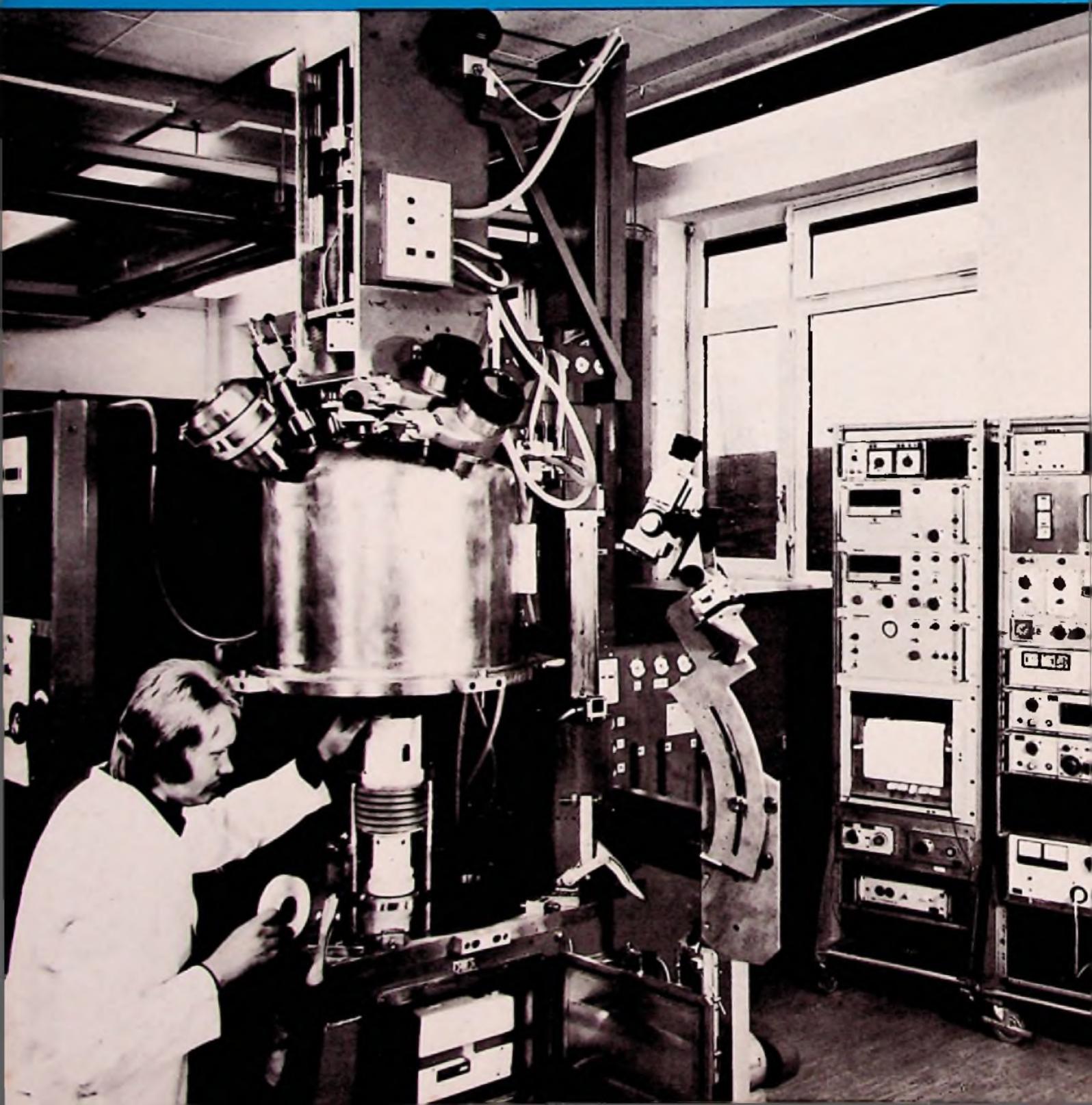


17

1. September-Ausgabe 1978
33. Jahrgang
ISSN 0016-2825

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



KATHREIN

Fernseh- und Radio- Meßempfänger MFK 31

Die handliche Top-Kombination

- Ganze 365x236x253 mm klein – und trotzdem für Rundfunk und Fernsehen.
 - Mit großem Meßbereich – zur Messung direkt an Antennen, wie des Maximalpegels an Verstärkern.
 - Reflexionen trotz kleinem Bildschirm sehr gut zu ermitteln.
 - Hohe Hf-Dichtigkeit.
- MFK 31 – mit den konzentrierten Erfahrungen tausender Benutzer, dem Bau tausender Geräte:
handlich, stabil, vielseitig nutzbar!



Qualität macht ihren Weg

KATHREIN

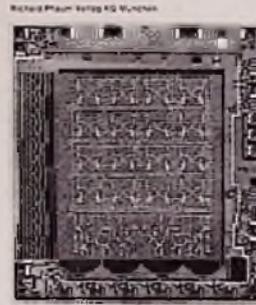
F 085

Antennen Electronic Communications-Anlagen

Postfach 260 8200 Rosenheim 2 Telefon 08031/184-1

Neuerscheinung

Herbert Bernstein
Hochintegrierte Digitalschaltungen
und Mikroprozessoren



Herbert Bernstein

Hochintegrierte Digitalschaltungen und Mikropro- zessoren

1978, 513 Seiten mit
etwa 200 Abbildungen,
Kunststoff-Einband,
ca. 80,- DM
ISBN 3-7905-0272-3

Digitalschaltungen und Mikroprozessoren finden heute in der Elektrotechnik ein breites Anwendungsspektrum. Der Bereich der Anwendungsmöglichkeiten reicht von der Haushaltselektronik über gewerbliche Funktionen bis zur Unterhaltungselektronik und Großrechenanlagen.

Der Autor kennt aus seiner Unterrichtspraxis die Probleme der Entwicklungsingenieure, der Elektro- und Elektronikpraktiker aus Industrie-, Handels- und Handwerksbetrieben, Kundendiensttechniker, technische Kaufleute und Fachlehrkräfte. Dementsprechend wurde dieses Buch geschrieben.

Das Buch ist in 15 Abschnitte aufgeteilt:

Zahlsysteme / Codes / Karnaugh-Diagramm / Logik-Norm / Codierer, Decodierer, Umcodierer / Zähltechnik / Multiplexer und Demultiplexer / Schieberegister / Sende- und Empfangseinrichtungen / Registerschaltungen / Digitale Rechentechnik / Halbleiter-Speicher / Anwendung von Halbleiterspeichern / Komplexe Digitalschaltungen / Lehr- und Lern-Mikroprozessor / Mikroprozessor-System 8080.

Im Buchhandel und beim Verlag erhältlich

Pflaum

Richard Pflaum Verlag KG
Lazarettstraße 4
8000 München 19

Werkstatteil: Werkstatt und Service

Handwerks-Praxis

Messen von Gleichlaufschwankungen . . . W & S 281

Ausbildung und Weiterbildung

Antennenkurs in Kürze, Teil 13:
Montage der Antennenanordnung . . . W & S 282

Hobby-Werkstatt

Amateurfunk-Technik:
V-MOS-Transistoren in der HF-Technik . . . W & S 285
Geregelte Spannungsquellen, Teil 2:
Labornetzgerät mit integrierter Schaltung . . . W & S 287

Laborteil: Forschung und Entwicklung

Grundlagen

Hörakustik: Wesen und Grenzen
des räumlichen Hörens F & E 165
Berichtigung F & E 175

Ausbildung

Praxisgerechte Berechnung
von Schwingkreisen, Teil 4:
Gekoppelte Schwingkreise F & E 172

Forschung und Lehre

Forschungsergebnisse: Mobile Lichtblasen
zum Speichern von Daten? F & E 175

Technologie

Herstellung von Einkristallen:
Wachstum nach Wunsch F & E 176

Bauelemente der Elektronik

Meldungen über neue Bauelemente F & E 178
Kurzberichte über neue Bauelemente . . . F & E 179

Fachveranstaltungen

Terminkalender für Fachveranstaltungen . . . F & E 180

Titelbild

Im Forschungslaboratorium von Philips in Hamburg gelang es, das Czochralski-Verfahren zum Ziehen von Einkristallen zu vervollkommen und mit der abgebildeten Anlage Kristalle des Gadolinium-Gallium-Granats mit einem Durchmesser bis zu 65 mm und einem Gewicht bis zu 2,5 kg automatisch zu züchten. Das Wachstum des Kristalls wird dabei instrumentell gesteuert: Angaben über den Durchmesser und die Länge des wachsenden Kristalls werden über eine Elektrowaage auf den Hochfrequenzgenerator zurückgekoppelt, der die Wärmeenergie zum Erhitzen erzeugt. Siehe dazu auch den Beitrag „Wachstum nach Wunsch“ auf Seite F & E 176 dieses Heftes. (Bild: Philips)

SIEMENS

65%* Ihrer Kunden wünschen sich ein brillantes Bild. Siemens-Farbfernsehgeräte haben es.



69%* wünschen sich einen Fernseher, der störungsfrei läuft. Siemens-Farbfernsehgeräte haben das Kaltchassis, eine Garantie für hohe Betriebssicherheit und lange Lebensdauer.

60%* wünschen sich einen leicht zu bedienenden Fernseher. Siemens-Farbfernsehgeräte haben die Sendersuchautomatik, den Mikrocomputer und die drahtlose Fernbedienung.

Siemens-Farbfernsehgeräte bieten noch mehr. Beispielsweise die programmierbare Einbruchvorbeugung, die von selbst Fernseher und Wohnzimmerbeleuchtung einschaltet und so die Einbrecher hinter das Licht führt.

Sie sehen, es gibt viele gute Verkaufsargumente für Siemens-Farbfernsehgeräte. Eine wichtige Voraussetzung für ein gutes Geschäft.

*Quelle: Institut für Werbepsychologie und Markterkundung GmbH, Kalkheim/Ts

Ein Name hält Wort – Siemens

Meßtechnik

Messen von Gleichlaufschwankungen

Bei Schallaufzeichnungs- und-wiedergabegeräten, wie Schallplattenspielern, Tonbandgeräten und Tonfilmprojektoren, sollte die Geschwindigkeit möglichst konstant sein. Ändert sich der Gleichlauf geringfügig, so ist dies durch Abhören kaum wahrnehmbar. Da die Gleichlaufschwankungen aber aufschlußreich sind für die Güte des Gerätes sowie Anhaltspunkte zur Fehlerermittlung liefern, sollten sie möglichst genau erfaßt werden können.

Wenn der Gleichlauf eines Gerätes gestört ist, treten bei Wiedergabe eines Signals Frequenzabweichungen (Frequenzmodulation) auf, die gemessen werden können. Je nach Häufigkeit der Schwankungen innerhalb einer Sekunde unterscheidet man vier verschiedene Fehlerarten.

Langzeit-Drift (Schlupf). Darunter versteht man Frequenzabweichungen im Bereich unter 0,5 Hz, die als konstanter oder langsam sich ändernder Versatz in der Tonhöhe empfunden werden.

Wow (Jaulen). Bei dieser Fehlerart treten Frequenzabweichungen im Bereich von etwa 0,5 Hz bis 10 Hz auf, die als Schwankungen der Tonhöhe empfunden werden.

Flutter (Flattern). Solche Fehler verursachen Frequenzabweichungen von etwa 10 Hz bis 100 Hz, die als „rauher“ Ton empfunden werden.

Scrape Flutter (Kratzen). Das sind Frequenzänderungen von mehr als 100 Hz, die als zusätzliches Geräusch empfunden werden, das dem Originalton überlagert ist. Der Anteil der genannten Verzerrungen, also die unterschiedlichen Arten unerwünschter Frequenzmodulation sowie die Gleichlaufschwankungen, können mit einem Tonhöhenchwankungsmesser ermittelt werden. Dazu wird ein Testsignal (Schallplatte oder

Tonband) mit dem zu prüfenden Gerät abgespielt und im Tonhöhenchwankungsmesser mit einem frequenzstabilen Signal verglichen.

Merkmale eines Tonhöhenchwankungsmessers

Gut geeignet für solche Messungen ist das Modell 6203, welches die dänische Firma Brüel & Kjaer (Vertrieb: Reinhard Kühl KG, 2085 Quickborn) jetzt neu herausgebracht hat. Damit können Gleichlaufschwankungen bis hinunter zu 0,001% gemessen werden. Die Auswahl eines der 5 Meßbereiche von 0,035% bis 3,5% Vollausschlag erfolgt automatisch und ist außerdem manuell um einen Bereich nach oben oder unten veränderlich. Von einer dreistelligen LED-Anzeige kann der Meßbereich abgelesen werden. Die Spitzengleichlaufschwankungen werden von einem Drehspulinstrument mit einer Fehlertoleranz von 2% des Vollausschlages angezeigt. Eine zweite LED-Anzeige, ebenfalls dreistellig, gibt die Langzeitdrift an in Bereichen von $\pm 0,01\%$ bis $\pm 9,99\%$, bezogen auf 3 kHz oder 3,15 kHz.

