selection-Combiner schaltet die beiden Antennen so um, daß tiefe Einbrüche vermieden werden. Unten: Umschaltensignal des Selection-Combiner (Bilder: Tschimpke, L.)

chen und auch nachträglich an vorhandene Empfänger anschließen läßt, bessere Ergebnisse liefert, wenn der Schwellenwert für die Umschaltung dem mittleren Feldstärkeniveau der Umgebung angepaßt wird.

### Ein Frequenz-Diversity-System ist bereits in der Entwicklung

Mit nur einer Antenne kommt ein Frequenz-Diversity-System aus, das gegenwärtig von einem kleinen deutschen Unternehmen entwickelt wird [2]. Hierbei nutzt man die Tatsache, daß ein und dasselbe Programm meist von mehreren Sendern (auf verschiedenen Frequenzen) zu empfangen ist. Das „automatische Autoradio“ muß aus diesen Empfangsmöglichkeiten nur die bestmögliche herausfinden. Dazu sind zwei Empfangsteile notwendig. Während das eine in gewohnter Weise ein Programm im Griff der Scharf-abstimmung hat, sucht das andere das Band ab, um das gleiche Programm auf einer anderen Frequenz in besserer Qualität zu finden. Ist dies der Fall, tauschen die Empfangsteile ihre Rolle; der Autofahrer merkt davon nichts. Er genießt dadurch freilich ungestörten Empfang.

### Literatur

- [1] Tschimpke, L.: Mobiler UKW-Empfang in bebautem Gebiet und Empfangsverbesserung durch Diversity. Rundfunktechnische Mitteilungen 25 (1981), S. 16–20.
- [2] Knoll, T.: Ideen zum Autoradio. Funkschau 53 (1981), Heft 5, S. 8.

Bauelemente

Dipl.-Ing. Ferdinand Müller

# Schwingquarze und ihre Anwendung

Für nichtprofessionelle Anwender haben Schwingquarze etwas Geheimnisvolles an sich, denn die vibrierende Quarzscheibe ist meist in einem Metallgehäuse untergebracht und entzieht sich so neugierigen Blicken. Ehrfurcht ist aber fehl am Platze, weil ein Schwingquarz im Grunde nichts anderes ist als ein Schwingkreis hoher Güte. Ohne viel graue Theorie entschleiern wir den Beitrag die wichtigsten Kenngrößen der Schwingquarze, führt durch den Wirrwarr der Gehäusenormen und zeigt an einigen typischen Anwendungsbeispielen die Breite des Einsatzgebietes auf. Wer über die gebotenen Grundlagen hinaus tiefer einsteigen möchte, findet am Schluß des Beitrags ein Normen- und Literaturverzeichnis.

Für die Elektrotechnik ist der Quarz unter den piezoelektrischen Kristallen so wichtig, weil seine günstigen mechanischen und thermischen Eigenschaften das Erzeugen sehr frequenzkonstanter Signale zulassen. Ebenso wichtig ist die Anwendung als Filterquarz, wenn es auf besonders steiflankige Übergänge zwischen den Durchlaß- und Sperrbereichen von Frequenzfiltern ankommt. In beiden Fällen ist der „Schwingquarz“ ein elektrisch angeregter mechanischer Schwinger.

## Schwingquarze verhalten sich wie Schwingkreise hoher Güte

In einem elektrischen Stromkreis verhält sich ein Schwingquarz grundsätzlich wie ein Schwingkreis hoher Güte. Sein Ersatzschaltbild (Bild 1) für die „Hauptresonanz“ zeigt infolgedessen einen dynamischen Serienzweig mit der (kleinen) Kapazität  $C_1$ , der (großen) Induktivität  $L_1$  und dem Verlustwiderstand  $R_1$  sowie die hierzu parallel wirksame statische Kapazität  $C_0$ , die zwischen den Elektroden entsteht und auch Streukapazitäten berücksichtigt.

Bild 2 zeigt den prinzipiellen Verlauf des Blindwiderstandes  $X$  in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$ . Man ersieht daraus, daß der Quarz in zwei Resonanzzuständen betrieben werden kann:

Serienresonanz:  $f_s$  bei  $X = 0$   
Parallelresonanz:  $f_p$  bei  $X \rightarrow \infty$

Beide Resonanzstellen ergeben sich aus den Elementen des Ersatzschaltbildes wie folgt:

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}$$

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C'}} \text{ mit } C' = \frac{C_1 \cdot C_0}{C_1 + C_0} < C_1$$

Der relative Frequenzabstand zwischen den beiden Resonanzfrequenzen beträgt:

Bild 1. Schaltzeichen und Ersatzschaltung eines Schwingquarzes

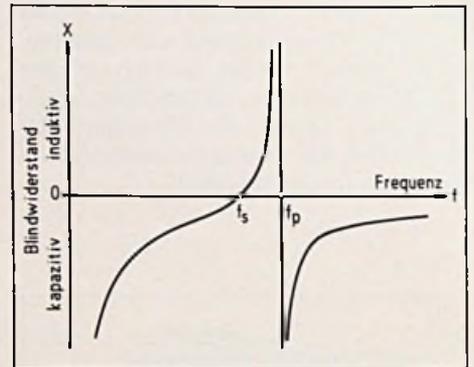
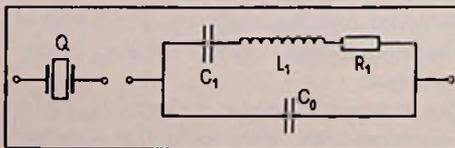


Bild 2. Verlauf des Blindwiderstandes eines Schwingquarzes

$$\frac{f_p - f_s}{f_s} \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{C_1}{C_0} \text{ (im Mittel } \approx 10^{-3} \text{)}$$

Für übliche Schwingquarze haben diese Größen folgende Wertebereiche (nach DIN 45 102, IEC 122-2):

Grundschnwingung	Oberschnwingung
Frequenzbereich $f_s$	
1 kHz...30 MHz	15 MHz...150 MHz
dynamische Kapazität $C_1$	
0,003 pF...0,3 pF	0,5 fF...3 fF
dynamische Induktivität $L_1$	
3 mH...500 kH	2 mH...40 mH
Verlustwiderstand $R_1$	
2 $\Omega$ ...200 k $\Omega$	10 $\Omega$ ...300 $\Omega$
statische Parallelkapazität $C_0$	
1 pF...40 pF	
(im Mittel $\approx 7$ pF)	
Güte $Q_1$	
$10^4$ ... $10^7$	

Die „Güte“  $Q_1 = 2\pi f_s \cdot L_1/R_1$ , die ein Maß für die Dämpfung und damit die Resonanzschärfe ist, liegt also um mehrere Zehnerpotenzen über der eines aus Spule und Kondensator aufgebauten Schwingkreises.

Ein elastischer Körper kann in verschiedenen Schwingungsformen zur Vibration angeregt werden. Je nach der Form des Quarzelementes (Stab, Platte, Scheibe, Ring), seinen Abmessungen (Länge  $l$ , Breite  $b$  bzw. Durchmesser  $D$ , Dicke  $d$ ) und der Schnittrichtung relativ zu den kristallographischen Achsen (diese „Orientierung“ wird bezeichnet durch Buchstaben und evtl. zusätzliche Winkelangaben) ergeben sich die ausnutzbare Schwingungsform und die Resonanzfrequenz  $f_s$  des Schwingers. Tafel 1 gibt eine Übersicht hierzu (im wesentlichen nach DIN 45 102). Die dort angegebenen Frequenzbereiche entsprechen dem Stand von 1964; zwischenzeitlich sind auch höhere Frequenzen erreichbar, so z. B. bei Oberschwingungs-Quarzen bis 300 MHz.

### Einflüsse auf die Arbeitsfrequenz

Unter „Arbeitsfrequenz“  $f_w$  versteht man diejenige Frequenz, die durch das Zusammenwirken von Oszillatorschaltung und Schwingquarz erzeugt wird. Die wichtigste Bestimmungsgröße ist selbstverständlich die Resonanzfrequenz  $f_s$  bzw.  $f_p$ . Aber schon hier ergeben sich Unterschiede durch die im praktischen Betrieb nicht ganz konstanten Werte von  $L_1$ ,  $C_1$ ,  $R_1$  und  $C_0$ .

Eine der wesentlichen Einflußgrößen ist die jeweilige Arbeits-Temperatur. Nun hängt die relative Änderung der Resonanzfrequenz von der Temperatur  $T$  nicht linear ab, sondern bei den meisten Quarzschnitten etwa quadratisch von der Temperaturdifferenz  $(T-T_0)$ . Bei anderen Quarzschnitten, besonders dem „AT-Schnitt“, entspricht die Abhängigkeit der Frequenz von der Temperatur einer Gleichung dritten Grades. Durch die Art des Schnittes lassen sich Frequenzabweichungen von beispielsweise  $\pm 4 \cdot 10^{-6}$  im Bereich  $-25$  bis  $+80$  °C ohne Thermostat einhalten.

Außer der Temperatur haben auch Luftdruck und Feuchtigkeit Einfluß auf die Schwingfrequenz und die Güte. Um deren Auswirkungen klein zu halten, werden hochwertige Schwingquarze in dicht verlöteten oder verschweißten Gehäusen betrieben, die entweder Vakuum oder ein Gas enthalten. Zur Verringerung des Einflusses von Stößen ist die konstruktive

Gestaltung des Quarzhalters (Aufhängung und Elektrodenzuführung) von Bedeutung.