Arbeitsweise des Meßgerätes

Das Signal (3 kHz oder 3,15 kHz) des zu prüfenden Gerätes kann wahlweise über eine BNC-Buchse auf der Vorderseite oder über eine DIN-Buchse auf der Rückseite eingegeben werden. Die Eingangsbuchsen sind mit einem Verstärker und einem Bandpaßfilter verbunden. Hier wird das Signal auf den richtigen Pegel gebracht und es werden Frequenzschwankungen, die außerhalb des Meßbereiches liegen herausgefiltert. Die Verstärkung wird so geregelt, daß Signale zwischen 10 mV und 30 V ohne Bereichsumschaltung verarbeitet werden können. Sobald der Pegel unter 10 mV fällt, wird eine rote LED auf der Meßskala durch einen Pe-

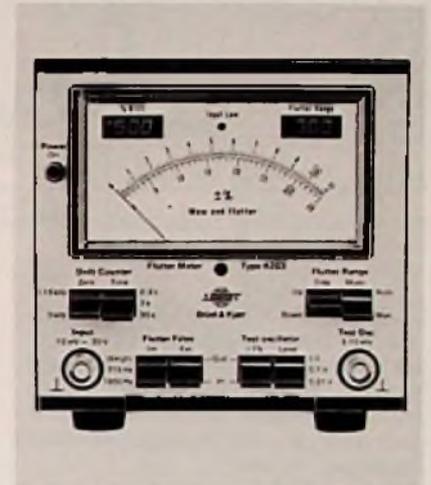
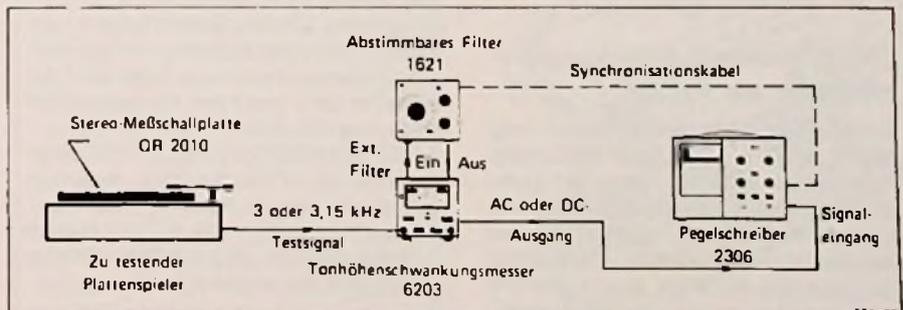


Bild 1. Tonhöhenchwankungsmesser, Typ 6203 (Brüel & Kjaer)

geldetektor in der Regelschleife eingeschaltet. Gleichzeitig werden die Flutter- und Drift-Stufen des Gerätes mit einem Testoszillator verbunden. Dadurch werden Drehspulinstrument und LED-Anzeige in Nullstellung gebracht und verhindert, daß Rauschen die Anzeige verfälscht.

Hinter der Eingangsstufe liegt die Flutterstufe. Hier wird das FM-Signal demoduliert und bei Übersteuerung begrenzt. Dem Demodulator folgt ein aktives Filter, das mit einem Schalter auf drei verschiedene Durchlaßkurven eingestellt werden kann. Bei einer Kurve werden die Frequenzen unterhalb von 0,1 und oberhalb von 315 Hz sowie bei der anderen unterhalb von 0,1 und oberhalb von 1000 Hz abgeschwächt. Bei der dritten Kurve werden die Frequenzen oberhalb und unterhalb von 40 Hz abgeschwächt, daß sie für eine Bewertung der Gleichlaufschwankungen nach DIN 45507, IEC 386,

Bild 2. Meßaufbau für eine Terzanalyse der Gleichlaufschwankungen



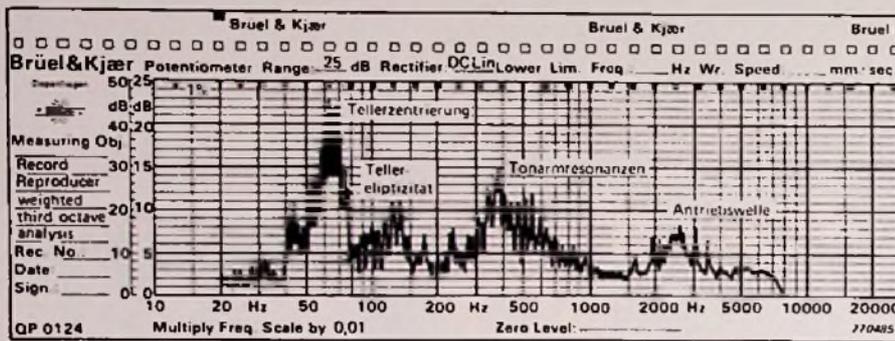


Bild 3. Beispiel einer Terzanalyse von einem Plattenspieler

CCIR 409 und IEEE 193 benutzt werden kann. Bei dieser Bewertung wird das subjektive Empfinden des Menschen bei Tonhöenschwankungen berücksichtigt. Es werden nur Gleichlaufschwankungen meßtechnisch erfaßt, die vom Menschen als störend empfunden werden.

Hinter dem Filter wird das Signal verstärkt und gleichgerichtet. Es kann dann einem niederohmigen Ausgang für einen Pegelschreiber entnommen werden. Die Verstärkung wird für die fünf Anzeigebereiche automatisch umgeschaltet. Der Prüfoszillator ist quarzstabilisiert und schwingt auf einer Frequenz von 787,5 kHz, die auf 3,15 kHz heruntergeteilt wird. Zur Aufnahme eines Prüfsignals, beispielweise auf Band, kann vom Oszillator über eine BNC-Buchse wahlweise eine Ausgangsspannung von 0,01 V, 0,1 V oder 1 V entnommen werden. Über eine DIN-Buchse kann außerdem ein Ausgangssignal von 10 mV entnommen werden.

In der Driftstufe werden die Frequenzen von Testsignal und Prüfoszillator mit Hilfe von zwei Zählern verglichen, die mit einer Zeitbasis von 0,3 s, 3 s oder 30 s arbeiten (abhängig von der Einstellung). Diese Zähler erzeugen einen Torimpuls, dessen Länge von der Frequenzdifferenz abhängt. Torimpuls und Testsignal werden einem 3. Zähler zugeführt. Der Stand dieses Zählers wird von LEDs als prozentuale Drift angezeigt. Das Gerät kann zur Drift-Messung für ein 3-kHz-Testsignal umgeschaltet werden. Bei dieser Betriebsart kann außerdem geprüft werden, ob das Gerät richtig arbeitet, da bei offenen Eingängen die Driftanzeige + 5,00% betragen muß.

Der Tonhöenschwankungsmesser in der Praxis

Spitzengleichlaufschwankungen und Langzeitdrift werden vom Tonhöenschwankungsmesser innerhalb kurzer Zeit genau angezeigt und können gut zur Qualitätskontrolle oder -Einstufung genutzt werden. Daneben können regelmäßige Messungen, beispielsweise monatlich, eine ungewöhnliche Vergrößerung der Gleichlaufschwankungen

aufdecken. Dadurch können Fehler vor einem Totalausfall beseitigt werden. Weiter können durch mehrere Messungen der Einfluß von Reibung, Andruck, Bandzug, Spurenbelastung und ähnlichem auf den Gleichlauf untersucht werden.

Frequenzanalyse von Gleichlaufschwankungen

Für eine Frequenzanalyse von Gleichlaufschwankungen werden Filter wie das abstimmbare Bandpaßfilter Typ 1621 der Firma Brüel & Kjaer benötigt und wie in Bild 2 dargestellt angeschlossen.

Ein nach dieser Schaltung aufgenommenes Spektrogramm zeigt Bild 3. Bei einiger Erfahrung lassen sich bestimmte Frequenzen aus einem solchen Spektrogramm entsprechenden Fehlerquellen in der Mechanik zuordnen. Das ist nicht nur bei Reparaturen, sondern auch bei Konstruktionsverbesserungen eine große Hilfe. □

FUNK-TECHNIK erwartet Sie in Karlsruhe oder Dortmund!

Auf den FACHBERATERTAGEN ELEKTROTECHNIK vom 3. bis 5. Oktober 1978 in Karlsruhe und der Fachmesse ELEKTROTECHNIK 78 vom 18. bis 21. Oktober 1978 in Dortmund ist unsere Fachzeitschrift mit einem Informationsstand vertreten. Sie können sich dort über elektrotechnische und elektronische Fachliteratur informieren.

Bei einem großen „Elektronischen Testspiel“ haben Sie außerdem Gelegenheit, Ihr Wissen zu testen und dabei einen der 300 Preise zu gewinnen. Ihr Besuch lohnt sich deshalb doppelt.

FACHBERATERTAGE ELEKTROTECHNIK, 3.-5. Oktober 1978 Karlsruhe, Schwarzwaldhalle, Stand im Foyer. ELEKTROTECHNIK 78, 18. - 21. Oktober 1978 Dortmund, Messegelände Westfalenhalle, Halle 4, Stand 4152.

Empfangsantennen

Antennenkurs in Kürze

Teil 13: Montage der Antennenanordnung

Dr.-Ing. A. Fiebranz, Esslingen

Zum Errichten ordnungsgemäßer Antennenanlagen sind spezielle Kenntnisse erforderlich, die während der Lehrlingsausbildung nicht immer in ausreichendem Umfang vermittelt werden können. Eine Hilfe zum Ausfüllen dieser Lücke soll die Artikelserie „Antennenkurs in Kürze“ sein, die in jedem ihrer Teile ein abgeschlossenes Gebiet behandelt. Grundkenntnisse der Elektrotechnik und der Hochfrequenztechnik werden vorausgesetzt.

Anbringen der Antennen am Standrohr

Bei mehreren Antennen am gleichen Standrohr richtet sich ihr Mindestabstand voneinander nach ihrer Größe (Tabelle 13.1). Ein grober Richtwert für den Mindestabstand ist 1 m. Zwei UHF-Yagi-Antennen, z.B. zum Empfang des zweiten und dritten Fernsehprogramms, kann man auch an einem etwa 1,5 m langen Querträger anbringen.

Das Antennenstandrohr kann den Empfang erheblich beeinträchtigen, wenn es zwischen die Direktoren einer Antenne zum Empfang eines vertikal polarisierten Senders hineinragt. Dies ist praktisch beseitigt, wenn die Antenne an einem kurzen Querträger neben dem Standrohr angebracht wird, oder der Stützbügel der Antenne in der Standrohrhalterung um 90° drehbar ist (Bild

Dr.-Ing. A. Fiebranz ist Leiter der Abteilung für Patentwesen und Technisches Schrifttum der Firma Hirschmann in Esslingen/Neckar und Vorsitzender der Schulungskommission des Fachverbandes Empfangsantennen im ZVEI.

Tabelle 13.1. Mindestabstände in cm von Antennen am gleichen Standrohr

	F I	U	F III	F IV	F V
F I	250	140	140	80	80
U	140	110	80	80	80
F III	140	80	80	80	80
F IV	80	80	80	60	50
F V	80	80	80	50	50

13.01). Aus dem gleichen Grund ist die Standrohrhalterung bei kurzen UHF-Antennen hinter den Reflektoren angeordnet (Bild 13.02). Bei der langen Antenne in Bild 13.03 sind die Direktoren so weit vom Standrohr entfernt, daß dessen Einfluß auf die Empfangseigenschaften gering ist.

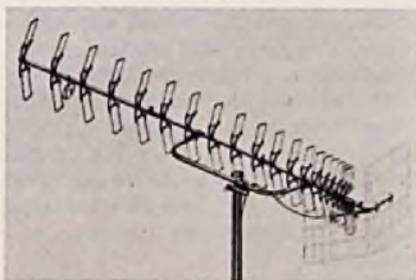


Bild 13.01. Neben dem Standrohr angebrachte UHF-Antenne zum Empfang vertikal polarisierter Sender

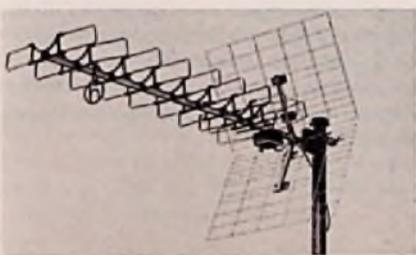


Bild 13.02. Montage einer kurzen UHF-Antenne

Bild 13.03. Montage einer langen UHF-Antenne

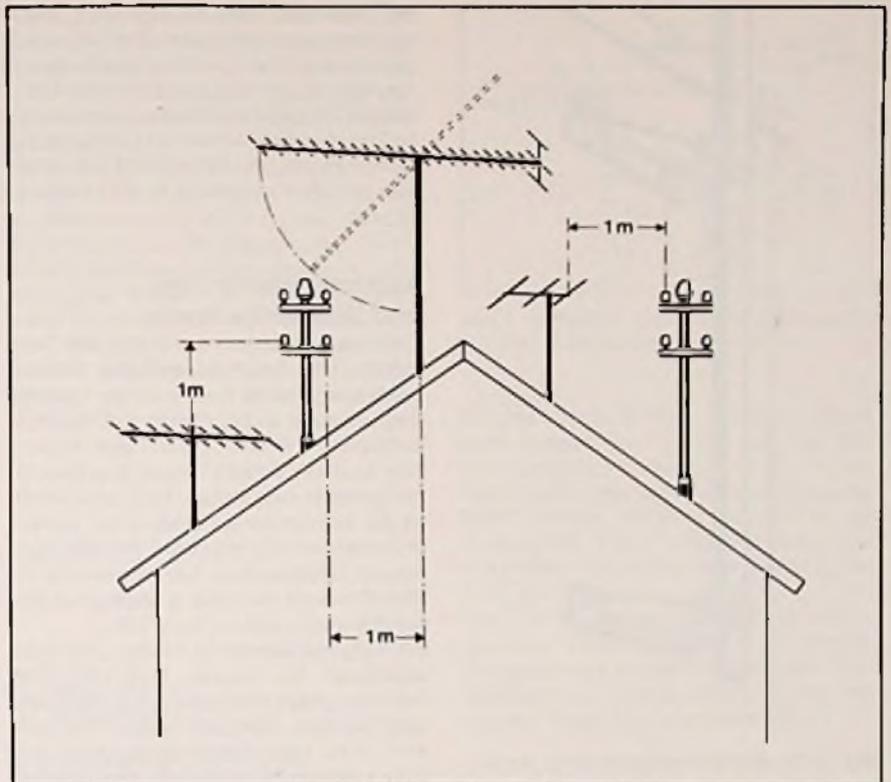
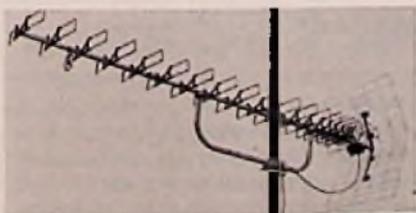


Bild 13.04. Abstände zwischen Antennen und Starkstrom-Freileitungen bis 1000 V

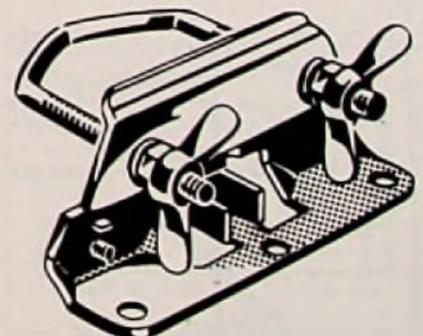
Bestimmungen für die Montagestelle

Antennen auf Dächern dürfen die Kehrarbeiten der Schornsteinfeger und die Bedienung anderer Einrichtungen nicht behindern. Die dazu benötigten Zugänge müssen frei bleiben. Beim Errichten von Antennenanlagen ist dafür zu sorgen, daß die Betriebsfähigkeit bereits bestehender Anlagen möglichst wenig beeinträchtigt wird. Ebenso ist die Möglichkeit einer störenden Beeinflussung durch benachbarte Starkstrom- und Fernmeldeanlagen zu beachten.

Auf und an weichgedeckten Dächern (Dekung aus Stroh oder Schilf) dürfen Antennenanlagen nicht errichtet werden; auch Antennenzuleitungen dürfen nicht durch derartige Dächer hindurchgeführt werden. Antennen neben solchen Gebäuden müssen mindestens 1 m waagerechten Abstand von der Dachkante haben. Das gilt auch für Zuleitungen und Fensterantennen. Nebeneinander errichtete Antennenstandrohre sollen etwa 5 m Abstand voneinander haben, um gegenseitige Empfangsstörungen auszuschließen. Der waagerechte Abstand eines Standrohres oder eines Antennenteils zu Starkstromfreileitungen bis 1 000 Volt darf 1 m nicht unterschreiten. Bei Kreuzungen zwischen Starkstromfreileitungen bis 1000 Volt und Antennenanlagen ist ein

senkrechter Mindestabstand von 1 m einzuhalten (Bild 13.04). Wegen der Änderungen des Leitungsdurchgangs sind dazu bei 25 m Entfernung bis zur nächsten Stütze der Freileitung 0,3 m zuzuschlagen, bei geringerer Entfernung entsprechend weniger. Darüber hinaus müssen Rundfunk- und Fernseh-Empfangsantennen so errichtet werden, daß beim Abknicken von Bauteilen der Antenne die Berührung darunterliegender Starkstromfreileitungen zuverlässig verhindert ist. Außerdem dürfen die Abstände

Bild 13.05. Standrohrfuß



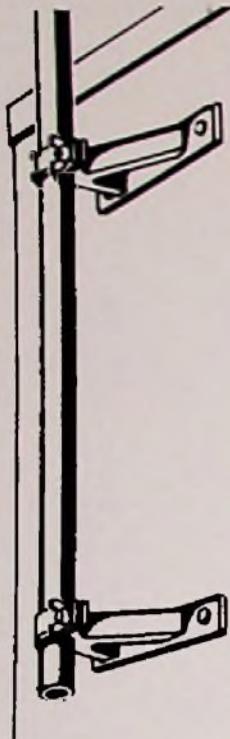


Bild 13.06. Wandbefestigung eines Antennenstandrohrs

der Antennen von benachbarten Starkstromleitungen nicht durch Drehung verringert werden. Das Abknicken des Standrohres braucht nicht angenommen zu werden. Nach VDE 0855 Teil 1 dürfen Antennen nicht an Entlüftungsschächten auf Gebäuden befestigt werden. Die Befestigung von Antennen an Schornsteinen ist in DIN 18 015 untersagt.

Antennenstandrohre und ihre Befestigung

Die folgenden Angaben aus VDE 0855 Teil 1 gelten nur für Antennenstandrohre mit einer freien Länge bis zu 6 m, wenn das gesamte Biegemoment an der oberen Befestigungsstelle 1650 Nm nicht überschreitet. Andernfalls sind die Bestimmungen des Bauordnungsrechts einzuhalten. Falls erforderlich, ist die ausreichende Festigkeit der die Antennenanordnung tragenden Bauteile rechnerisch nachzuweisen. Der Nachweis ist für Standrohre mit den oben angegebenen Einschränkungen nicht erforderlich.

Als Antennenstandrohre werden Stahlrohre verwendet. Sie müssen nach VDE 0855 Teil 1 bei gewährleisteter Streckgrenze eine ausreichende Festigkeit haben. Stahlpanzer-, Gas- oder Wasserleitungsrohre sind nicht zulässig. Wenn die zulässige Biegebeanspruchung bei starkem Sturm überschritten werden sollte, dürfen Antennenstandrohre nur abgelenkt werden und nicht abbrechen. Im Einspannbereich müssen sie eine Wanddicke von mindestens 2 mm haben. Standrohre aus Stahl müssen feuerverzinkt oder gleichwertig korrosionsschutz sein. Die Rohrteile von Steck- oder Schieberrohren müssen gegen Verdrehung zuverlässig gesichert sein, deshalb dürfen sie nicht durch Gewindemuffen miteinander verbunden werden.

Bei Ziegeldächern wird ein Dachziegel durch eine Abdeckung mit Einführungsstützen für das Standrohr ersetzt. Die Durchtrittsöffnung wird mit einer Manschette aus wetterfestem Kunstgummi (Neoprene) oder mit einer durch eine Spansschelle am Standrohr

befestigten Bleimanschette abgedichtet. Rohrmanschetten werden in verschiedenen Weiten für Rohrdurchmesser bis 60 mm geliefert.

Verschiedene lieferbare Dachabdeckungen haben Formen, die viel verwendeten Dachziegeln genau angepaßt sind. Die Abdeckungen mit ebener Platte, vor allem aus Blei oder weichem Zinkblech, sind universell verwendbar für verschiedene gebräuchliche Rohrdurchmesser. Der Standrohrfuß im Bild 13.05 ist zur Befestigung von Rohren bis 60 mm Durchmesser auf waagrechten Böden geeignet.

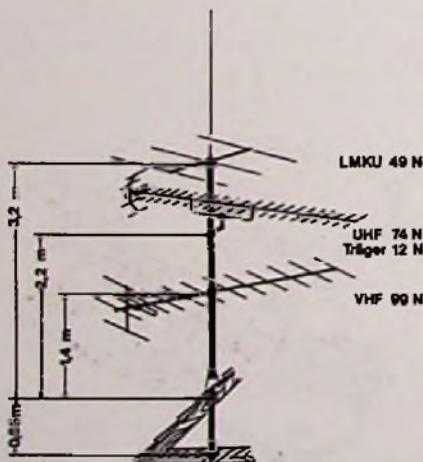
Für Gebäude mit Flachdach ist die im Bild 13.06 gezeigte Mauerhalterung empfehlenswert. Damit kann ein Antennenstandrohr an einer Mauer in 22,5 cm Abstand angebracht werden, so daß Dachvorsprünge mit einer Breite bis zu 20 cm nicht hinderlich sind. Für diese Montageart sind die Außenwände von Dachaufbauten, z.B. eines Aufzugs-Maschinenraumes, günstig.

Die Einspannlänge des Standrohres muß mindestens 1/6 der Gesamtlänge betragen. Die obere Befestigungsschelle soll möglichst nahe an der Dachdurchführung liegen. Mindestens eine der beiden Halterungen muß so ausgebildet sein, daß das Standrohr zuverlässig und dauerhaft gegen Verdrehung durch den Winddruck gesichert ist. Diese Forderung ist durch einen Standrohrfuß am besten erfüllt. Wenn nur Schellen verwendet werden, müssen sie das Standrohr fest einspannen. Jede der Halterungen muß mit mindestens zwei Schrauben befestigt werden.

Die Verbindungsmittel mit dem tragenden Bauteil müssen die an der Antennenanlage auftretenden Kräfte dauerhaft und ohne Einbuße an Sicherheit durch Alterung und Korrosion übertragen. Gips und Dübel aus thermoplastischen Kunststoffen erfüllen diese Forderungen im allgemeinen nicht. Standrohre und ihre Befestigungsmittel sollen aus gleichen Metallen bestehen, denn an Berührungsstellen verschiedener Metalle besteht erhöhte Korrosionsgefahr durch Elementbildung.

Bild 13.07. Berechnungsbeispiel 1 Standrohr Nr. 2, Staudruck 800 N/m²

Antenne	Windlast für N	Montagehöhe x m	Biegemoment = N m
LMKU	49	x 3,2	= 157
UHF	86	x 2,2	= 189
VHF	99	x 1,4	= 139
Summenmoment:			485
zul. Nutzmoment:			510



Nr. Art des Standrohres	Gesamt-Außenlänge Lg/m	Wand-Durchm. D/mm	Wandstärke s/mm	max. freie Länge Lf/m	zul. Gesamt-Nutzmoment für Staudruck		
					q = 800 N/m ²	q = 100 N/m ²	M _{z1100} /Nm
1 Steckmast, 2x1,5m	2,85	42	2,0	2,35	720	610	570
2 Steckmast, 2x2m	3,85	42	2,0	3,20	720	510	430
3 Steckmast, 2x3m	4,85	50	2,0	4,0	1230	840	700
4 Steckmast, 2x3m	5,85	50	2,0	4,8	1230	680	460

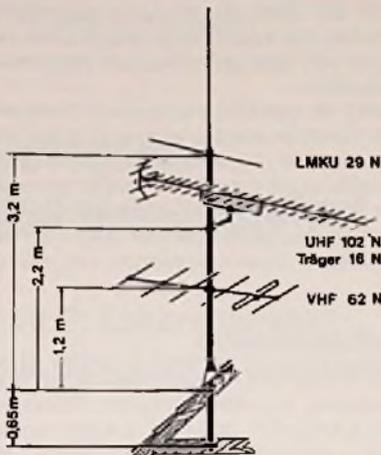


Bild 13.08. Berechnungsbeispiel 2

Standrohr Nr. 2, Staudruck 1100 N/m²

Antenne für	Windlast N	Montagehöhe * m	=	Biegemoment N · m
LMKU	29	x 3,2	=	93
UHF	118	x 2,2	=	260
VHF	62	x 1,2	=	74
Summenmoment:				427
zul. Nutzmoment:				430

Standrohrberechnung

Die erforderliche Biegefestigkeit des Standrohres ist durch das Biegemoment bestimmt, das die Windlasten der angebrachten Antennen und des Standrohres selbst an der oberen Befestigungsstelle erzeugen. Das Lastmoment M_a einer Antenne ist das Produkt ihrer Windlast W_a und ihrer Montagehöhe L_a über der oberen Befestigungsstelle des Antennenstandrohres.

$$M_a = W_a \cdot L_a$$

In den Herstellerkatalogen sind Windlasten W_a/N der Antennen angegeben. Diese gelten für einen Winddruck von 800 N/m², mit dem bei Antennenanordnungen auf Gebäuden mit bis zu 8 Stockwerken (etwa 20 m Höhe) zu rechnen ist. Bei höheren Gebäuden ist ein Winddruck von 1100 N/m² anzusetzen. In solchen Fällen sind die Windlasten der Antennen in den Katalogen mit dem Faktor 1100/800 = 1,37 zu multiplizieren.

In Tabelle 13.02 sind die zulässigen Gesamtmomente M_g , die Eigenmomente M_e und die nutzbaren Lastmomente M_z für verschiedene Einspannlängen L_e bzw. freie Längen L_f von einigen Standrohren zusammengestellt. Wenn das Gesamtmoment M_g

den zulässigen Höchstwert von 1650 Nm überschreitet, ist die ausreichende Festigkeit der Bauteile, die das Gesamtmoment aufzunehmen haben, rechnerisch nachzuweisen. Das gleiche gilt für freie Rohrlängen L_f über 6 m.