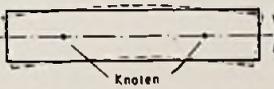
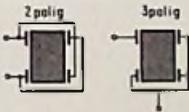
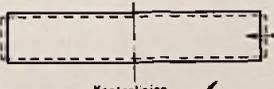
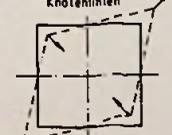
Infolge Änderungen der Kristallstruktur und der mechanischen Teile des Quarzaufbaus mit der Zeit weisen Schwingquarze auch einen „Alterungs“-Effekt auf. Die relative Frequenzänderung („Drift“) wird mit wachsender Betriebs- und/oder Lagerzeit meist kleiner.

Die Arbeitsfrequenz  $f_w$  hängt schließlich davon ab, ob die Serien- oder die Parallel-Resonanz benutzt werden soll. Dabei können verschiedene Arbeitspunkte gewählt werden, je nachdem, ob auf minimalen, realen oder maximalen Scheinwiderstand abgestimmt wird. Ferner ist die „Bürde“ – meist als „Lastkapazität“  $C_L$  angegeben – von erheblichem Einfluß auf  $f_w$ .

Häufig benutzt man einen in Reihe mit dem Quarz geschalteten Kondensator (meist Trimmer), um  $f_w$  auf den Sollwert zu bringen. Dieses „Ziehen“ des Quarzes dient u. a. zum Ausgleich der Alterung. Gebräuchliche Werte:  $C_L = 8$  pF...100 pF; Trimmer  $C_{zmax}$  meist 40 oder 60 pF. Letztlich hängt der genaue Wert der Schwingfrequenz auch von der Schwingamplitude und damit von der Belastung des Quarzes ab:

$$P = I_s^2 \cdot R_1$$

Tafel 1. Schwingungsformen und Frequenzbereiche für Schwingquarze der gebräuchlichsten Quarzschnitte

Art des Schwingers	Schwingungsform	Elektrodenanordnung	Quarzform	$f_s \sim$	Frequenzbereich	Quarzschnitt(e)
Biegungsschwinger			Stab $l \times b$	$b/l^2$	1...100 kHz	X, NT
Längs-Dehnungsschwinger			Stab $l \times b$	$1/b$	40...200 kHz	X, MT
Flächenscherungsschwinger			Platte $\square a$ Scheibe $\varnothing D$	$1/a$ $1/D$	100...250 kHz 150...600 kHz	DT CT
Dickenscherungsschwinger			Platte oder Scheibe Dicke $d$	$1/d$	0,6...20 MHz 5...30 MHz	AT BT
desgl. ungerade Harmonische			desgl. nte Harm.	$n/d$	15...150 MHz	AT

Nr.	Gehäuse-Familie				Anschlüsse				Kappen- oder Kolbenhöhe mm	Deutschland			International	USA	
	Metall	Glas	gelötet	geschweißt	Stifte	Drähte	Anzahl	Nennmaße		Gehäuse	DIN 45110 Teil	war DIN ...	IEC 122-3 Blatt/Gehäuse	NIL H-10056 Blatt/Gehäuse	
								Ø mm							Abstand mm
1	x		x		x		2	1,27	12,35	19,5	K1A	} 11	45111	1 / AA	2 / HC-6/U
2	x		x		x				38,5	K1B				1 / BB	4 / HC-13/U
3	x		x		x				55,5	K1C					
4	x		x		x					32,0	G1	12	45112		
5	x		x		x			1	4,9	13,0	M1A	13	45113	20 / CX	11 / HC-25/U
6	x		x			x	2	0,76	12,35	19,5	K2A	} 17	45117	12 / BF	22 / HC-33/U
7	x		x		x				38,5	K2B				12 / BG	(≈ HC-34/U)
8	x		x		x				55,5	K2C					
9	x		x			x		0,45	4,9	13,0	M2A	16	45116	9 / BC	9 / HC-18/U
10	x		x			x		0,45	2,84	7,62	N2A	14	-		31 / HC-44/U
11		x			x		2	1,27	12,35	19,7	Q1A	} 22	(45122)	22 / DA	14 / HC-27/U
12		x			x				26,0	Q1B				DB	
13		x			x				38,5	Q1C				DC	15 / HC-28/U
14		x			x				51,0	Q1D				DD	
15		x			x				64,0	Q1E				DE	
16		x			x			1	4,9	13,0	R1A	21	(45121)	21a/ CZ	16 / HC-29/U
17		x				x	2	0,45	4,9	13,0	R2A	23	(45123)	21a/ CY	13 / HC-26/U
18	x			x	x		2	1,27	12,35	19,5	K3A	15	-	(14) DN *	(≈ HC-36/U)
19	x			x	x			1	4,9	13,0	M3A	18	-	(17) DO *	
20	x			x		x	2	0,8	10,16	19,5	K4A	19	-		
21	x			x		x		0,45	4,9	13,0	M4A	20	-	(16) DP *	30 / HC-43/U
22	x			x		x		0,45	3,75	8,8	N4A	24	-	(19) EB *	32 / HC-45/U
23	x			x		x	3	0,45	5,08 <sup>Ø</sup>	6,5	T1A	} 25	-	17 / CK	21 / HC-35/U
24	x			x		x			15,0	T1B				CL	
25	x			x		x			25,0	T1C				CM	
26	x			x		x			39,0	T1D				CN	
27	x			x		x			60,0	T1E				CP	
28	x			x		x	5	0,76	5,08 <sup>Ø</sup>	6,5	U1A	} 26	-	18 / CR	24 / HC-37/U
29	x			x		x			15,0	U1B				CS	
30	x			x		x			25,0	U1C				CT	
31	x			x		x			39,0	U1D				CU	
32	x			x		x			60,0	U1E				CV	
33	x			x		x	4	0,45	9,52 <sup>Ø</sup>	8,5	W1A	27	-	(12) DN *	27 / HC-40/U
34	x			x		x	4	0,4	10 <sup>Ø</sup>	9,1	W2A	28	-		
(nicht in DIN 45110)							8	2,35	17,45 <sup>Ø</sup>	58,7	O1A	/	} 45114		(≈...) nicht in DIN 45110
abgeleitet aus Röhrensockeln:	x								98,4	O1F					
Bodenplatte							7	1,0	9,53 <sup>Ø</sup>	28,6	P1A	/	} 45115	(..) * in IEC 49 (CO) 86	
Miniatur	x								114	P1G					
Lokal	x						8	1,27	17,5 <sup>Ø</sup>	39	L1A	/	} 45118		
	x								119	L1G					

Tafel 2. Übersicht der Schwingquarzgehäuse nach DIN 45 110 Teil 1. Eine wertvolle Hilfe beim herrschenden Normenwirrwarr

Schwingquarze

**Was steckt hinter der „ppm“-Angabe?**

Die Angabe „ppm“ als Toleranzangabe für Schwingquarze lautet ausgeschrieben „parts per million“ und bedeutet frei übersetzt „Toleranz der Schwingfrequenz in Millionstel der Nennfrequenz“. Der „ppm“-Wert gibt also die maximale Abweichung der Schwingfrequenz gegenüber dem Sollwert an. Nicht ohne weiteres ersichtlich ist freilich der absolute Toleranzwert in Hertz, der in der relativen „ppm“-Angabe verborgen ist. Beispiel:  $\pm 5$  ppm bedeuten für einen 27-MHz-Quarz eine maximale Frequenzabweichung von  $\pm 5 \times 27 \text{ Hz} = \pm 135 \text{ Hz}$ . Mathematisch „stubenrein“ ausrechnen läßt sich der Toleranzwert, wenn statt der „ppm“-Angabe die laut DIN 45 101 anzugebende Zehnerpotenz  $10^{-6}$  (gleichbedeutend zu ppm) herangezogen wird. Beispiel: Die relative Toleranzangabe  $\pm 3 \times 10^{-6}$  auf einen 8-MHz-Quarz ergibt den Absolutwert  $\pm 3 \times 10^{-6} \times 8 \text{ MHz} = \pm 3 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^6 \text{ Hz} = \pm 24 \text{ Hz}$ . Die Toleranzangaben sind auch gültig, wenn der Quarz auf einer Oberwelle betrieben wird. Hierin ist auch die relative Angabe begründet, denn Quarze können auf (ungradzahligen) Oberwellen schwingen, eine absolute Angabe würde aber nur für eine einzige Schwingfrequenz gelten. II

Wird  $P$  zu groß, tritt eine zusätzliche Erwärmung mit der daraus resultierenden Frequenzverwerfung auf; eine zu große Amplitude kann sogar zur Zerstörung des Quarzelementes führen. Die zulässige Belastung, abhängig von Quarschnitt, -größe und -dämpfung, liegt zwischen  $P_{\text{max}} = 0,1 \text{ mW} \dots 10 \text{ mW}$ . Im Dauerbetrieb sollte die Belastung immer unter  $0,5 \text{ mW}$  bleiben. Für die Konstanz der Arbeitsfrequenz ist eine wichtige Voraussetzung auch die Konstanz der Oszillator-Betriebsspannungen.

Zu unterscheiden von der Arbeitsfrequenz  $f_w$  ist die Nennfrequenz  $f_n$ ; das ist diejenige Frequenz, für die der Schwingquarz nach Datenblatt gefertigt und benannt ist

(DIN 45 100). Bei einer Bestellung sollten außer der Gehäuseform (Tafel 2) und den geforderten Toleranzwerten (DIN 45 101 legt Normwerte hierfür fest zwischen  $\pm 1000 \cdot 10^{-6}$  und  $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ ) möglichst viele Betriebsparameter mit angegeben werden.