Die Summe der Lastmomente M_a der an einem Standrohr angebrachten Antennen darf das nutzbare Lastmoment M_z des gewählten Standrohres nicht überschreiten. Zweiebenen-Antennen zum Empfang horizontal polarisierter Wellen sind in der gleichen Weise zu berechnen wie Kombinationen. Die Montagehöhe der Kabelleitung ist bis zur Mitte zwischen den beiden Ebenen zu messen. (Wird fortgesetzt)

Amateurfunk-Technik

V-MOS-Transistoren in der HF-Technik

Dipl.-Ing. Reinhard Birchel, Marburg

Auf Grund ihrer technischen Eigenschaften eignen sich V-MOS-Transistoren sowohl für intermodulationsarme Breitband-Endstufen, als auch für rauscharme, übersteuerungsfeste Kleinsignalverstärker. Wenn auch der Preis vorerst noch etwas hoch liegt, sind sie wegen ihrer problemlosen Anwendung besonders für den experimentierenden Amateur geeignet. Am Beispiel des VMP 4 von Siliconix zeigt der Autor, wie einfach der Schaltungsentwurf für einen Leistungsverstärker im VHF-Bereich aussehen kann.

Struktur von V-MOS-Transistoren

V-MOS-Transistoren unterscheiden sich von den herkömmlichen flächenhaft aufgebauten MOS-Transistoren durch die vertikale Struktur der Halbleiterschichten. Die metallisierte Gate-Elektrode liegt dabei in einer V-förmigen Einkerbung des Substra-

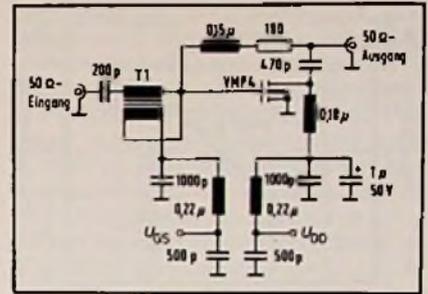


Bild 1. Schaltbild des Breitbandverstärkers mit dem V-MOS-Transistor VMP 4

tes. Der Stromfluß erfolgt also nicht mehr in einer waagerechten Ebene, was bei üblichen Leistungstransistoren eine entsprechend große Chipfläche zur Bewältigung der hohen Ströme erfordert, sondern in der Senkrechten. Damit erhält man auch eine wesentliche Verkürzung der Kanallänge von 5 µm auf 1,5 µm.

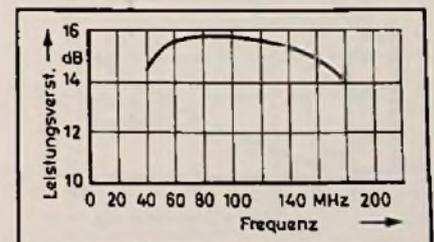
V-MOS-Transistoren werden mit dem hochgenauen Diffusionsverfahren hergestellt, das gegenüber der sonst angewandten Photolithographie-Technik engere Toleranzen bei den Transistor-Parametern zuläßt.

Eigenschaften von V-MOS-Transistoren

Gegenüber bipolaren Leistungstransistoren weisen V-MOS-Transistoren eine ganze Reihe von Vorteilen auf:

- Nahezu linearer Zusammenhang zwischen I_D und U_{GS} .
- große Steilheit,
- keine Temperaturdrift, da FETs einen negativen Temperaturkoeffizienten haben,
- hohe Durchbruchspannung zwischen Drain und Source,
- hohe Stromdichte,
- kein zweiter Durchbruch,
- sehr kurze Schaltzeiten, daher Verwendung als schneller Schalter oder in der HF-Technik,
- hoher Eingangswiderstand, kleine Gate-Source-Kapazität, niedrige Rückwirkungskapazität.

Bild 2. Leistungsverstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz



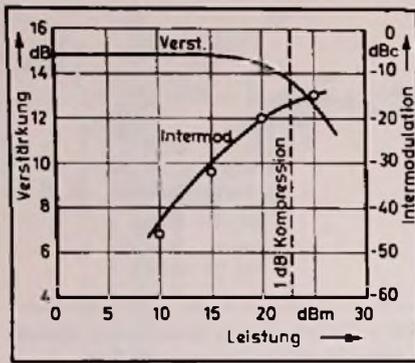


Bild 3. Intermodulations-Produkte 3. Ordnung und Verstärkung in Abhängigkeit von der Eingangsleistung

Aufgrund des linearen Zusammenhangs zwischen I_D und U_{GS} eignen sich V-MOS-Transistoren besonders für Schaltungen, bei denen eine hohe Linearität der Verstärkung gefordert wird. Das sind beispielsweise breitbandige Eingangs-Verstärker in Empfängern oder die Leistungs-Stufen von SSB-Sendern. Interessant ist auch, daß V-MOS-Transistoren eine extrem niedrige Rauschzahl haben, so daß sie sich vorzüglich für Kleinsignalverstärker eignen. Auch in Vorverstärkern bringen sie wegen der ausgezeichneten Linearität und des großen Dynamikbereiches sehr gute Ergebnisse.

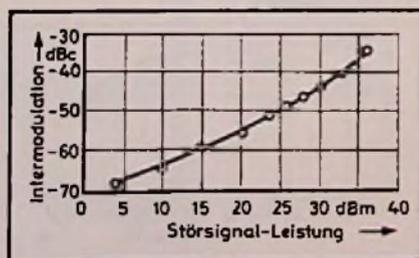
Technische Daten des V-FETs VMP 4

Der VMP 4 ist ein Anreicherungstyp in P-Kanal-Technik, der sich bis zu Frequenzen von einigen 100 MHz in Leistungsverstärkern verwenden läßt.

Technische Daten:

- Leistungsverstärkung mindestens 10 dB bei 200 MHz,
- Rauschzahl 2,4 dB bei 146 MHz,
- Drain-Source-Druchbruchspannung 60 V,
- Maximaler Drain-Strom I_D 1,6 A,
- Maximale Verlustleistung für $T = 35^\circ C$ 35 W,
- Ausgangskapazität 35 pF.
- Stabiles Verhalten zwischen Leerlauf und Kurzschluß am Ausgang.

Bild 4. Einfluß der Störsignal-Leistung auf die Intermodulations-Produkte



Schaltungs-Beispiel

Der nachfolgend beschriebene Breitbandverstärker, der im Applikationslabor von Siliconix entwickelt wurde, zeigt, mit welchem geringen Aufwand an zusätzlichen Bauteilen der Aufbau von VHF-Verstärkern in V-MOS-Technik möglich ist. Der Breitbandverstärker, dessen Schaltung Bild 1 zeigt, wurde für den VHF-Bereich von 40 bis 265 MHz entworfen. Nach kleinen Änderungen ist er aber auch für andere Frequenzbereiche verwendbar. Aus dem Verstärkungsdiagramm in Bild 2 ist ersichtlich, daß die Verstärkung im Arbeitsbereich der Leistungsstufe auf ± 1 dB konstant bleibt. Das wird mit einer Gegenkopplung zwischen Ausgang und Gateanschluß erreicht. Die Schaltung ist für eine Versorgungsspannung (U_{DD}) von 24 V bemessen. Bei kleineren Spannungen ist der Betrieb auch möglich, doch sinkt dann der Wirkungsgrad, da die Sättigungsspannung des VMP 4 mit 3 Volt verhältnismäßig hoch ist. Außerdem treten dann Schwierigkeiten bei der erforderlichen breitbandigen Anpassung auf. Das Schaltbild zeigt, daß am Transistorausgang keinerlei Transformationsglieder zur Anpassung an eine 50- Ω -Last vorhanden sind. Das ist möglich, da bei einer Betriebsspannung von 25 V und einer Ausgangsleistung von etwa 4 W der optimale Lastwiderstand am Drain gerade 60 Ω hat. Die Berechnung des optimalen Lastwiderstandes erfolgt nach der Formel

$$R_o = \frac{(U_{cc} - U_{sat})^2}{2P}$$

- R_o – Ausgangsimpedanz des Transistors
- U_{cc} – Drain-Versorgungsspannung
- U_{sat} – Drain-Sättigungsspannung (Restspannung)
- P – Ausgangsleistung

Für $U_{cc} = 25$ V, $U_{sat} = 3$ V und $P = 4$ W folgt $R_o = 60,5 \Omega$. Verwendet man für U_{cc} jedoch nur 12 V, so ergibt sich bei gleicher Sättigungsspannung und Ausgangsleistung ein optimaler Lastwiderstand von 10 Ω , der einen zusätzlichen Breitbandübertrager am Ausgang zur Anpassung an 50 Ω erfordert. Für die Anpassung des Eingangs wird ein 4 : 1 Breitbandübertrager verwendet, der aus einem Ringkern mit vier Windungen verdrehter Doppelleitung (Kupferlackdraht mit 0,6 cm Durchmesser) besteht. Dieser Eingangsübertrager bestimmt die untere Frequenzgrenze des Breitbandverstärkers, da zu seiner einwandfreien Funktion eine Mindestinduktivität erforderlich ist, die sich bei tiefen Frequenzen nur mit Kernen entsprechend hoher Permeabilität erzielen läßt. Um eine möglichst hohe obere Grenzfrequenz zu erreichen, muß für die 0,15- μ H-Drossel im Gegenkopplungszweig eine kapazitätsarme Ausführung verwendet werden. Plastikgekapselte Festinduktivitäten eignen sich meist nicht. Bei der Auswahl der Drosseln in der Drainzuleitung muß außer-

dem der hohe Drainstrom berücksichtigt werden. Die Induktivitäten sollten daher nur einen sehr geringen ohmschen Widerstand aufweisen.

Damit der Verstärker im linearen Teiler seiner Kennlinie arbeitet, ist eine Vorspannung am Anschluß U_{GS} erforderlich. Diese Spannung kann ein integrierter Spannungsregler zur Verfügung stellen, an dessen Ausgang ein Trimpotentiometer zum Abgreifen des benötigten Spannungswertes vorgesehen ist.

Aufbauhinweise

Der Aufbau des Verstärkers sollte auf einer zweiseitig kupferbeschichteten Epoxyplatine erfolgen. In diesem Fall kann nämlich eine Kupferschicht als Masseebene verwendet werden, was in Anbetracht der hohen Drainströme und des großen Frequenzbereiches für die Stabilität unbedingt erforderlich ist. Massebahnen auf der Bestückungsseite der Platine müssen dann durch Niete oder ähnliches mit der rückseitigen Massefläche verbunden werden. Der VMP 4 ist mit seinem Montagellansch auf einem ausreichend großen Kühlkörper festzuschrauben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß es sich hier um ein MOS-Bauelement handelt, das durch elektrostatische Aufladung zerstört werden kann. Montage und Anschluß des V-MOS-Fets dürfen daher erst dann erfolgen, wenn alle anderen Bauelemente eingelötet sind. Darüber hinaus sollte die Lötkolbenspitze geerdet sein. Ist der Transistor erst einmal eingebaut, sind keinerlei Vorsichtsmaßnahmen mehr zu beachten.

Verhalten des Verstärkers

Aussagen über den 1-dB-Kompressionspunkt und den Intermodulationsabstand machen die Diagramme in Bild 3 und Bild 4. Bild 3 zeigt in Abhängigkeit von der Eingangsleistung die Größe der bei Zweitonaussteuerung entstehenden Intermodulationsprodukte dritter Ordnung. Der Abstand der Intermodulationsprodukte bezieht sich dabei auf die Leistung eines Tones im Ausgangssignal des Breitbandverstärkers. Die Kompression des Ausgangssignales um 1 dB tritt bei einer Eingangsleistung von rd. 23 dBm, entsprechend 0,2 W, auf. Die Ausgangsleistung beträgt dann etwa 4 Watt. Das Diagramm in Bild 4 zeigt die Größe der entstehenden Intermodulationsprodukte, wenn ein Nutz- und Störsignal vorhanden ist. Die Intermodulationsprodukte dritter Ordnung sind dabei auf die Trägerausgangsleistung bezogen, die hier mit 1 W konstant blieb, während die Leistung des Störsignals variiert wurde. Zu erwähnen ist noch die Unempfindlichkeit des Verstärkers gegenüber Fehlanschluß. Ohne zusätzliche Maßnahmen arbeitet er bei jedem SWR stabil. □

Anregung zum Nachbau

Geregelte Spannungsquellen

Teil 2: Labornetzgerät mit integrierter Schaltung

Bei einem Labornetzgerät ist ein weiter Einstellbereich ebenso wichtig wie eine möglichst weitgehende Ausregelung der Last- und Netzschwankungen. Auf einen Überlastungsschutz kann nicht verzichtet werden. Einen integrierten Spannungsregler, der für solche Anwendungen vorteilhaft ist, bespricht Herrmann Schreiber aus Orsay in diesem zweiten Teil unserer dreiteiligen Beitragsfolge.

Die Verwendung von integrierten Schaltungen zum Aufbau von geregelten Spannungsquellen gestattet eine einfachere Herstellung des Gerätes. Weiterhin befinden sich im integrierten Spannungsregler alle Halbleiterelemente auf der gleichen Temperatur, wodurch eine genaue und unverzögerte Temperaturkompensation möglich ist. Nachteilig ist dagegen der innere Spannungsabfall, der bei integrierten Reglern an sich um einige Volt höher ist als der mit Discretschaltungen erreichbare Wert. Der dadurch verursachte Energieverlust kann jedoch vermieden werden, wenn man die zum Erzielen höherer Leistungen ohnehin notwendigen Zusatztransistoren dazu heranzieht.