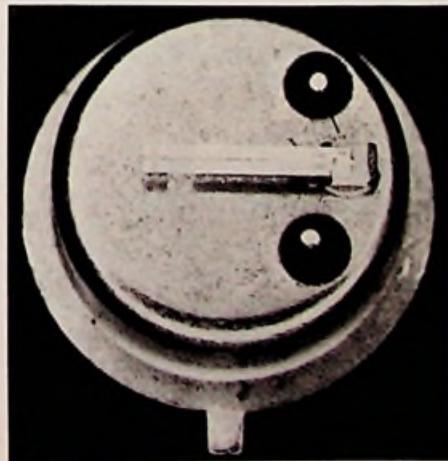
Zur Verdeutlichung der vorstehenden Angaben seien hier die Daten eines beliebigen aus einem Katalog herausgegriffenen 10-MHz-Schwingquarzes in Allgas-Gehäuse Q 1 A (HC-27/U) angeführt:

Grundwellen-Quarz, AT-Schnitt,  $f_n = 10\,000 \text{ kHz}$ . Elektrische Ersatzdaten:  $C_1 = 0,028 \text{ pF}$ ,  $L_1 = 9 \text{ mH}$ ,  $R_1 = 18 \Omega$ ,  $C_0 = 6 \text{ pF}$ ;  $\omega L_1 = 1/\omega C_1 = 565 \text{ k}\Omega$ ,  $1/\omega C_0 = 2,6 \text{ k}\Omega$ ;  $Q_1 = 3,1 \cdot 10^4$ . Belastung: Für  $P = 0,5 \text{ mW}$  wird  $I = \sqrt{P/R_1} = 5,3 \text{ mA}$ .

**Gezüchtete Quarze ersetzen Bergkristalle**

Obwohl 14% der Erdkruste aus Kieselsäure ( $\text{SiO}_2$ ) bestehen, ist das Vorkommen der kristallinen Form „Quarz“ in hinreichender Größe und Reinheit selten und im wesentlichen auf Brasilien beschränkt. Bereits in den 40er Jahren traten hier Engpässe auf, und Quarz wurde durch Turmalin ersetzt, der aber eine stärkere Temperaturabhängigkeit aufweist und ebenfalls selten ist. Seit etwa 1956 wird deshalb mehr und mehr künstlich (bei  $400 \text{ }^\circ\text{C}$  und  $1000 \text{ bar}$ ) „gezüchteter“ Quarz größter Reinheit verwendet.

Bild 3. Stimmgabelquarz in einem geöffneten TO-5-Gehäuse (Bild: Statek-Enatechnik)



Die Herstellung der Schwingquarzelemente ist ein komplizierter Vorgang unter Verwendung automatisierter Diamantsägen, Schnittwinkelkontrolle durch Röntgengoniometer, mehrstufiges Schleifen und Polieren mit Spezial-Läppmaschinen, Anätzen der Elektrodenfläche und Aufdampfen der Edelmetall-Elektroden.

In den Anfängen der Schwingquarz-Technik wurde die Quarscheibe zwischen Metallplatten aufgehängt, deren Abstandsveränderung einen Frequenzabgleich ermöglichte. Heute erfolgt der Endabgleich auf die Sollfrequenz nach dem Einbau in den „Halter“ durch dosiertes Zusatzaufdampfen von Elektroden-Material ( $f$  wird niedriger) und/oder Abtragen mit einem Laserstrahl ( $f$  wird höher).

**Formenvielfalt der Quarzelemente**

Die wichtigsten Formen der Quarzelemente sind in Tafel 1 skizziert: Rechteckige Stäbe ( $b \ll l$ ), quadratische (oder auch rechteckige) Platten ( $d \ll a$ ) und runde Scheiben ( $d \ll D$ ). Auch Ringe sind möglich, sie werden aber mehr für Wandler als für Resonator-Schwinger verwendet. Die Maße ergeben sich aus der zu erzielenden Resonanzfrequenz und für jeden Quarschnitt gibt es einen bestimmten „Frequenzfaktor“  $N$ , angegeben in  $\text{kHz} \cdot \text{mm}$ , aus dem sich die Resonanzfrequenz durch Division durch die jeweils frequenzbestimmende Dimension (Spalte  $f \sim$  in Tafel 1) ergibt.

Neu sind Quarzvibratoren in Stimmgabelform als Biegeschwinger im X-Schnitt mit einem Grundfrequenzbereich  $10 \text{ kHz}$  bis  $100 \text{ kHz}$ . Sie werden nach der Technik integrierter Schaltkreise hergestellt, können aufgrund der dabei erzielten Abmessungen in evakuierten Mikrogehäusen untergebracht werden (z. B. flatpack  $8 \times 4 \times 2 \text{ mm}^3$ ) und sollen Stoßbeanspruchungen bis  $1000 \text{ g}$  vertragen. Bild 3 zeigt einen Statek-Stimmgabelquarz in TO-5-Gehäuse.

**Neuer Norm-Entwurf für Schwingquarzgehäuse**

Von der großen Vielfalt früher gefertigter Gehäusekonstruktionen haben sich in den letzten drei Jahrzehnten im wesentlichen standardisierte „Halter“ durchgesetzt, von denen einige in DIN 45 111...45 123 (Ent-

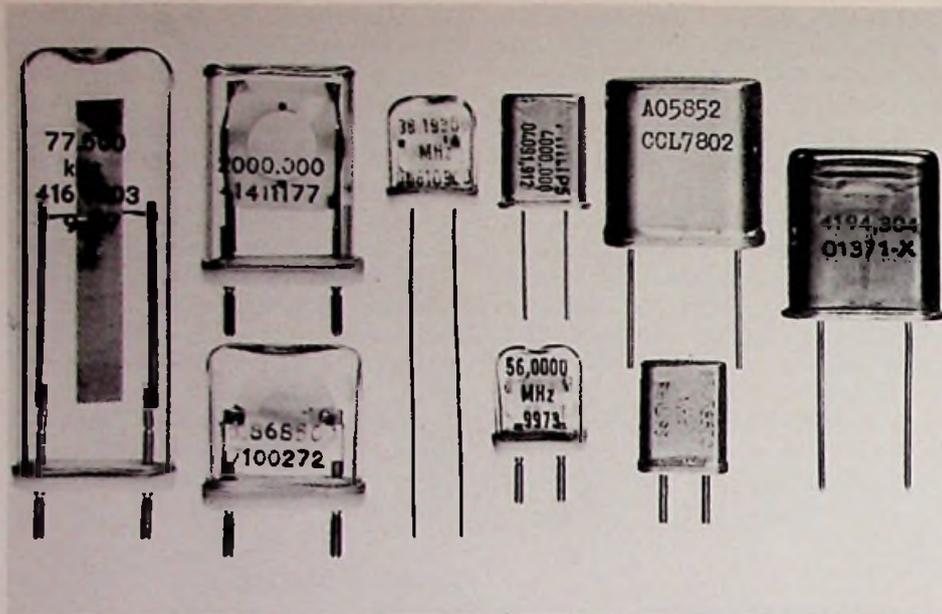


Bild 4. Gebräuchliche Gehäuse von Schwingquarzen (Bild: Valvo)

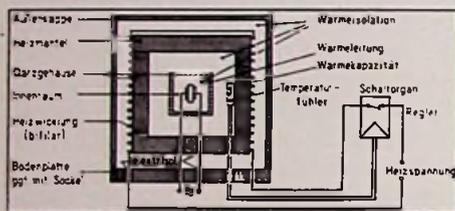
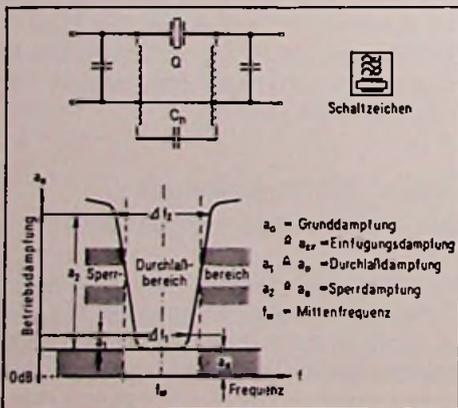


Bild 5. Ein Thermostat hält den Schwingquarz auf einer konstant hohen Temperatur, so daß Schwankungen der Umgebungstemperatur keine Auswirkungen haben

Bild 6. Oben: Quarzgekoppeltes Bandfilter mit kapazitiver Neutralisation. Unten: Verlauf der Betriebsdämpfung eines Quarz-Bandfilters. Die relative Bandbreite  $B_r$  hat den Wert  $\Delta f_1/f_M$  ( $a_1 = 3$  dB). Die Flankensteilheit wird in dB/Oktave oder in dB/Hz angegeben



würde ab 1958) genormt waren (Bild 4). In der Praxis haben sich freilich die DIN-Bezeichnungen (K1A, M2A, Q1C usw.) nicht recht eingebürgert, sondern es wurden auch im Deutschen vorwiegend die amerikanischen Mil-Bezeichnungen (HC.../U) verwendet, wobei auch der Ausdruck Schwingquarz-„Halter“ dem englischen crystal holder angelehnt blieb. Seit 1976 bestehen neue deutsche Norm-Entwürfe unter den Nummern DIN 45110 Teil 11 bis 28, die nunmehr die zutreffendere Überschrift „Schwingquarzgehäuse“ tragen.

Besonders zu begrüßen ist dabei das Übersichtsblatt Teil 1, das die Bezeichnungen nach DIN, IEC, US-Mil gegenüberstellt. Darin sind auch die verschiedenen Gehäuse-Familien (Metall/Glas, Löt/Schweiß-Verbindung, Stift/Draht-Anschlüsse) und die Hauptabmessungen angegeben (Tafel 2).

### Maßnahmen gegen Temperatureinflüsse

Zum Kleinhalten der Abhängigkeit der Arbeitsfrequenz von der Umgebungstemperatur betreibt man Schwingquarze (bei höheren Anforderungen den gesamten Oszillator) in einem Thermostat (Bild 5).