Verwendbare ICs

Die Prinzipschaltung nach Bild 1 ist für zahlreiche integrierte Spannungsregler (z.B. LM 376, CA 3085, MFC 6030 A) gültig. Sie enthält eine Referenzspannungsquelle, die weitgehend von Temperatur, Eingangsspannung und Last unabhängig ist und die in diesem Beispiel eine Spannung von 1,7 V liefert. Der IC enthält weiterhin einen Fehlersignalverstärker, der diese Referenzspannung mit einem durch den zugeschalteten Spannungsteiler R1, R2 definierten Bruchteil der Ausgangsspannung vergleicht. Der Fehlersignalverstärker steuert den in Reihe mit der Eingangsspannung liegenden Regeltransistor, der bei Aufheben der Verbindung zwischen den Anschlüssen 2 und 3 auch als Steuerstufe für zusätzliche diskrete Transistoren verwendbar ist. Diese Art der

Beschaltung ist bei manchen Typen (MFC 6030 A) nicht möglich. Da sie auch eine ungünstige Leistungsbilanz und nicht optimale Regeleigenschaften zu Folge haben kann, wird sie hier nicht verwendet.

Die Ausgangsspannung der Regelschaltung steht schon am Emitter von T1 zur Verfügung. Wenn man jedoch die Last und den Vergleichsteiler an Anschluß 8 legt, erhält man eine Strombegrenzung, deren Schwelle durch den Wert des dazwischengeschalteten Widerstandes R_S definiert wird. Wenn der Spannungsabfall an R_S den Wert der Basis-Emitterschwelle (etwa 0,7 V) von T2 erreicht, begrenzt dieser Transistor den an T1 gelangenden Basisstrom. Damit wird der Ausgangsstrom auf einen Wert begrenzt, der im Beispiel $0,7 \text{ V} : 5 \Omega = 0,047 \text{ A}$ beträgt.

Eine Einstellung der Ausgangsspannung wird möglich, wenn man den Vergleichsteiler durch ein Potentiometer ersetzt. Der Minimalwert der Ausgangsspannung (Anschlüsse 6 und 8 verbunden) ist gleich der Referenzspannung. Der maximal mögliche Wert liegt etwa 5 V unter dem niedrigsten Augenblickswert der Eingangsspannung, deren höchster Augenblickswert wiederum nicht die vom Hersteller des IC angegebene Spannungsgrenze (30 bis 50 V) überschreiten darf.

Bild 2 zeigt eine vom ersten Beispiel etwas verschiedene Prinzipschaltung eines integrierten Spannungsreglers (z.B. L 123, CA 723). Die Referenzspannung beträgt hier 7 V und wird nicht an den Fehlersignalverstärker gelegt, sondern über den Anschluß 6 so herausgeführt, daß eine Beschaltung mit einem Referenzteiler R3, R4 möglich ist. Der zusätzlich vorgesehene Vergleichsteiler ist nur notwendig, wenn er als Potentiometer die Einstellung der Ausgangsspannung in einem weiten Bereich ermöglichen soll. Bei Ausgangsspannungen, die unterhalb der Referenzspannung liegen, genügt der Referenzteiler, und die Anschlüsse 3 und 4 werden direkt miteinander verbunden. Im Gegenfalle genügt der Vergleichsteiler, bei Direktverbindung der Anschlüsse 5 und 6. Der Regeltransistor und die Strombegrenzung in Bild 2 arbeiten nach dem in Bild 1 erläuterten Prinzip. Zusätzliche, hier nicht erläuterte Schaltmaßnahmen gestatten eine Rückregelung des Ausgangsstromes bei Überlastung oder ein Abregeln bei Überspannungen am Eingang.

Regelschaltung mit PNP-Längstransistor

Bild 3 zeigt ein Labornetzteil für 1,7 ... 30 V, 1,5 A. Die Anschlußlage des integrierten Spannungsreglers entspricht den Typen LM

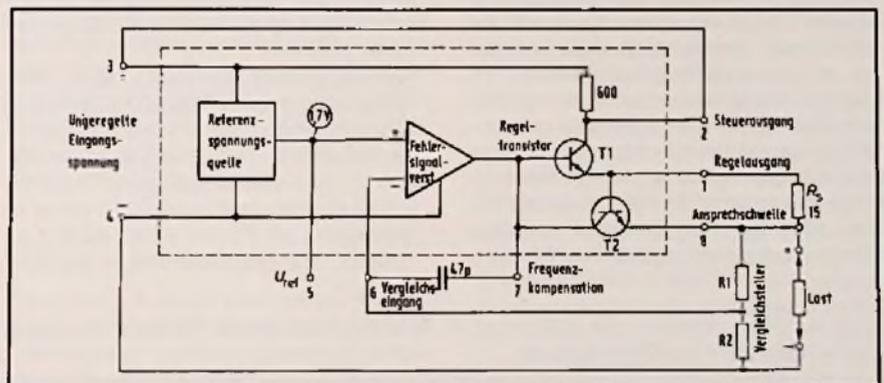
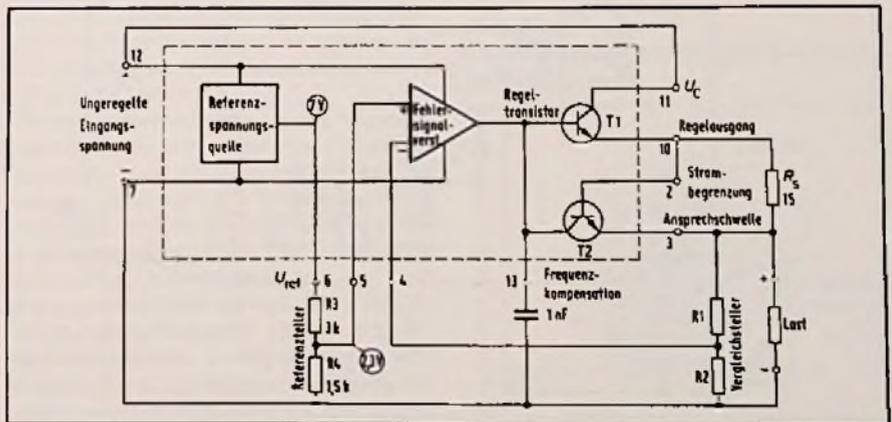


Bild 1. Prinzipschaltung eines integrierten Spannungsreglers mit Direktverbindung zwischen Referenzspannungsquelle und Fehlersignalverstärker

Bild 2. Bei diesem integrierten Spannungsregler ist eine Beschaltung mit einem zusätzlichen Referenzteiler möglich



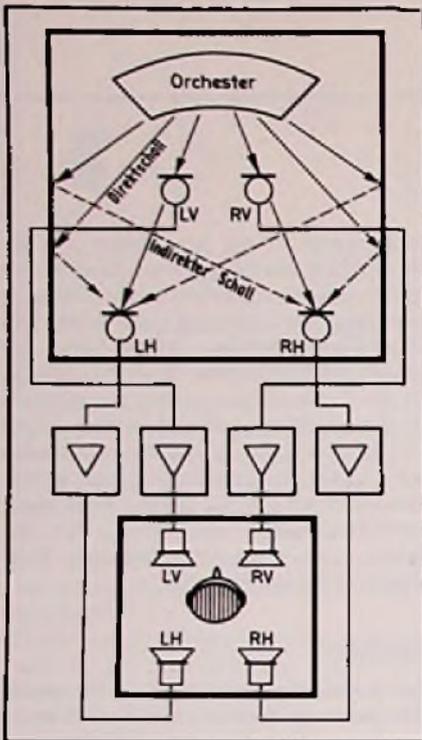
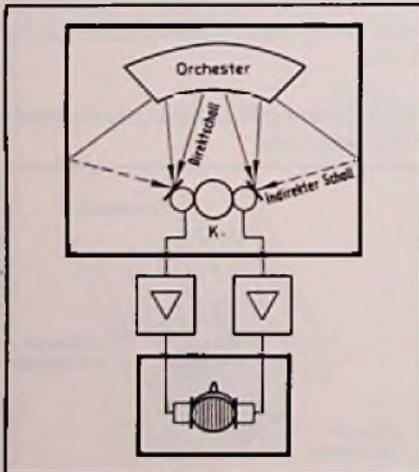


Bild 3. Die Klangkörperabbildung im Wiedergaberaum. Korrekturen in den Übertragungskanälen kompensieren die unterschiedliche Akustik von Aufnahme- und Wiedergaberaum

Solange der Nachhall zum direkten Schall nicht mehr als 50 ms verzögert auftritt, empfindet das Ohr beide als eine Einheit. Auf die Ortung der Schallquelle hat der Nachhall keinen Einfluß, da unser Gehör die Richtung einer Schallquelle immer aufgrund der ersten Wellenfront bestimmt. Er verleiht einer Musikwiedergabe Tiefe, während ihr die Stereophonie die Breite gibt. Wird mit technischen Mitteln, beispielsweise durch Bei-

Bild 4. Versetzen des Zuhörers in den Aufnahme- raum durch Kunstkopfstereophonie



mischen von künstlichem Nachhall, das Verhältnis von direktem zu indirektem Schall beeinflusst, so kann man damit den Eindruck eines größeren Wiedergaberaums erwecken.

Arten der mehrkanaligen Übertragung

Alle mehrkanaligen Übertragungen lassen sich auf zwei Prinzipien zurückführen, die im folgenden kurz vorgestellt werden.

Die Abbildung des Klangkörpers im Wiedergaberaum hat das Ziel, das Klangereignis aus dem Aufnahme- raum so in den Wiedergaberaum zu übertragen, daß dem Hörer der Klangkörper möglichst naturgetreu erscheint. Da in den meisten Fällen der Wiedergaberaum viel kleiner ist als der Aufnahme- raum und diesem akustisch nicht entspricht, erweckt man beim Hörer den Original- eindruck nicht, wenn man über die Laut- sprecher das ursprüngliche Schallereignis wiedergibt. Dann hat der Hörer den Eindruck, als höre er das Original- Schallereignis. Diese Aufgabe läßt sich nur lösen, wenn im Aufnahme- raum mehrere Mikrophone und im Wiedergaberaum mehrere Lautsprecher benutzt werden (Bild 3). Die Übertragung erfolgt dann mehrkanalig, wobei mit zunehmender Kanalzahl die Originaltreue der Wiedergabe steigt.

Die Versetzung des Zuhörers in den Aufnahme- raum ist die andere Art der mehrkanaligen Übertragung. Im Gegensatz zum vorher geschilderten Übertragungsverfahren, das auf die Reproduktion von Klang- quellen ausgerichtet ist, erfolgt mit der Kunstkopfstereophonie die scheinbare Versetzung des Zuhörers in den Aufnahme- raum. Dazu wird bei der Aufnahme- seite ein Kunstkopf verwendet, der anstelle der Ohr- muscheln zwei Mikrophone hat (Bild 4). Die aufgenommenen Signale werden zweikanalig übertragen und über Kopfhörer wieder- gegeben. Der Hörer glaubt dann, unmittel- bar im Konzertsaal zu sitzen. Diese Kopfhör- ergebundene Kunstkopfstereophonie hat jedoch Nachteile.

Dreht der Hörer den Kopf, so drehen sich auch die scheinbaren Schallquellen mit. Dieser Effekt wird von vielen Musikfreunden als lästig empfunden.

Scheinbare Schallquellen, die sich im Ab- hörpanorama vorne befinden, lassen sich bei der Kunstkopfstereophonie nur schwer orten. Das liegt daran, daß die „Vorneor- tung“ beim Menschen weitgehend durch den Gesichtssinn gesteuert wird. Diese Nachteile haben dazu geführt, daß sich die Kunstkopfstereophonie bis heute nicht so recht durchsetzte.