Als Wärmefühler dient im einfachsten Falle ein Kontaktthermometer das bei steigender Innentemperatur die Heizung aus-

schaltet, und bei fallender Temperatur einschaltet (Zweipunktregelung). Höhere Temperaturkonstanz erhält man durch Verwenden eines temperaturabhängigen Widerstandes mit angeschlossener Brückenschaltung, die einen feinstufigen oder stetigen Regler steuert. Schließlich kann man den Thermostat in einem weiteren Thermostat unterbringen – „Doppelthermostat“ – und kann so im Extremfall am Quarz bis auf  $\pm 1/1000$  °C Temperaturschwankung kommen. Übliche Regelbereiche sind  $\pm 5$  °C und  $\pm 1$  °C bei einer Nenn-Innentemperatur von 50 °C bis 85 °C.

Eine andere Methode zum Konstanthalten der Schwingfrequenz ist die Temperaturkompensation: Man bildet den Ziehkapazitor als Kapazitätsdiode aus, deren Steuerspannung von der Quarztemperatur abhängt, und erreicht dabei mit geringem Aufwand eine hohe Frequenzkonstanz von etwa  $\pm 2 \cdot 10^{-6}$  bei einer Schwankung der Außentemperatur zwischen  $-20$  °C und  $+70$  °C.

### Anwendungen von Schwingquarzen

Die bekannteste Anwendung von Schwingquarzen sind Quarz-Oszillatorschaltungen. Während man hier mit Grundschwingungsquarzen ohne Abstimmkreis auskommen kann, ist bei Oberschwingungsquarzen im allgemeinen ein LC-Resonanzkreis erforderlich. Heute werden komplette Quarzoszillatoren auch in Form integrierter Schaltkreise hergestellt und sie sind sogar mit Temperaturkompensation als fertige Bauteile lieferbar. Auch in TO-5-Gehäusen (Bild 3) werden vollständige Quarzoszillatoren mit Rechteckspannungsausgang (10 kHz bis 250 kHz) angeboten. Noch kleiner sind integrierte Quarzoszillatoren für Armbanduhr.

Rundfunksender waren bereits in den 30er Jahren mit quarzbestückten Steuerendern ausgestattet. Mit der Senderdichte stiegen auch die Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit, und heute sind bei Mittelwellen-Gleichwellensendern Abweichungen von  $\pm 10^{-8}$ /Monat (Größenordnung 10 mHz) üblich.

Bei einem amplitudenmodulierten (AM-) Sender bleibt die ausgestrahlte „Träger“-Frequenz immer unverändert. Wie aber bei Frequenzmodulation (FM), bei der die

Hochfrequenz sich im Takte der niederfrequenten Modulation ständig ändert? Hier geht es darum, die Träger- oder Mittenfrequenz konstant zu halten. In der Praxis verwendet man deshalb für die Frequenzmodulation einen freischwingenden LC-Oszillator und regelt dessen „Mitten“-Frequenz mit einem Quarz-Oszillator nach.

Die bisher behandelten Schaltungen beherrschen jeweils eine einzige Festfrequenz, die durch die Daten des Schwingquarzes gegeben ist. Es gibt aber auch Anwendungsfälle, wo man ein breites Spektrum diskreter Frequenzen mit Quarzgenauigkeit erzeugen möchte. Das sind z. B. Steuersender für Kurzwellen-Sendeanlagen, in erster Linie aber Meß-Generatoren und -Empfänger, bei denen die Frequenz dekadisch einstellbar ist. Solche Geräte, bei denen die Ausgangsspannung von einem einzigen eng tolerierten Steuerquarz hergeleitet und die Endfrequenz durch Synthese aus Vielfachen und Teilen der Quarz-Grundfrequenz gebildet wird, nennt man „Synthesizer“.

Die heute wohl häufigste Anwendung von Schwingquarzen erfolgt in den „Gebrauchs-Quarzuhren“ (Armbanduhren, Wanduhren, Autouhren). Bei diesen Uhren bedient man sich als Gangordner (Intervallgeber, Zeitteiler) eines Schwingquarzes. Dabei genügt im allgemeinen eine Frequenzgenauigkeit von  $\Delta f/f = 10^{-5}$  bis allenfalls  $10^{-6}$ , was einem „Gang“ von weniger als 1 s/Tag entspricht. Da die Quarzfrequenz auf die Anzeigefrequenz (bei  $1/s = 1$  Hz) heruntergeteilt werden muß und als Untersetzter heute ausschließlich vielstufige Binärteiler verwendet werden, beträgt die Quarzfrequenz in Hertz meistens eine ganzzahlige Potenz von 2.

In der Nachrichtentechnik sind Quarzfilter von großer Bedeutung, weil man mittels der Kristallschwinger infolge ihrer hohen Güte ( $Q$ ) sehr große Flankensteilheiten erreichen kann. Bild 6 zeigt als Beispiel die Schaltung eines quarzgekoppelten Bandfilters; der Kondensator  $C_n$  dient zur Neutralisation der statischen Parallelkapazität  $C_0$ . Damit liegt der Durchlaßbereich zwischen  $f_s$  und  $f_p$  (Bild 2), also die relative Bandbreite  $B_r$  in der Größenordnung von  $10^{-3}$ . Anwendungsbereiche: Mittenfrequenz  $f_M = 10$  kHz...100 MHz, erzielbare Bandbreiten

$$B = (10^{-2} \dots 10^{-4}) \cdot f_M$$

Solche Bandpässe und Bandsperren können schmalbandig (Telegrafie) oder breit-

bandig (für Telefonie und Rundfunk) ausgeführt werden. Dabei ist die „Nennfrequenz“ nicht immer identisch mit der Mittenfrequenz: Sie kann auch unsymmetrisch zu den Flanken liegen, zum Beispiel bei Filtern für die Einseitenband-(ESB) Übertragung.

## Schrifttum

- [1] Awender, H.; Sann, K.: Der Quarz in der Hochfrequenztechnik. In: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker. Hrsg. C. Rint, II. Band. 1. Aufl. Berlin 1953, S. 160–226. (Hierin ausführliche Literatur-Hinweise)
- [2] Herzog, W.: Quarzfilter, Kristallfilter. In: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Hrsg. H. Meinke u. F. W. Gundlach. 1. Aufl. Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956, S. 152–157.
- [3] Glaser, G.: Quarzuhrentechnik. Verlag Kempter KG Ulm 1979.
- [4] Niggemeyer, H.: Schwingquarze – gestern und heute. Funkschau 46 (1974) S. 926–928, 987/988.
- [5] Funktechnische Arbeitsblätter. In: Elektronik-Arbeitsblätter Band ... Franzis-Verlag München: In Band 6: Quarzoszillatorschaltungen Os 81, 82, 83 (1961–63). Zwischenfrequenz-Quarzfilter (Übersicht) Fi 81 (1962). Piezokeramik, keramische Filter Fi 82 (1974). In Band 3: Farbträger-Regenerierung Fs 62 (1970).
- [6] Firmen-Unterlagen: Valvo-Handbuch Schwingquarze. Hamburg 1979.
- [7] Becker, G.; Rohbeck, L.: Ein Normalfrequenz-Quarzoszillator, nachgesteuert vom Sender DCF 77. Elektronik 24 (1975) H. 2, S. 73–75.
- [8] Frequenz und Zeit. Info 001 104. Rohde & Schwarz München 1978. (Hierin u. a. Sendertabelle zu Normalfrequenz- und Normalzeitaussendungen)
- [9] Flicker, H.: Meßgeneratoren nach dem Verfahren der Frequenzsynthese. Rohde & Schwarz-Mitteilungen Heft 15 (1961) S. 6–10.
- [10] Frühauf, T.; Szepan, R.: Quarz, Rubidium, Cäsium – vollständiges Normalfrequenzprogramm. Neues von Rohde & Schwarz (R & S) 18 (1977/78) Nr. 80 S. 4–9.
- [11] Massa, R.: XPC – der neue programmierbare Synthesizer Generator für 50 kHz bis 1360 MHz. Neues von R & S 20 (1980) Nr. 91 S. 4–6.
- [12] Kraus, P.; Steffen, R.: Messung von Quarzersatzdaten. Neues von R & S 21 (1980/81) Nr. 92 S. 26–29.

- [13] DIN-Normen. Beuth Verlag GmbH Berlin und Köln: DIN 8326 (8.79) Kleinuhren mit piezoelektrischem Schwingungssystem. DIN 45 100 (8.67) Schwingquarze; Begriffe. DIN 45 101 (3.64) desgl.; Normwerte, Typenkennzeichnung, Beschriftung. + (Entwurf 3.79). DIN 45 102 (10.64) desgl.; Leitfaden für die Anwendung als Steuerquarze. DIN 45 105 Meßverfahren für Schwingquarze: Teil 3 (1.78) Messung der Resonanzfrequenz und des Resonanzwiderstandes nach der Phasemethode mit einem  $\pi$ -Netzwerk. Teil 4 (Entw. 2.80) Messung der Resonanzfrequenz und des Resonanzwiderstandes der Nebenresonanzen von Filterquarzen. DIN 45 110 (Entw. 9.76) Schwingquarzgehäuse: Teil 1 Übersicht, Teile 11...28 (Einzeldarstellungen). DIN 45 165 (3.73) Filter mit piezoelektrischen Vibratoren; Quarzfilter, Begriffe. DIN 45 166 (5.73) desgl.; Anwendung piezoelektrischer Filter. DIN 45 167 (4.76) desgl.; Teil 1 Prüfungen, Meßverfahren. Teil 2 Prüfbedingungen. DIN 45 170 (8.65) Begriffe für Schwingquarz-Thermostate. DIN 45 171 Blatt 1 (8.65) Schwingquarz-Thermostate; Normwerte, Beschriftung. Blatt 2 (5.66) desgl.; Belegung der Sockelanschlüsse. DIN 45 172 (6.66) desgl.; Leitfaden für die Anwendung.