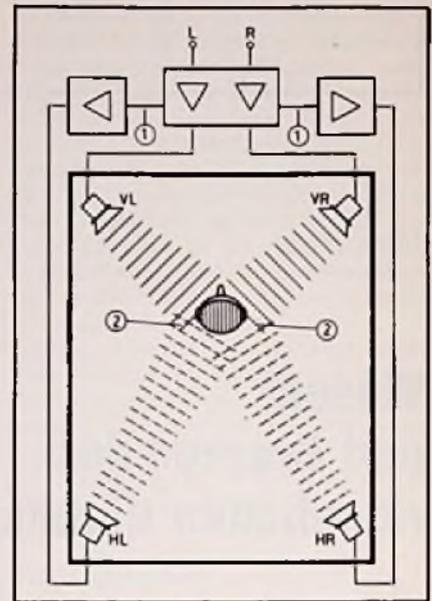
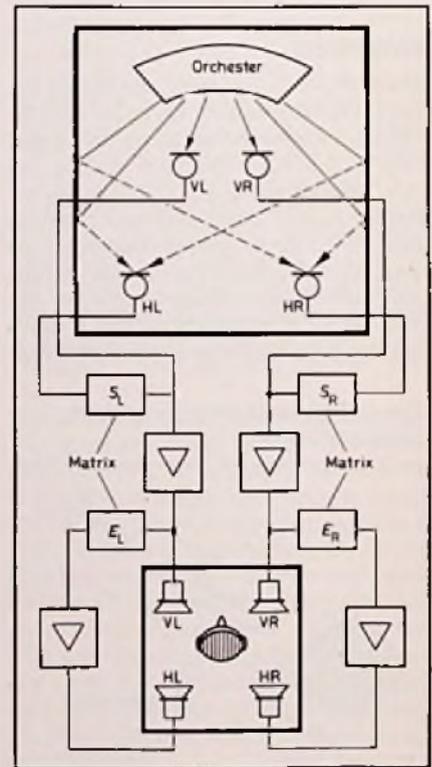


Bild 5. Wiedergabe des Hallsignals über rückwärtige Lautsprecher (1). Die scheinbaren Schallquellen werden vorne geortet. 2 – erste Wellenfront

Verbesserung der Raumakustik

Für die Abbildung des Klangkörpers im Wiedergaberaum bevorzugt man bei der Aufnahme den unmittelbar vom Klangkörper

Bild 6. Stereo-ambiophone Übertragung



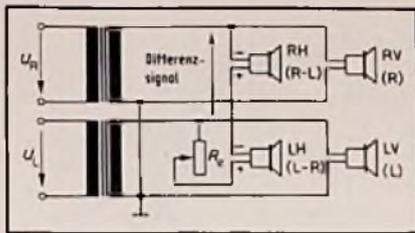


Bild 7. Ausgangsübertrager bilden das Differenzsignal

abgegebenen Schall. Der von den Wänden des Konzertsaaes reflektierte Schall wird dabei aber nur unzureichend erfaßt, so daß bei der Wiedergabe die Raamtiefe verlorengeht. Versuche, im rückwärtigen Teil des Aufnahme-raums mit separaten Mikrofonen Nachhall aufzunehmen und ihn den Stereokanälen beizumischen, ergaben keine befriedigende Verbesserung des Raumeindrucks. Das Hallsignal wird nämlich bei der Abgabe über die Stereolautsprecher vom direkten Schall-Signal übertönt. Eine spürbare Verbesserung des Raumeindrucks ist also nur möglich, wenn für die Übertragung mehr als zwei Kanäle eingesetzt werden, wie dies beispielsweise bei der Quadrophonie der Fall ist.

Versuche haben gezeigt, daß die Wiedergabe eines aus dem Stereosignal gewonnenen Hallsignals über zwei rückwärtige Lautsprecher, den Raumeindruck in wünschenswerten Maße verstärkt. Das Verfahren erlaubt aber keine Effekte wie kreisende Schallquellen. Das bleibt der echten Quadrophonie vorbehalten. Da im Konzertsaal das Orchester immer vorne spielt, stört diese Einschränkung jedoch kaum.

Für die Ortung der scheinbaren Schallquellen sind die zuerst eintreffenden Schallwellen maßgebend (Bild 5). Sie werden deshalb an der gleichen Stelle lokalisiert wie bei einer normalen Stereowiedergabe. Der Hall er-

höht lediglich den Raumeindruck, wobei das Verhältnis von direktem Schall zum Nachhall die scheinbare Raumgröße bestimmt. Wird das Hallsignal zusätzlich verzögert, gewinnt der Raum noch mehr an Tiefe und Transparenz.

Wiedergabemethoden

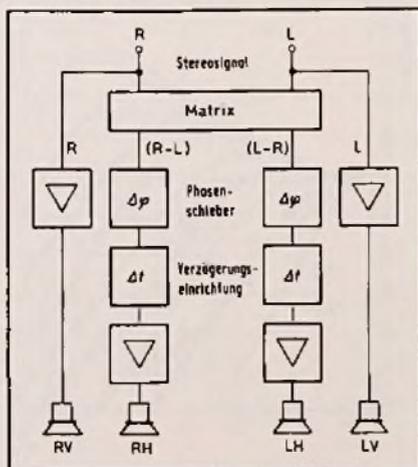
Die beschriebenen Gesetzmäßigkeiten des räumlichen Hörens schlagen sich in verschiedenen Wiedergabemethoden nieder. Das beste – die Quadrophonie – wird hier nicht besprochen. Vielmehr geht es darum zu zeigen, mit welchen Mitteln aus einer guten Stereoaufnahme Zusatzinformationen für eine vierkanalige Wiedergabe zu gewinnen sind.

Der Begriff „Ambiophonie“ bezeichnet die Aufnahme und Wiedergabe oder die künstliche Erzeugung von Nachhall, der aus der Umgebung (ambiance) auf den Zuhörer trifft. Bei der reinen Ambiophonie wird aufnahmeseitig mit einem zusätzlichen Mikrofonpaar im hinteren Teil des Konzertsaaes der Hall aufgenommen und den Stereokanälen gegenphasig beigemischt. Auf der Wiedergabeseite werden diese Hallsignale durch ein differenzbildendes Netzwerk zurückgewonnen, verstärkt und über zusätzliche Lautsprecher im Hintergrund des Raumes abgegeben (Bild 6). Die nachfolgend beschriebenen Systeme erlauben die vierkanalige Wiedergabe von Stereo- oder Ambiophonie-Aufnahmen.

Beim Quadrosound-Verfahren erhält man die Rauminformation, indem von den Stereosignalen ein Differenzsignal gebildet wird. Das Signal liegt unmittelbar an den „heißen“ Anschluß der Ausgangsübertrager und steuert zwei gegenpolig in Serie geschaltete Lautsprecher. Diese geben dann ein für die Rauminformation wichtiges Signal ab (Bild 7). Das Verhältnis von direktem und indirektem Schall kann dabei mit dem Vorwiderstand R_e eingestellt werden.

Mit der Pseudo-Quadrophonie läßt sich jede Stereoaufnahme (also auch solche, die aufnahmeseitig nicht mit einem Hallsignal versehen wurden) mit Gewinn an Qualität vierkanalig wiedergeben. In einer Matrix wird dazu aus dem Stereosignal die sogenannte Seiteninformation (L-R) und (+R) gewonnen (Bild 8). Da beim Originalhall der Phasenbezug zum direkten Schall durch Mehrfachreflexion an den Wänden gestört wird, muß bei der Pseudo-Quadrophonie der Phasenbezug mit einem Phasenschieber nachträglich gestört werden. Eine Verzögerungseinrichtung sorgt noch für die notwendige Signalverzögerung von 10 ms bis 30 ms. Ist das Verhältnis der Lautstärke von direktem zu indirektem Schall mit der Verzögerungszeit optimal auf den Wiedergaberaum abgestimmt, kann auch diese Übertragungsmethode den Zuhörer scheinbar in den Konzertsaal versetzen. □

Bild 8. Blockschaltbild einer Pseudo-Quadrophonie-Anlage



Grundschaltungen

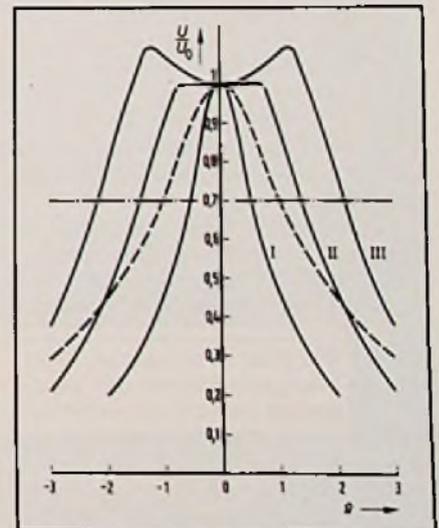
Praxisgerechte Berechnung von Schwingkreisen

Teil 5: Gekoppelte Schwingkreise

Elektrische Schwingkreise sind zwar die ältesten Grundschaltungen der Elektronik, aber sie werden trotzdem rechnerisch nur selten so behandelt, wie es die Praxis verlangt – mit Berücksichtigung aller durch Bauelemente und Schaltungsaufbau hervorgerufenen zusätzlichen Impedanzen sowie anderer Einflüsse. Worauf es bei Schwingkreisen wirklich ankommt, behandelt Professor Otmar Kilgenstein von der Fachhochschule Nürnberg in dieser Serie für alle jungen Techniker und Ingenieure, die es genau wissen wollen.

Wie aus Bild 1 in Teil 2 zu erkennen ist, liefert ein einfacher Schwingkreis eine Übertragungskurve, die vom idealen Verlauf (strichpunktiert eingezeichnet) noch weit entfernt ist. Auch eine Serienschaltung mehrerer Schwingkreise vermag daran nichts prinzipiell zu verändern, da entweder der Abfall im Übertragungsbe-

Bild 1. Übertragungskurven von zwei gekoppelten Schwingkreisen mit unterschiedlicher Kopplung



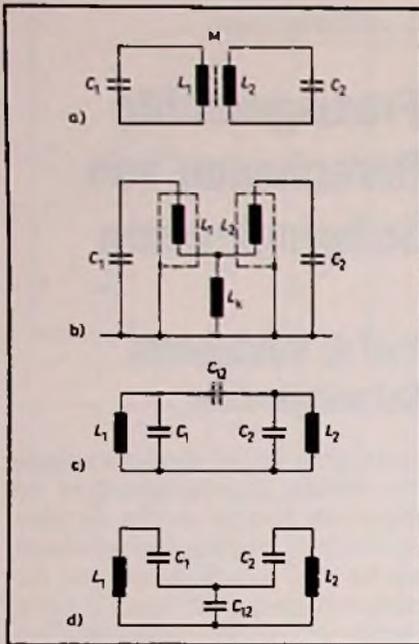


Bild 2. Kopplungsarten von gekoppelten Schwingkreisen

reich zu groß wird oder – bei entsprechender Dämpfung – wieder die Weitabselektion im Sperrbereich nicht genügt. Abhilfe kann aber dadurch geschaffen werden, daß zwei (oder auch noch mehrere) Schwingkreise miteinander gekoppelt werden. Durch die Rückwirkung der einzelnen Kreise aufeinander verbreitert sich der Durchlaßbereich und wird auch – je nach Größe der Kopplung – ebener. Bei entsprechend starker Kopplung kann sogar eine Anhebung gegenüber der Spannung bei Resonanz erfolgen, die dann zur Kompensation des Abfalles bei anderen Schwingkreisen benutzt werden kann.

Bild 1 zeigt maßstabgerecht drei Kurven von verschieden gekoppelten Schwingkreisen, und zwar:

Kurve I – Nullkopplung, d. h. gar keine Kopplung zwischen den beiden Kreisen (nur möglich in Verbindung mit einem aktiven Bauelement zwischen den beiden Schwingkreisen).

Kurve II: Kritische Kopplung, d. h. eine solche Kopplung, daß gerade noch keine Überhöhung der Übertragungskurve auftritt.

Kurve III: Überkritische Kopplung mit zwei symmetrischen Höckern (gestrichelt zum Vergleich eingezeichnet die Übertragungskurve eines einzelnen Schwingkreises).

Wie aus Bild 1 klar zu ersehen ist, nähert sich die Übertragungskurve von gekoppelten Schwingkreisen schon wesentlich mehr dem Ideal einer rechteckigen Übertragungskurve mit waagrecht Verlauf im Übertragungsbereich und senkrecht Verlauf im Sperrbereich. Werden

mehrere solcher gekoppelter Kreise in Serie geschaltet, so verlaufen diese im Sperrbereich immer steiler, während der Übertragungsbereich durch Wahl der einzelnen Kopplungen so gestaltet werden kann, daß er annähernd waagrecht verläuft.

Die Art der Kopplung kann auf verschiedene Weise erfolgen. Bild 2 zeigt die gebräuchlichsten Methoden. Die einzelnen Teilbilder bedeuten:

a – Induktive Kopplung; häufigste, weil billigste Art, aber rechnerisch schwer vorherzubestimmen,

b – induktive Kopplung über Teilspeule,

c – kapazitive Hochpunkt-Kopplung,

d – kapazitive Tiefpunkt-Kopplung.

Die Größe der Kopplung wird durch den Kopplungsfaktor k ausgedrückt. Für Teilbild a gilt:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}} \quad (1)$$

M - siehe Gl. 1 in Teil 4.

Für Teilbild b gilt:

$$k = \frac{L_k}{\sqrt{(L_1 + L_k)(L_2 + L_k)}} \quad (2)$$

Für Teilbild c gilt:

$$k = \frac{C_{12}}{\sqrt{C_1 \cdot C_2}} \quad (3)$$

Für Teilbild d gilt:

$$k = \frac{\sqrt{C_1 \cdot C_2}}{C_{12}} \quad (4)$$

Um für jeden Anwendungsfall wieder nur eine Art der Kurvendarstellung zu erhalten, ist es zweckmäßig, auch die Kopplung zu normieren. Die normierte Kopplung K ergibt sich dann zu:

$$K = \frac{k}{d_1 \cdot d_2} \quad (5)$$

oder

$$K = \frac{k}{d} \quad (5a)$$

mit $d_1 = d_2 = d$

Als Bezugsdämpfung D wird das arithmetische Mittel der beiden Dämpfungen d_1 und d_2 gewählt.