## Satelliten-Fernsehen

### Verstärker für „TV-Sat“

Nachdem die Trägerrakete „Ariane“ jüngst einen weiteren Test bestanden hat, steigen die technischen Chancen für die baldige Verwirklichung des „TV-Sat“-Projektes. Zum Empfang der Satelliten-Signale (12 GHz), und deren Umsetzung ins UHF-Band, entwickelte Siemens das Modul „SMC 98128. Es enthält Vorverstärker, Mischer sowie eine Endstufe und hat die Abmessungen einer kleinen Zigarrenschachtel. Als aktive Elemente sind GaAs-FET eingesetzt. Dadurch ist das Modul so empfindlich, daß schon eine Energiedichte von  $-104$  dBW/m<sup>2</sup> (gilt für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland) guten Empfang sicherstellt. Ein zweites Modul (SMC 98129) soll sogar mit  $-112$  dBW/m<sup>2</sup> auskommen. TV-Sat-D ist, mit einer 90-cm-Parabolantenne, dann auch in Skandinavien zu empfangen (Quelle: Pressemitteilung der Siemens AG, München).

# Abstimmssysteme unter die Lupe genommen

## 5. Folge: Spannungssynthese (III)

In den vergangenen 10 Jahren machte die Abstimmtechnik und damit auch der Service dieser Baugruppe einen grundlegenden Wandel durch: Mechanische Abstimmssysteme mit Schubstangen, Klinken und Sperren mußten komplizierten elektronischen Systemen weichen, die aufgrund eigens gefertigter LSI-Schaltkreise noch eine Fülle zusätzlicher Aufgaben übernehmen können. Nur der Service-Techniker, der sich auf diesem Gebiet gezielt weiterbildet, hält mit der Entwicklung Schritt und ist nicht vollends dem Modultausch ausgeliefert. Das Grundwissen für diese Aufgabe vermittelt Ing. (grad.) Helmut Liedl in einem Streifzug durch die Abstimmtechnik. Er begann mit einer knappen Erklärung der einfachen Methoden und nimmt jetzt eingehend die Arbeitsweise komplexer digitaler Abstimmssysteme unter die Lupe.

### Manuelle Feinabstimmung

Wie in der vorangegangenen Folge (FT 6) beschrieben, sorgt die automatische Feinabstimmung für das Einhalten des optimalen Abstimpunktes bei 38,9 MHz Bild-ZF. Davon ausgehend, hat der Benutzer mit der manuellen Feinabstimmung die Möglichkeit, ein subjektiv optimales Bild im „über“- oder „unscharfen“ Bereich einzustellen (siehe auch Bild 21 in FT 6). Dazu ist dem Diskriminatorschwingkreis eine Kapazitätsdiode parallel geschaltet, die eine mit „±“-Tasten veränderbare Gleichspannung erhält (Bild 20 in FT 6). Damit läßt sich der Abstimpunkt geringfügig auf der Diskriminatorkennlinie verschieben. Die Gleichspannung wird von einem eigenen D/A-Wandler mit Tiefpaß erzeugt. Meist hat der D/A-Wandler 4 bit Wortbreite, bei etwa 16 V maximaler Ausgangsspannung. Bei 8 V liegt dann die Mittenabstimmung (38,9 MHz), und mit den Tasten kann um  $\pm 500$  kHz, bis zum subjektiv optimalen Bildeindruck verstimmt werden.

### Abspeichern und Aufrufen von Programmen

Bild 22 hilft die Vorgänge an einem Beispiel zu erläutern, bei dem der Speicherbaustein ein eigener IC ist. Es gibt andere Konzepte, bei denen Wandler, Steuerung und Speicher in einem IC integriert sind [7], und intern die Datenübertragung parallel erfolgt.

Nachdem mit Hilfe des Suchlaufes ein Sender gefunden, und automatisch (manuell) feinabgestimmt wurde, können mit Hilfe einer Speichertaste die binären Werte des IFO-Zählers für die Abstimmspannung und Bandwahl, und die des IFO-Zählers für manuelle Feinabstimmung in den Speicher übertragen werden. Der Speicherbefehl schaltet die Zählregister im Steuerbaustein (Bild 22) zu einer Schieberegisterkette um, und verbindet deren Datenausgang mit dem Dateneingang eines „gleichgroßen“ Schieberegisters im Speicher. Ein gemeinsamer Takt verlegt dann die Information vom Steuerbaustein in den Speicherbaustein. Diese

serielle Übertragung spart IC-Anschlüsse ein. Durch einen internen Schreibbefehl wird schließlich die Information vom Schieberegister in die Speichermatrix übertragen. Zuvor wurde mit Hilfe der Fern- oder Nahbedienung der Programmplatz festgelegt. Auf diese Weise können zum Beispiel 16 Programme abgespeichert, und anschließend beliebig oft abgerufen werden.

Beim Programmabrufen läuft der beschriebene Vorgang umgekehrt ab. Ein Programmwechselbefehl lädt den entsprechend adressierten Speicherinhalt in das Schieberegister. Dessen Datenausgang ist jetzt mit dem Dateneingang des Registers im Steuerbaustein verbunden. Wenn die Information vollständig in den Steuerbaustein geschoben ist, werden die IFO-Register für Abstimmspannung und manuelle Feinabstimmung wieder als Zähler geschaltet und erzeugen die Gleichspannung.

Während des Suchlaufes oder Programmeinstellvorgangs, wenn also kein Sendesignal zu empfangen ist, wird der Ton stummgeschaltet (Mute).

### Einblenden eines Abstimbalkens

Zum Verfolgen des Abstimmvorgangs kann bei der Spannungssynthese ein längs der Bildschirmkante verlaufender Balken eingeblendet werden. Die Länge des Balkens ist proportional zur Abstimmspannung und ein Maß zur Kanalangabe. Bild 23 zeigt einen dafür gefertigten IC [1]. Das gewählte Band ist gekennzeichnet

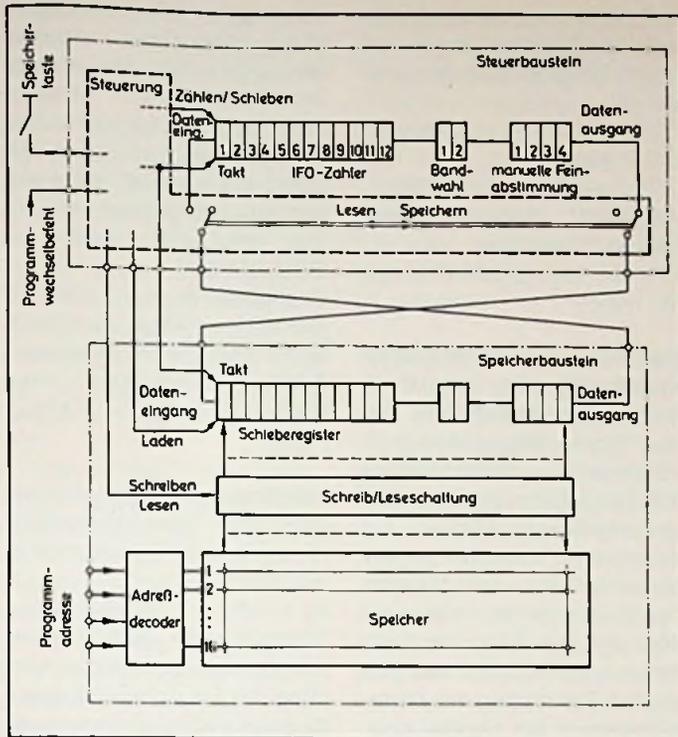


Bild 22. Die in den IFO-Zählern binär vorliegende Abstimminformation wird beim Betätigen der Speichertaste seriell an das Schieberegister im Speicherbaustein übertragen. Ist das Register vollständig geladen, überträgt ein interner Schreib-Befehl die Daten in den Speicherbereich, der von der Programmadresse bestimmt wird. Beim Programmwechsel läuft der Vorgang umgekehrt ab

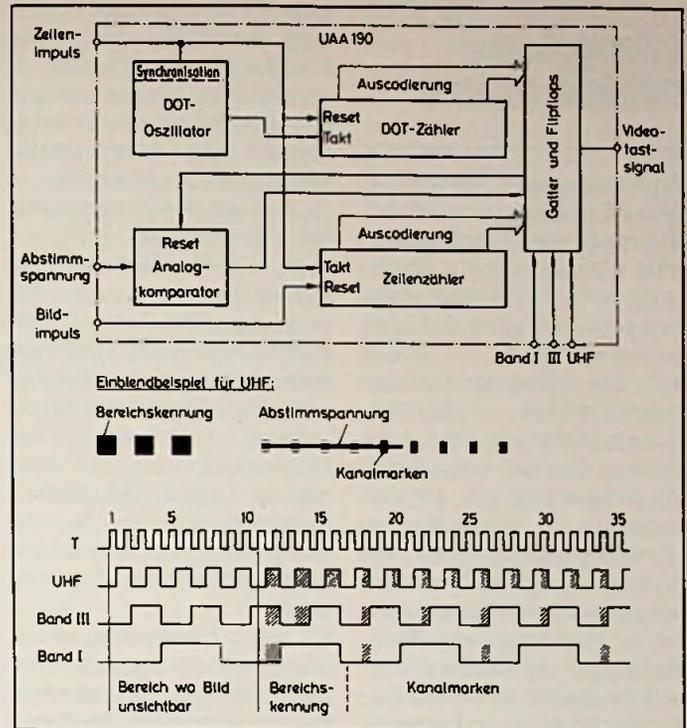


Bild 23. Baustein zum Einblenden der Abstimm-, Bereichs- und Kanalinformation auf dem Bildschirm. Das Impulsdiagramm zeigt abhängig vom Takt  $T$  für die drei Bereiche (UHF, BIII, BI) die Lage der Einblendimpulse für Kanal- und Bereichsmarken. Der (nicht eingezeichnete) Impuls für den Abstimm Balken beginnt bei der ersten Kanalmarke (18. Taktimpuls, siehe Einblendbeispiel Bildmitte); seine Dauer hängt von der Abstimmspannung ab

durch stärkere Markierungsflecken (Band 1 ■, Band 3 ■■, Band 4/5 ■■■) und ein unterschiedlich gerasteter Maßstab dient zur groben Kennzeichnung der Kanäle. In dem Kanalaraster verläuft der Abstimm-balken.

Die Ortsbestimmung der Einblendstellen auf dem Bildschirm übernimmt ein DOT-Zähler (Punkt-Zähler), der die horizontale und ein Zeilenzähler, der die vertikale Koordinate erfaßt. Der Zeilenzähler wird zu Beginn eines Bildes mit dem Vertikalimpuls zurückgestellt und anschließend mit jedem Zeilenimpuls getaktet. Diejenigen Zeilen, bei denen eingeblendet werden soll, sind „auscodiert“. Der DOT-Zähler arbeitet mit einem Taktsignal  $T$  von etwa 500 kHz, das mit dem DOT-Oszillator gewonnen wird. Oszillator und Zähler werden mit dem Zeilenimpuls synchronisiert. Durch Teilung des Taktsignals, entsprechendes Auscodieren und Verknüpfen mit den Zeilenauscodierungen in dem mit

„Gatter und Flipflops“ bezeichneten Funktionskästchen, werden die im Impulsbild schraffiert dargestellten Flecken für Bereichs- und Kanalkennung erzeugt. Die Abstimmspannung wird, je nach Amplitudenwert als ein in der Rückflanke veränderbarer Impuls in dieses Raster eingefügt. Gewonnen wird der Impuls mit Hilfe eines Analog-Komparators. An einem Eingang des Komparators wird die Abstimmspannung an dem anderen eine Sägezahnspannung angelegt, deren Scheitelwert der maximal möglichen Abstimmspannung entspricht. Sägezahn und Einblendimpuls beginnen mit dem 18. Takt und enden mit dem Taktimpuls, bei dem der Komparator Gleichheit von Sägezahn und Abstimmspannung feststellt.

Andere Konzepte ermöglichen auch die Zifferneinblendung der Kanalgrenzen [8]. Dazu ist jedoch ein Zeichengenerator notwendig, der in einem späteren Kapitel behandelt wird. (Wird fortgesetzt)

### Digitales Abstimmssystem

## Ein-Chip-Synthesizer

Ein einziger LSI-Chip (SAA 1057) und 16 externe Bauelemente bilden das neue digitale Abstimmssystem „Symo II“ (Synthesizer Modul) von Valvo. Durch den modularen Aufbau von Symo II ist die Signalverarbeitung in der Nähe der Signalquelle (zum Beispiel unmittelbar am Tuner, am Tastenfeld und an der Anzeige) möglich. Störstrahlung und Verkabelungsaufwand sollen dadurch gering bleiben. Das Modul eignet sich für alle Tuner mit Kapazitätsdioden-Abstimmung und hat eine Stromaufnahme von nur 20 mA. Die Abstimm-einheit von Symo II enthält 2 Vorverstärker und Frequenzteiler für AM und FM sowie eine PLL-Schaltung, die direkt programmiert werden kann (Quelle: Pressemitteilung von Valvo, Hamburg).

## Offengelegte Patentschriften

**Anordnung zum Abstimmen eines Empfängers mit Identifizierung der Empfangskanäle.** Patentanspruch: Anordnung zum Abstimmen eines Fernsehempfängers auf verschiedene Kanäle mit einem auf eine Abstimmspannung ansprechenden Überlagerungssoszillator zur Erzeugung eines Überlagerungssignals mit Frequenzen, die zur Abstimmung ansprechenden Überlagerungssoszillator zur Erzeugung eines Überlagerungssignals mit Frequenzen, die zur Abstimmung des Empfängers auf die Kanäle führen und die jeweils durch den Betrag der Abstimmung bestimmt werden, und mit einem Abstimmspannungserzeuger zur Erzeugung der Abstimmspannung, gekennzeichnet durch

- a) eine Speichereinrichtung mit einer Vielzahl von Speicherplätzen zur Speicherung von Binärsignalen, welche Grenzspannungen angeben, deren Beträge im wesentlichen gleich Abstimmspannungsbeträgen für Frequenzen sind, die zwischen Abstimmbereichen jeweils benachbarter Kanäle liegen, wobei jeder Speicherplatz eine zugehörige Adresse hat;
- b) eine Adressiereinrichtung zum Adressieren der Speicherplätze;
- c) eine Vergleichseinrichtung zur Erzeugung eines Adressenänderungssignals, wenn der Betrag einer vorbestimmten von zwei Spannungen, deren erste die an einem adressierten Speicherplatz der Speichereinrichtung gespeicherte Grenzspannung und deren zweite die Abstimmspannung ist, den Betrag der anderen Spannung überschreitet;
- d) eine Steuereinrichtung, die auf das Adressenänderungssi-

gnal hin die Adressiereinrichtung veranlaßt, denjenigen Speicherplatz zu adressieren, welcher der Grenzspannung des in einer vorbestimmten Reihenfolge gesehenen nächsten Kanal zugeordnet ist;

e) einen Kanalnummerngeber, der Binärsignale erzeugen kann, die den Nummern der Kanäle entsprechen, und der unter dem Einfluß der Steuereinrichtung auf das Adressenänderungssignal hin Binärsignale liefert, die der Kanalnummer desjenigen Kanals entsprechen, welcher der nächste Kanal in der gleichen Reihenfolge ist, in der die Grenzspannungen mit der Abstimmspannung verglichen werden;

f) eine Anzeigeeinrichtung, welche auf die die Kanalnummern darstellenden Binärsignale anspricht, um die Kanalnummern sichtbar anzuzeigen.

DBP.-Anm. H 03 j, 5/14.  
OS 3 020 663  
Offengelegt am 11. 12. 1980  
Anmelder: RCA Corp., New York  
Erfinder: John G. Henderson

**Horizontalablenkschaltung.** Patentanspruch: Horizontalablenkschaltung für Fernsehempfangsgeräte mit einer Horizontalendstufe, der die durch die Horizontalablenkspulen fließenden Ströme entnommen werden, indem ein in einem Stromzweig der Horizontalablenkspulen angeordneter, steuerbarer Schalter von mit im wesentlichen rechteckförmigen und in ihrer Breite parabelförmig modulierten zeilenfrequenten Ansteuerimpulsen von einer Steuerstufe leitend geschaltet wird, der die vertikal frequenten Ausgangsimpulse eines Sägezahngenerators und die zeilenfrequenten Ausgangsimpulse definierter Dachschräge einer Impulsstufe zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerstufe aus einem Komparator

und einer dessem vertikal frequenten Eingang vorgeschalteten Integrationsstufe gebildet ist.

DBP.-Anm. H 04 n, 3/16.  
OS 2 850 732  
Offengelegt am 12. 6. 1980  
Anmelder: Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim  
Erfinder: Ing. (grad.) R. Hugo; W. Schiller

**Verfahren und Schaltungsanordnung zur selektiven Auswahl vorbestimmter Teile einer Magnetbandaufzeichnung, insbesondere bei Cassettenrecordern.** Patentanspruch: Verfahren zur selektiven Auswahl vorbestimmter Teile einer Magnetbandaufzeichnung, insbesondere bei Cassettenrecordern, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll-Drehzahlen des Bandwickeltellers für Beginn bzw. Ende des ausgewählten Aufnahmeteils einem Impulsspeicher aufgegeben werden und die zur Wiedergabe erforderlichen Schaltvorgänge durch Vergleich der gemessenen Ist-Drehzahl mit der Soll-Drehzahl gesteuert werden.

DBP.-Anm. G 11 b, 27/10.  
OS 2 922 598  
Offengelegt am 4. 12. 1980  
Anmelder, zugleich Erfinder: Utz Bossert, Pforzheim

**Verfahren und Schaltungsanordnung zum Messen der Phasenlage des Farbträgers eines PAL-codierten Farbfernsehsignals.** Patentanspruch: Verfahren zum Messen der Phasenlage des Farbträgers eines PAL-codierten Farbfernsehsignals unter Verwendung des Horizontalsignals, des Farbträgers und des PAL-Schaltsignals, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorderflanken des gegebenenfalls aufbereiteten Horizontalsignals mit den Nulldurchgängen des gegebenenfalls aufbereiteten Farbträgers auf zeitliche Koinzidenz verglichen werden und daß in zeitlichen,

von dem PAL-Schaltsignal phasenabhängigen Abständen, welche dem Abstand von vier Fernsehzeilen entsprechen, die zeitlichen Koinzidenzen selektiert und hinsichtlich ihrer Lage innerhalb des Fernsehrastrers angezeigt werden.