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (6)$$

$D = d$

für

$$d_1 = d_2 = d \quad (6a)$$

Zur Kennzeichnung der Größe der Kopplung wird der Formfaktor F eingeführt. Er berechnet sich allgemein zu:

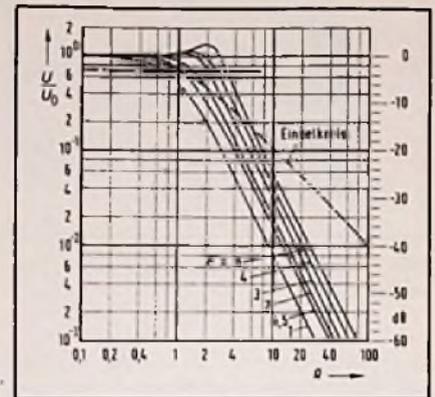


Bild 3. Verhältnis U/U_0 von zwei gekoppelten Schwingkreisen als Funktion von Ω mit F als Parameter

$$F = \frac{d_1 \cdot d_2}{\left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)^2} (1 + K^2) \quad (7)$$

Hiermit wird also allgemein eine beliebige Dämpfung der beiden Kreise berücksichtigt. Bei gleichen Kreisdämpfungen $d_1 = d_2$ könnte man auf die Einführung des Formfaktors verzichten, da dann gilt:

$$F = (1 + K^2) \quad (8)$$

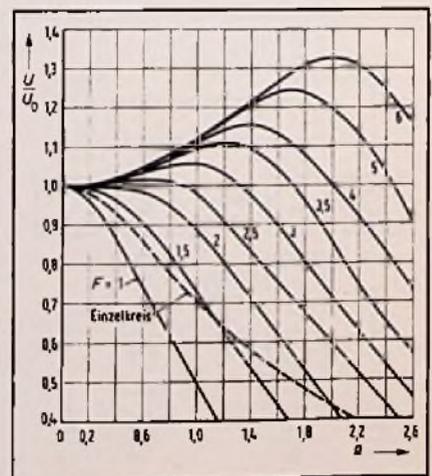
für $d_1 = d_2 = d$

Nach Feldtkeller erhält man für den Betrag der Spannung in der Bandmitte zur Spannung bei beliebigen Frequenzen den Ausdruck:

$$\frac{U}{U_0} = \frac{F}{\sqrt{F^2 - 2\Omega^2(F-2) + \Omega^4}} \quad (9)$$

Ω ist hierbei wieder die normierte Verstimmung.

Bild 4. Vergrößerter Ausschnitt von Bild 3 für den Durchlaßbereich



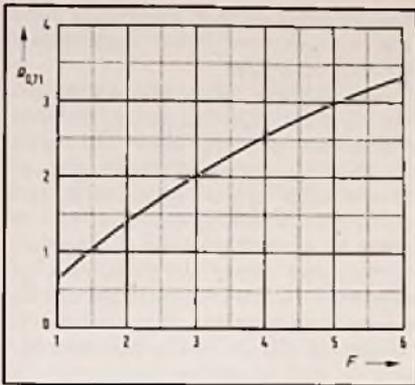


Bild 5. Normierte Verstimmung $\Omega_{0,71}$ für $U/U_0=0,71$ in Abhängigkeit vom Formfaktor F

$$\Omega = \frac{v}{D} = \frac{2v}{d_1+d_2}$$

$$\Omega = \frac{4}{d_1+d_2} \cdot \frac{f-f_0}{f_0} \quad (10)$$

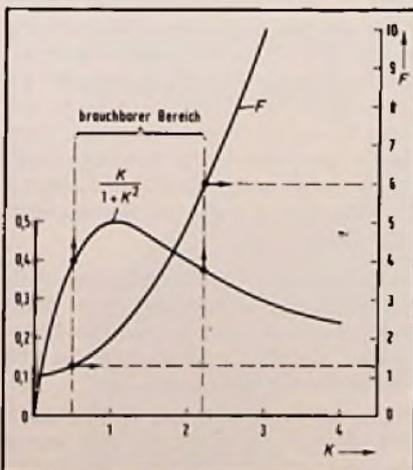
Gl. 9 wurde in Bild 3 ausgewertet für $F=1 \dots 6$ und $\Omega=0,1 \dots 100$.

Um den Durchlaßbereich besser darstellen zu können, wurde ein Ausschnitt von Bild 3 nochmals vergrößert in linearem Maßstab für $\Omega=0 \dots 2,5$ und $F=1 \dots 6$ herausgezeichnet.

Wenn man für die Definition der Bandbreite einen Abfall (oder auch Anstieg) der Amplitude um 30% voraussetzt, dann hat es keinen Sinn, Formfaktoren über 5 oder 6 zu berücksichtigen. Bei noch größeren Formfaktoren wird zwar die Bandbreite noch größer, aber auch die Amplitudenunterschiede der »Höcker« um so größer.

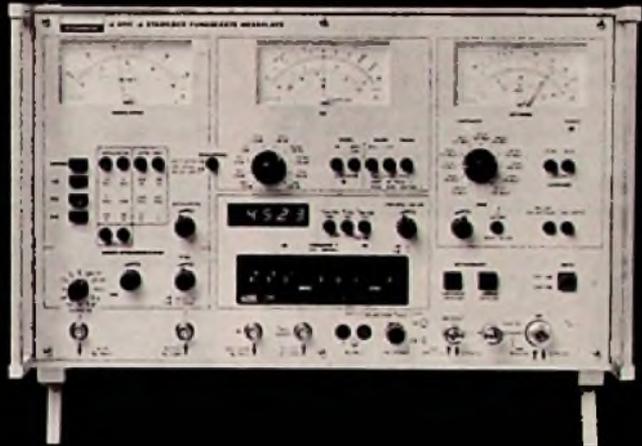
Da nach Gl. 9 die normierte Verstimmung, die die Frequenz f enthält, nur in quadratischen Funktionen vorkommt, wird die

Bild 6. Funktion $K/(1+K^2)$ und F in Abhängigkeit von K



STABILOCK

Kompaktmeßplatz für Funkgeräte 20 bis 512 MHz.



Ab sofort ausgerüstet mit:
Leistungsanzeigebereich
5 mW bis 25 W.
Echter Effektivbewertung
des NF-Millivoltmeters.

Weitere Optionen:
Mit zusätzlichem
Frequenzbereich
800 bis 960 MHz.
Mit CTCSS-Generator
nach EIA-Standard RS-220
(Continuous tone controlled squelch systems).

Schlumberger

Meßgeräte GmbH
Ingolstädter Straße 67a · 8000 München 46
Telefon 31 7031 · Telex 05 215 015 somvd

Frequenzgangkurve symmetrisch zu Ω . Es reicht also, wie in Bild 3 und 4 getan, die eine Hälfte zu zeichnen.

Um die Größe Ω für einen bestimmten Formfaktor F zu erhalten, könnte man Bild 3 oder Bild 4 benutzen. Einfacher geht es mit der Kurve nach Bild 5, die aus Gl. 9 für $U/U_0=0.71$ herausgerechnet wurde.

Betrachtet man die Amplitude am Primärkreis zu derjenigen am Sekundärkreis, so findet man, daß bei der Resonanzfrequenz und bei optimaler Kopplung ($F=2$ bzw. $K=1$) maximal die Hälfte vorhanden ist. Bei kleineren Formfaktoren sinkt die Amplitude wegen der geringen Kopplung stark ab; bei größerem Formfaktor ist das Absinken wesentlich geringer. Der mathematische Zusammenhang ergibt sich nach der Gleichung

$$\frac{U_1/f_0}{U_2/f_0} = \frac{K}{1+K^2} \quad (11)$$

Diese Gleichung ist in Bild 6 ausgewertet. Da bei sehr geringen Kopplungen ($K \leq 0.5$) die Spannung am Sekundärkreis stark sinkt, soll der Bereich von $K=0.5$ bis 2,4 entsprechend den Formfaktoren $F=1.25$ bis 6 als brauchbarer Bereich bezeichnet werden. Unter $F=1.25$ sinkt die Spannung zu stark ab, auch wird dann die Bandbreite zu gering. Über $F=6$ steigt die Amplitude der Höcker wesentlich über $U_0 \cdot 1.3$, also um mehr als 30% an, und das soll auch vermieden werden (selbstverständlich ist dies nur ein Vorschlag; es kann auch anders dimensioniert werden).

Beispiel: Es soll ein Bandfilter mit kapazitiver Hochpunktkopplung bei $f_0=470$ kHz mit einer Bandbreite von 9 kHz gebaut werden. Die Dämpfung beider Kreise soll gleich groß sein. Der Anstieg der Höcker soll etwa 10% betragen dürfen. $C_1=C_2=300$ pF. Wie stark wird eine um 50 kHz abliegende Frequenz gedämpft? Aus Bild 4 wird nach den gestellten Bedingungen der Faktor $F=3.5$ gewählt. Nach Gl. 10 ergibt sich:

$$\Omega \cdot d = v = \frac{2 \cdot (f - f_0)}{f_0};$$

$$2(f - f_0) = 9 \text{ kHz};$$

$$f_0 = 470 \text{ kHz}$$

$$\Omega \cdot d = \frac{9 \text{ kHz}}{470 \text{ kHz}} = 19.15 \cdot 10^{-3}$$

Aus Bild 5 folgt für

$$F=3.5; \Omega_{0.71} = 2.3.$$

$$d = \frac{19.15 \cdot 10^{-3}}{2.3} = 8.33 \cdot 10^{-3}$$

Durch Umstellen der Gl. 8 errechnet sich K zu

$$K = \sqrt{F - 1} = \sqrt{2.5} = 1.58.$$

Diesen Wert hätte man auch genau so gut aus Bild 6 ablesen können. Aus Gl. 5a folgt:

$$k = K \cdot d = 1.58 \cdot 8.33 \cdot 10^{-3}$$

$$k = 1.316 \cdot 10^{-2}$$

Nach Bild 2c und Gl. 3:

$$C_{12} = k \cdot \sqrt{C_1 \cdot C_2} =$$

$$= 1.316 \cdot 10^{-2} = 300 \text{ pF}$$

$$C_{12} = 3.94 \text{ pF} \approx 4 \text{ pF}$$

Es errechnet sich also eine sehr kleine Kapazität, die vielleicht durch einen Trimmer realisiert werden muß. Diese kleine Kapazität bedeutet aber auch, daß die Leitungsführung der beiden Kreise gut überlegt werden muß und daß diese auch unbedingt abgeschirmt werden müssen. Sonst kann eine ungewollte Kapazität von wenigen Picofarad schon eine so große Kopplung darstellen, daß die gewünschte Kopplung zunichte gemacht wird.

Dämpfung der Frequenz
 $f = 470 \text{ kHz} \pm 50 \text{ kHz}$:

Für eine so weitab liegende Frequenz soll die genaue Formel für die Verstimmung benutzt werden.

$$v = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} =$$

$$= \frac{520 \text{ kHz}}{470 \text{ kHz}} - \frac{470 \text{ kHz}}{520 \text{ kHz}}$$

$$v = 0.20254$$

$$\Omega = \frac{v}{d} = \frac{0.20254}{8.33 \cdot 10^{-2}}$$

$$\Omega = 24.3.$$

Aus Bild 3 kann man ablesen:

$$U/U_0 = 0.0055 \text{ oder } -45 \text{ dB}.$$

Setzt man in Gl. 9 für $F=1$ ein (also nach Gl. 8 $K=0$), so ergibt sich:

$$\frac{U}{U_0} = \frac{1}{\sqrt{1+2\Omega^2+\Omega^4}} =$$

$$= \frac{1}{(\sqrt{1+\Omega^2})^2}$$

$$U/U_0 = \frac{1}{1+\Omega^2} \quad (12)$$

Dies ist aber genau das Quadrat der Gl. 4 in Teil 2 für den einfachen Schwingkreis. Werden zwei Schwingkreise hintereinandergeschaltet, ohne gekoppelt zu sein, so multipliziert sich die Amplitudenfunktion. Dies zeigt also auch Gl. 12. Wie zu erwarten war, stellt also die Kurve für $F=1$

(nullgekoppelte Kreise) gerade die Funktion zweier in Serie geschalteter Schwingkreise dar.

Zur Abstimmung eines solchen Bandfilters sei noch folgendes gesagt: Steht ein Wobbelgenerator mit einem Sichtgerät zur Verfügung, dann kann so abgeglichen werden, daß die gewünschte symmetrische Höckerform erscheint. Der Abgleich kann aber auch so durchgeführt werden, daß immer ein Kreis stark gedämpft wird und der andere dann auf Maximum abgeglichen wird. Durch die Dämpfung wird die normierte Kopplung K so klein, daß unterkritische Kopplung erreicht wird und nur ein Maximum bei der Resonanzfrequenz f_0 erzielt wird. Am einfachsten wird diese Zusatzdämpfung durch Parallelschaltung eines niederohmigen Widerstandes (Größenordnung einige Kiloohm) zu demjenigen Kreis erzielt, der gerade nicht nachgestimmt wird. Selbstverständlich muß diese Zusatzdämpfung bei beiden Kreisen erfolgen und nach erfolgtem Abgleich auch wieder entfernt werden.

(Wird fortgesetzt)

Neu erschienene Fachbücher

Relais für den Hobbyelektroniker. Von Ernst Löchner. Reihe: Telekosmos-Hobby-Elektronik. Mit 104 Seiten, 64 Zeichnungen, 12 Fotos. Preis kartoniert 12,80 DM. Telekosmos-Verlag, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Praktiker will dieses Bändchen ansprechen, das viele Schaltungen vorstellt, in denen das Relais von modernen elektronischen Bauelementen angesteuert wird. Komplizierte Verknüpfungsfunktionen mit Relais werden nicht behandelt, da diese heute elektronisch verwirklicht werden. Von den Grundlagen wird nur das erklärt, was praktische Bedeutung hat. Auf einen kritischen Punkt – die Relaiskontakte – geht der Autor dagegen genauer ein. Begriffe, wie Kontaktkraft, Fritzung und Kontaktkleben sind dem Leser danach ebenso geläufig wie die Möglichkeiten des Kontaktschutzes. Die Bauanleitungen für Haft-, Impuls- oder Stromstoßrelais, um nur einige zu nennen, enthalten meistens auch die Vorlage für die Platine. Komplette Geräte, beispielsweise ein akustischer Schalter oder ein Regenmelder, werden ebenfalls beschrieben.