DBP.-Anm. H 04 n, 9/62.  
OS 2 921 969  
Offengelegt am 4. 12. 1980  
Anmelder: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München  
Erfinder: Dipl.-Phys. Karl Heinz Trißl; Dipl.-Ing. Arthur Heller

**Versorgungs-Regler.** Patentanspruch: Versorgungs-Regler für einen Fernsehempfänger, mit

- A) einem handbetätigten Stromschalter (Netzschalter) zum Steuern der Stromversorgung des Fernsehempfängers,
- B) einer Zeitsteuereinrichtung zum Erzeugen eines Zeitcodes, der die Momentanzzeit wiedergibt, die einen Bezugssignalgenerator und einem Frequenzteiler enthält zum Teilen der Frequenz des Bezugssignals,
- C) einer ersten Eingabetastatur zum Erzeugen eines Anfangszeitcodes, der eine programmierbare Anfangszeit wiedergibt,
- D) einem ersten Speicher zum Speichern des Anfangszeitcodes von der ersten Eingabetastatur,
- E) einer zweiten Eingabetastatur zum Erzeugen eines Endezeitcodes, der eine programmierbare Endezeit wiedergibt,
- F) einem zweiten Speicher zum Speichern des Endezeitcodes von der zweiten Eingabetastatur,
- G) einem ersten Koinzidenzdetektor zum Erfassen der Koinzidenzdetektor zum Erfassen der Koinzidenz der Ausgangssignale der Zeitsteuereinrichtung und des ersten Speichers und zum Erzeugen eines ersten Koinzidenzausgangssignals, wenn die Aus-

gangssignale der Zeitsteuer-  
einrichtung und des ersten  
Speichers übereinstimmen,  
und

H) einem zweiten Koinzidenz-  
detektor zum Erfassen der Ko-  
inzidenz der Ausgangssignale  
der Zeitsteuerinrichtung und  
des zweiten Speichers und  
zum Erzeugen eines zweiten  
Koinzidenzausgangssignals,  
wenn die Ausgangssignale der  
Zeitsteuerinrichtung und des  
zweiten Speichers überein-  
stimmen, gekennzeichnet durch

I) eine auf das erste Koinzi-  
denzausgangssignals anspre-  
chende Einrichtung zum Sper-  
ren oder Freigeben des Betrie-  
bes des handbetätigten Strom-  
schalters und

J) eine auf das erste Koinzi-  
denzausgangssignal anspre-  
chende Einrichtung zum Frei-  
geben oder Sperren des hand-  
betätigten Stromschalters.

DBP.-Anm. H 04 n, 5/44.

OS 3 000 931

Offengelegt am 24. 7. 1980

Anmelder: Sony Corp., Tokio  
Erfinder: T. Suzuki; T. Miyas-  
aka; T. Amano

**Verfahren zur Sicherung von  
Tonträgern und deren Eti-  
ketten und/oder Verpackung  
gegen Nachahmung.** Patent-  
anspruch: Verfahren zur Si-  
cherung von Tonträgern und  
deren Etiketten und/oder Ver-  
packung gegen Nachahmung,  
bei welchem auf den Etiketten  
bzw. der Verpackung indivi-  
duelle Kenndaten aufgezeichnet  
werden, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß auf den Etiket-  
ten, der Verpackung oder den  
Tonträgern jeweils eine zu-  
sätzliche Kennzeichnung ange-  
bracht wird, die in ver-  
schlüsselter Form den indivi-  
duellen Kenndaten entspricht,  
daß die Etiketten, Verpackun-  
gen oder Tonträger auf Koinzi-  
denz der verschlüsselten  
Kenndaten mit der zusätzli-  
chen Kennzeichnung überprüft  
werden und daß eine Nachah-  
mung festgestellt wird, wenn

mehrere Etiketten, Verpackun-  
gen oder Tonträger dieselben  
Kenndaten oder dieselben zu-  
sätzlichen Kennzeichnungen  
aufweisen.

DBP.-Anm. G 11 b, 3/90.

OS 2 922 882

Offengelegt am 11. 12. 1980

Anmelder, zugleich Erfinder:  
Hermann Stockburger,  
St. Georgen.

**Verfahren zum Auslesen  
von Festkörper-Bildsensoren  
und Schaltungsanord-  
nung zur Durchführung des  
Verfahrens.** Patentanspruch:

Verfahren zum Auslesen von  
für die 525-Fernsehzeilenorm  
vorgesehenen Festkörper-  
Bildsensoren, welche nach  
dem Zeilensprungverfahren  
mit dem einmal wiederholten  
Auslesen jeder Sensorzeile  
betrieben werden, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß bei der Ver-  
wendung der Festkörper-Bild-  
sensoren für die 625-Fernseh-  
zeilenorm jede dritte Sensor-  
zeile zweimal wiederholt wird.

DBP.-Anm. H 04 n, 3/14.

OS 2 913 116

Offengelegt am 23. 10. 1980

Anmelder: Robert Bosch  
GmbH, Stuttgart

Erfinder: Dr.-Ing. Gerd Bock;  
Herbert Zettl; Dipl.-Ing. Hans-  
Wilhelm Zappen; Dipl.-Ing.  
Friedrich Zimmermann

**Lautsprecher.** Patentan-  
spruch: Lautsprecher mit ein-  
nem Tieftöner, wenigstens ein-  
nem Hochtöner und einer die-  
se beiden speisenden elektri-  
schen Weiche in einem mit  
Ausgleichsöffnung versehenen  
Gehäuse, gekennzeichnet durch  
eine derartige Bemessung  
der Bauteile, daß die  
Grundfrequenz des geschlos-  
senen Gehäuses des Tieftöners  
höher als die Frequenz ist,  
welche dem Halbleistungspunkt,  
bezogen auf den Be-  
reich einer konstanten Aus-  
gangsleistung dieses im Ge-  
häuse befindlichen Lautspre-  
chers entspricht und daß eine  
aktive Kompensationsschal-

lung vorgesehen ist, welche  
den Frequenzabfall auf einer  
knapp oberhalb der Frequenz  
des Halbleistungspunktes bis  
zu einer wesentlich unterhalb  
der Frequenz des Halblei-  
stungspunktes kompensiert,  
so daß die abgegebene Lei-  
stung dieses Lautsprechers  
unterhalb dieser unteren Fre-  
quenz und der knapp oberhalb  
dieses Halbleistungspunktes  
liegenden Frequenz im we-  
sentlichen konstant (uniform)  
ist, während der Wirkungsgrad  
des Lautsprechers wesentlich  
erhöht ist, gegenüber einem  
Lautsprecher, bei dem die Re-  
sonanzfrequenz des geschlos-  
senen Gehäuses gleich ist der  
Frequenz des Halbleistung-  
punktes.

DBP.-Anm. H 04 r, 1/22.

OS 2 901 021

Offengelegt am 24. 7. 1980

Anmelder: Bose Corp., Fra-  
mingham, Mass.

Erfinder: Ch. Barker

**Kondensatorlautsprecher.**

Patentanspruch: Kondensator-  
lautsprecher, bestehend aus  
einer Lautsprechereinheit mit  
einer Feldelektrode und einer  
Membran in einem durch ein-  
nen Abschirmfilm hermetisch  
abgeschlossenen Raum, da-  
durch gekennzeichnet, daß  
der Abschirmfilm aus einer fle-  
xiblen Folie und einer dünnen  
Metallschicht auf der Gesamt-  
fläche wenigstens einer Seite  
der flexiblen Folie besteht.

DBP.-Anm. H 04 r, 19/02.

OS 2 947 973

Offengelegt am 4. 6. 1980

Anmelder: Sony Corp., Tokio

Erfinder: M. Kawasaki

**Verfahren und Schaltungs-  
anordnung zur Komprimie-  
rung und Dekomprimierung  
von Analogsignalen in digi-  
taler Form.** Patentanspruch:  
Verfahren zur Komprimierung  
von Analogsignalen in digitaler  
Form, bei welchem die umge-  
wandelten, komprimierten Di-  
gitalsignale in die freien Infor-  
mationslücken von Videosi-

gnalen eingeschoben oder an-  
stelle von Fernsehsignalen  
übertragen bzw. aufgezeich-  
net werden, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die digitalen Si-  
gnale in eine beliebige Spei-  
cherzelle einer für die Kompri-  
mierung vorgesehenen Spei-  
cheranordnung mit einem be-  
stimmten Takt eingelesen wer-  
den, gleichzeitig die digitalen  
Signale aus der nächstfolgen-  
den Speicherzeile mit einem  
Takt ausgelesen werden, wel-  
cher schneller ist als der Einle-  
setakt, so daß am Ende einer  
festgelegten Periode ein be-  
stimmter Abstand von Spei-  
cherzeilen zur Einlese-Spei-  
cherzeile in Abhängigkeit des  
Verhältnisses von Einlese- zu  
Auslesetakt und der Speicher-  
zeilenlänge entsteht, wobei  
der Takt nach einer Speicher-  
zeilenlänge auf die nächstfol-  
gende Speicherzeile umge-  
schaltet wird und die Aus-  
gangsdaten der Speicherzeile  
multipliziert werden.

DBP.-Anm. H 04 n, 5/76.

OS 2 901 034

Offengelegt am 17. 7. 1980

Anmelder: Grundig E. M. V.  
Elektro-Mechanische Ver-  
suchsanstalt Max Grundig,  
Fürth

Erfinder: M. Obremski; M.  
Richter

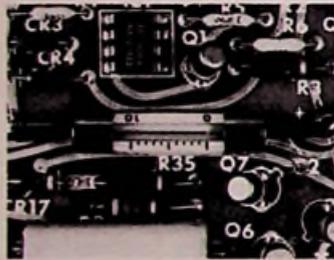
**Optische Abbildungsvor-  
richtung für eine Vorrich-  
tung zur elektronischen S8-  
Filmabtastung.** Patentan-  
spruch: Optische Abbildungs-  
vorrichtung für eine Vorrich-  
tung zur elektronischen S8-  
Filmabtastung zwecks Darstel-  
lung auf einem Fernsehgerät,  
mit einem Beleuchtungssys-  
tem für die Beleuchtung der  
Filmbilder, mit einem abbilden-  
den Objektiv und mit einem  
Schwingspiegel, der die Abbil-  
dung der Filmbilder unter Be-  
rücksichtigung der Filmvor-  
schubgeschwindigkeit mit der  
für die Fernsehnorm notwendi-  
gen Folgefrequenz in vertika-  
ler Richtung ablenkt und das  
von ihm reflektierte Licht zu ei-

strom-Verstärkung hat bei 4 V und 3 A Werte zwischen 350 bis 2900. Dieser Transistor soll im 2. Quartal 1981 in den Handel kommen. Über den ungefähren Abgabepreis für Einzelstücke konnte AEG-Telefunken noch keine Auskunft geben.

AEG-Telefunken  
Postfach 1109  
7100 Heilbronn  
Tel.: (0 71 31) 88 22 30

## Einlötbare Minatur-Betriebsstundenzähler

Ohne die früher benötigte Fassung kann nun der neue Betriebsstundenzähler „TM3-DR“ unmittelbar in die gedruckte Schaltung eingelötet werden. Wird die untere Platenseite mit einem Schutzlack versehen, kann die tatsächliche Betriebsstundenzeit durch



ein Aus- und wieder Einlöten nicht verfälscht werden, da eine solche Manipulation sofort erkannt wird. Das Element hat eine Länge von 30 mm und 2 Drahtenden von ebenfalls rd. 30 mm Länge. Die 12 mm lange Ableseskala ist zur besseren Erkennung mit roter Farbe hinterlegt. Innerhalb des Betriebsstrom-Bereiches von min. 0,6  $\mu$ A bis max. 60  $\mu$ A kann mit Hilfe einer vorgeschalteten Widerstandskombination ein beliebiger Betriebsstrom-Anzeige-Bereich von 100–10 000 Stunden gewählt werden. Die zulässige Betriebs-Temperatur liegt zwischen  $-10^{\circ}\text{C}$  und  $+75^{\circ}\text{C}$ . Bei anderen Betriebsstundenzählern ähnlicher Größe wird Kupfer auf elektrolytischem Wege abgebaut, und der noch sichtbare Kupferbalken diente zur Betriebsstunden-Ablesung. Diese Betriebsstundenzähler sollen lageabhängig und empfindlich gegen Sonneneinstrahlung sein. Dagegen – so die Firma Nucletron – wäre der neue TM3-DR Betriebsstundenzähler gegen Sonnenbestrahlung unempfindlich und könnte in jeder Lage betrieben

werden. Die Quecksilber-Kapillare ergibt in Verbindung mit der Elektrolyt-Pille eine sichere und eindeutige Anzeige (siehe auch FT 2/80 S. W68). Der Richtpreis beträgt rd. 10 DM/Stck. bei einer Abnahme von 10 Stück.

Nucletron  
Gärtnerstr. 60  
8000 München 50  
Tel.: 0 89/14 60 81

## Meßgeräte für den Service

### 1-MHz-Funktionsgenerator

Einen preiswerten Funktionsgenerator hat die Semac GmbH im Programm. Das Modell „420“ erzeugt die üblichen drei Signalformen „Sinus“, „Dreieck“ und „Rechteck“ im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 1 MHz (7 Teilbereiche). Bei unbelastetem Ausgang hat die Ausgangsspannung einen maximalen Wert von 20 V (Spitze-Spitze); bei Widerstands-Anpassung auf 600  $\Omega$  fällt dieser Wert auf 10 V. Mit 600- $\Omega$ -Ab-



schluß kann dem Ausgangssignal eine Gleichspannung von  $\pm 5$  V (kontinuierlich einstellbar) überlagert werden (DC-Offset). Unbelastet ist ein DC-Offset von  $\pm 10$  V möglich. Der Klirrfaktor wird bei 1 kHz mit 0,4% angegeben; bis 100 kHz soll er unter der 1%- und in den übrigen Bereichen unter der 2%-Marke bleiben. Das Gerät hat einen TTL-Ausgang und läßt sich mit einem externen Steuersignal über den Bereich 1000:1 wobbeln. Zwei Modell-Versionen stehen zur Verfügung: 420 A ist allein für Netzbetrieb vorgesehen und kostet 478 DM, das Modell 420 D ist für Netz- und Akkubetrieb gebaut und kostet 570 DM. Semac GmbH, Postfach 4345, 6100 Darmstadt, Tel.: (0 61 51) 8 50 69

## FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift  
für die gesamte  
Unterhaltungstechnik

Gegründet von Curt Rint  
Offizielles Mitteilungsblatt  
der Bundesfachgruppe  
Radio- und Fernsehtechnik  
Erscheinungsweise: Monatlich

### Verlag und Herausgeber

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-1  
Telex 04-61 727 hueh d  
Geschäftsführer:  
Heinrich Gefers (Marketing)  
Heinz Melcher (Zeitschriften)

Verlagskonten:  
PSchK Karlsruhe 485 45-753  
Deutsche Bank Heidelberg  
0 265 041, BLZ 672 700 03

### Redaktion

Redaktionsanschrift:  
FT-Redaktion  
Landsberger Straße 439  
8000 München 60  
Telefon (0 89) 83 80 36  
Telex 05-21 54 98 hueh d

Redaktion:  
Curt Rint  
Ing. (grad.) Stephan Schall  
Ständiger freier Mitarbeiter:  
Reinhard Frank, Embühren (Hi-Fi)

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

### Vertrieb

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-280  
Telex 04-61 727 hueh d

Vertriebsleiter:  
Peter Bormscheuer

### Bezugspreis:

Jahresabonnement: Inland DM 90,- einschließlich MWSI, zuzüglich Versandkosten; Ausland: DM 90,- zuzüglich Versandkosten.  
Einzelheft: DM 8,- einschließlich MWSI, zuzüglich Versandkosten.

Die Abonnementgelder werden jährlich im voraus in Rechnung gestellt, wobei bei Teilnahme am Lastschriftabbuchungsverfahren über die Postscheckämter und Bankinsstitute eine vierteljährliche Abbuchung möglich ist.

### Bestellung:

Beim Verlag oder beim Buchhandel. Das Abonnement läuft auf Widerruf, sofern die Lieferung nicht ausdrücklich für einen bestimmten Zeitraum bestellt war.

Kündigungen sind jeweils 2 Monate vor Ende des Bezugsjahres möglich und dem Verlag schriftlich mitzuteilen.

Bei Nichterscheinen aus technischen Gründen oder höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz vorausbezahlter Bezugsgebühren.

### Anzeigen

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-203  
Telex 04-61 727 hueh d

Anzeigenleiter:  
Walter A. Holzapfel

Gültige  
Anzeigenpreisliste  
Nr. 13 vom 1. 1. 1981

### Druck

Schwetzingen Verlagsdruckerei  
GmbH

**Hüthig**

Theorie und Praxis der Lichttechnik

Hans-Jürgen Hentschel

# Licht und Beleuchtung



Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Hentschel

**Dr. Alfred Hüthig  
Verlag GmbH  
Postfach 102869  
6900 Heidelberg 1**

2., vollk. überarb. Auflage 1981, ca. 300 S., ca. 175 Abb., geb.,  
in Vorbereitung  
ISBN 3-7785-0734-6

Die Lichttechnik hat sich durch neue Lichtquellen sowie neue Erkenntnisse und Verfahren der Lichnanwendung weiterentwickelt. Fördernd waren vor allem die zunehmenden Ansprüche an die verschiedenen Arten der Beleuchtung und, durch die Energieprobleme bedingt, an die Wirtschaftlichkeit. Sehr ausführlich werden dem Leser die Zusammenhänge zwischen den physikalischen, physiologischen und psychologischen Grundlagen des Lichtes dargestellt. Damit ist dieses Buch nicht nur ein Lehrbuch, sondern vornehmlich auch ein Nachschlagewerk für den praktischen Lichteningenieur, der sich über die Theorie und Praxis, über die Normen und Vorschriften der Lichttechnik und ihre Randgebiete unterrichten muß.

AE-138

**Hüthig**

Zur Theorie und Praxis der Antennen

Edmund Stirner

# Antennen

## Band I: Grundlagen

1977, 229 S., 111 Abb., kart., DM 38,-  
ISBN 3-7785-0424-X

## Band II: Praxis

1980, 214 S., 144 Abb., kart., DM 44,-  
ISBN 3-7785-0491-6



Doz. Edmund Stirner  
Fachhochschule  
Coburg

Dr. Alfred Hüthig  
Verlag GmbH  
Postfach 102869  
6900 Heidelberg 1

Neben den „klassischen“ Antennentypen, wie z.B. Dipol-, Yagi-, Langdraht-, Rhombusantennen usw., werden auch die neuesten Entwicklungen der Antennentechnik wie ebene phasengesteuerte Antennen, phasengesteuerte Zylinder-Gruppenantennen, breitbandige logarithmische Strahler, gerillte Trichterstrahler, Mehrmoden-Koaxialstrahler und aktive Antennen beschrieben. Die Antennentypen werden unter Berücksichtigung der praktischen Gegebenheiten vorgestellt. Um auch dem Leser ohne besonderen Vorkenntnisse den Einstieg auf dem Gebiet der Antennen zu erleichtern, werden die Grundbegriffe der Antennentechnik erläutert, der Einfluß des Erdbodens auf die Antennengrößen erklärt und Beispiele von Antennen-Anpassungsschaltungen und Symmetriegliedern gegeben. Beide Bände ergänzen einander und erleichtern Studenten und Ingenieuren der Nachrichtentechnik, interessierten Technikern der Antennenbaufirmen, der Bundespost und der Rundfunkanstalten, die ihre Kenntnisse über Antennen ergänzen oder auffrischen wollen, den Einstieg in die Praxis dieser vielfältigen Technik.

Kto. 6732-45-2622

1255 Woltersdorf  
125 Goethestr. 11

Z L 15933

Mickan, G.

98329