Mikrocomputersysteme: Selbstbau, Programmierung, Anwendung. Von Rolf-Dieter Klein. Mit 159 Seiten, 133 Abbildungen und 11 Tabellen. Preis 29 DM. Franzls-Verlag, München.

Der Zusatztitel des Buches lautet: Basteln für Ingenieure. Damit will der Autor darauf hinweisen, daß Vorkenntnisse im Bereich

der Mikrocomputertechnik für die Lektüre des Buches erforderlich sind. Er beschreibt die grundsätzlichen Funktionsabläufe, die zur Steuerung der verschiedenen Peripheriegeräte notwendig sind, und erläutert dabei auch den Selbstbau eines Datensichtgerätes und Cassetteninterfaces. Vorlagen für das Platinenlayout der Selbstbaugeräte sind nicht enthalten, wodurch insbesondere der Nachbau des Datensichtgerätes schwierig wird. Für die Fehlersuche wird der Bau eines TTL-Prüfstiftes und eine 16kanalige Pegelanzeige mit dem Oszilloskop beschrieben. Etwa die Hälfte des Buches befaßt sich mit der auf den Mikroprozessor 8080 abgestimmten Software. Hier werden Programme aufgestellt, die sich mit dem Mikrocomputerbausatz SDK 80 (im Buch nicht beschrieben) und den peripheren Geräten durchführen lassen.

Der Leser, der einen Mikrocomputer besitzt und sein System erweitern möchte, findet in dem Buch viele Anregungen aus dem Bereich der Hardware – und speziell für den Mikrocomputer SDK 80 – auch aus dem Bereich der Software.

Berichtigung

Interferenzstörungen

Berichtigung für den Beitrag „Interferenzstörungen im Verwirrungsgebiet von Gleichkanaisendern“ FT Nr. 13/1978.

Seite F & E 127: Im Mittelwellen-Bereich betreibt der Hessische Rundfunk nur die Sender Weiskirchen und Hoher Meissner auf der selben Frequenz.

Der Einzug des Sendebereiches nach Süden tritt im nördlichen Sendegebiet auf.

Seite F & E 128: Bei der Gleichung für den Faktor m fehlt das Wurzelsymbol. Richtig muß es heißen:

$$m = \sqrt{\frac{P_{(S_2)}}{P_{(S_1)}}}$$

Forschungsergebnisse

Mobile Lichtblasen zum Speichern von Daten?

Wissenschaftler des IBM Forschungslabors in San José/USA haben entdeckt, daß mikroskopisch kleine Lichtquellen in einer besonderen Art von elektrolumineszenten Filmen unter bestimmten Bedingungen beweglich werden können. Diese Lichtblasen könnten – ähnlich den Magnetblasen – neue Wege für die Datenspeicherung aufzeigen. Wird eine Wechselfrequenz mit genügend hoher Frequenz an einen solchen Film angelegt, so entstehen an gewissen Punkten im Material winzige Lichtblasen – jede ungefähr 1/1000 mm im Durchmesser – die dann in dem Material wahllos umherschweben.

Bei den IBM-Experimenten wird die Wechselfrequenz über sich kreuzende Metallleitungen von ca. 1 Millimeter Breite auf den Film gegeben. Die horizontalen Leitungen befinden sich dabei auf der einen Seite, die vertikalen Leitungen auf der anderen Seite des Materials. Legt man die Wechselfrequenz an, so wird an den Kreuzungsstellen der Leitungen Licht abgegeben. Jede dieser Zonen setzt sich aus zehntausenden einzelner Lichtblasen zusammen. Diese Blasen werden bei Erhöhung der Frequenz auf einen Schwellwert von ca. 10 kHz beweglich. Beim Betrachten durchs Mikroskop scheinen sich die kleinen Lichtpunkte in unregelmäßigen Schritten von einem Fleck zum anderen zu bewegen.

Bei näherer Untersuchung stellt man fest, daß die scheinbare Lichtbewegung durch das etwa gleichzeitige Verlöschen einer Lichtblase und das Erscheinen einer neuen zustande kommt. Die weitere Erhöhung der Frequenz auf ca. 50 kHz führt zu einer größeren Mobilität der Lichtblasen, so als wür-

den sie über weite Teile des Films wandern. Nähern sich dabei zwei Lichtblasen, so stoßen sie sich gegenseitig ab. Die Wissenschaftler vermuten, daß die Lichtblasen durch kleine Defekte in der polykristallinen Struktur des Zinksulfidfilms entstehen.

Die Möglichkeit, Anwendungen für dieses Phänomen zu finden, liegt nahe, da diese Lichtblasen Ähnlichkeit haben mit den für Datenspeicher verwendeten Magnetblasen. Magnetblasen von etwa gleicher Größe entstehen ebenfalls in dünnen Filmen und sind in ihnen beweglich. Für die Magnetblasen hat man Möglichkeiten gefunden, die Bewegung zu steuern. Sie werden heute als Speicher mit großem Fassungsvermögen auf minimalem Raum verwendet. In ähnlicher Weise müßte nun ein Weg gefunden werden, die Bewegung der Lichtblasen zu steuern, um sie als Datenspeicher einsetzen zu können.

Die mobilen Lichtblasen wurden bei Experimenten entdeckt, die dazu dienen, die lichterzeugenden Eigenschaften von mandotierten Zinksulfidfilmen zu erforschen. Nichtmobile Lichteigenschaften dieser Filme werden von einigen Laboratorien untersucht, die sich mit der visuellen Informationsanzeige (Bildschirm) befassen.

Bildschirmbilder werden durch Lichtausendungen des Materials erzeugt, indem man es mit einem Licht- oder Elektronenstrahl anregt oder gezielt unter Spannung setzt. Eine wichtige Eigenschaft dieser sogenannten ACTEL (Alternating Current Thin Film Electroluminescence)-Einheiten ist ein Speichereffekt, der es ermöglicht, ein Bild lange zu erhalten, ohne die bei konventionellen Röhren-Bildschirmen notwendige periodische Wiederauffrischung.

Die Entdeckung der mobilen Lichtblasen wurde von Dr. Wolfgang Roehle, Dr. Vincent Marcello und R. Aare Onton auf der „Electronic Materials Conference“ in Santa Barbara, Kalifornien, am 28.06.78 bekanntgegeben. □

Bildröhren regenerieren mit Garantie

2 Jahre Dauertest
Beweis für absolute Sicherheit und Erfolg

- regeneriert mit Langzeitgarantie (100% Katodenschutz)
 - beseitigt Schüsse
 - mißt Lebensdauer, Fokus, Katodenstrom (autom. UG2-Einstellung), Kennlinie, Schüsse
- Heizspannungen: 4,5 · 6,3 · 8,4 · 11 · 13 Volt
Adapterfach an der Rückwand

Preis DM 559,-
incl. MwSt mit
steckbaren Adaptern
für 350 Bildröhren

MÜTER BMR 7
Kiliedillweg 38 · 4353 GfE-ERKENTHORF
Telefon (0 23 68) 20 53



Elektronische Orgeln zum Selbstbau

Dr. Böhm-Orgeln sind unübertroffen vielseitig.

Sägezahn-, Rechteck- und Sinuserzeugung, 10chörig, voller Orgelklang und echte Instrumental-Klangfarben, alle modernen Spezialeffekte, Schlagzeug, BOHMAT.
Bauen Sie sich für wenig Geld Ihre Superorgel selbst!
Schon Zehntausende vor Ihnen, meist technische Laien, haben gebaut und sind begeistert!

Dr. Böhm

Elektronische Orgeln und Bausätze - Postf. 21 09/14/17
4950 Minden, T. 05 71/5 20 31

Gratis-Katalog anfordern!



Herstellung von Einkristallen

Wachstum nach Wunsch

Für die Herstellung, die richtige Funktion und die Zuverlässigkeit vieler elektronischer, optoelektronischer und magnetischer Bauelemente ist es wichtig, das Wachstum von Einkristallen zu beherrschen. Im folgenden werden einige Aspekte des Kristallwachstums beschrieben, wobei insbesondere auf spezielle Verfahren, die von der Philips-Forschung entwickelt wurden, eingegangen wird.

Die Eigenschaften des Kristalls können sowohl von der chemischen Zusammensetzung als auch von der Makro- und Mikrostruktur des herzustellenden Kristalls abhängen. Zum Herstellen von Halbleiterbauelementen ist daher eine einzige Art Kristallmaterial ebensowenig ausreichend wie die Beherrschung nur einer einzigen Standardtechnik. Für jede Anwendung ist ein Züchtungsverfahren zu wählen, das dem betreffenden Material sowie der gewünschten Struktur angepaßt ist.

So wird für Transistoren und integrierte Schaltungen Silizium am häufigsten als Ausgangsmaterial verwendet. Mit verfeinerten Standardmethoden können sehr reine Einkristalle dieses Elementes hergestellt werden. Für Hochfrequenztransistoren und Diodenlaser werden oft andere Materialien bevorzugt, beispielsweise Gallium-Arsen. Für Blasenspeicher werden häufig magnetische Metall-Sauerstoffverbindungen verwendet.

Um Einkristalle von Verbindungen herzustellen, sind andere Anforderungen an die Züchtungsverfahren zu stellen als im Fall des Elements Silizium. Insbesondere ist es bei Verbindungen weniger leicht als bei Elementen, Einkristalle hoher physikalischer und chemischer Perfektion herzustellen, da die Fehlerwahrscheinlichkeit im Kristallgitter mit der chemischen Komplexität des Materials zunimmt.

Dies alles hatte die Entwicklung einer breiten Skala von Spezialtechniken im Bereich der Kristallzüchtung zur Folge. Auch die Analyse und Charakterisierung von Kristalloberflächen und Epitaxialschichten hat sich dadurch entfaltet.

Große Kristalle und epitaktische Schichten

Bei einer Besprechung von Kristallzüchtungsverfahren muß zwischen dem Züchten großer Einkristalle („bulk growth“) und dem Aufwachsen epitaktischer Schichten unterschieden werden. Aus den großen Einkristallen werden u.a. dünne Kristallscheiben („wafers“) hergestellt, die für integrierte Schaltungen oder Solarzellen verwendet werden. Daß große Kristalle zur Verfügung stehen, ist ferner für die Herstellung von Hochfrequenzresonatoren, Photodioden, piezoelektrischen Druckaufnehmern (z.B. in Tonabnehmern), pyroelektrischen Detektoren (für die Infrarot-Photographie) und optischen Lasern (z.B. Rubin-Lasern) von Bedeutung.

Immer wichtiger wird die Verwendung von Einkristallscheiben als Substrat für Epitaxialschichten. Die Struktur und die Orientierung dieser Schichten werden von der Struktur und der Orientierung des Substrats bestimmt.

Große Kristalle

Bereits seit Jahrzehnten werden Einkristalle nach dem Czochralski-Verfahren gezüchtet. Dabei wird ein Keim mit der Oberfläche einer Schmelze des Materials, aus dem man den Kristall züchten will, in Berührung gebracht. Danach wird der Keim langsam hochgezogen, wobei man dafür sorgt, daß die Temperatur des wachsenden Keims etwas unter dem Schmelzpunkt des Materials liegt. Unter richtig gewählten Bedingungen wächst der Keim zu einem Einkristall der gewünschten Form und Größe heran. Das Czochral-

ski-Verfahren kann nicht nur bei Elementen, sondern auch bei Verbindungen angewendet werden. In diesem Fall ist es äußerst wichtig, daß die Konzentration aller Stoffe in der Schmelze konstant bleibt. Druck und Zusammensetzung des Gases über der Schmelze können in manchen Fällen so eingestellt werden, daß eine Verdampfung von Komponenten – und damit unerwünschte Konzentrationsänderungen in der Schmelze – verhindert werden können.

Ein anderes, häufig angewendetes Verfahren zum Züchten großer Einkristalle ist das von Bridgman-Stockbarger. Dabei wird eine konisch zulaufende Kapsel mit der Schmelze langsam durch einen Ofen geführt, in dem ein Temperaturgradient herrscht. Bei senkrechter Anordnung ist die Temperatur oben im Ofen etwas höher als der Schmelzpunkt des Materials in der Kapsel; unten im Ofen liegt sie gerade unter dem Schmelzpunkt. Das Kristallwachstum beginnt unten im engen Teil der Kapsel. Im Gegensatz zum Czochralski-Verfahren werden Form und Größe des zu züchtenden Kristalls hier durch Form und Volumen der Kapsel bestimmt. Druck und Zusammensetzung des Gases über der Schmelze sind auch hier wieder wichtig.

Einige Einkristalle von Verbindungen lassen sich nach keinem der beiden genannten Verfahren herstellen. Man kann sie aber aus einer Lösung auskristallisieren lassen, etwa so, wie Kandiskristalle in einer konzentrierten Zuckerlösung entstehen. Als Lösungsmittel kann manchmal Wasser verwendet werden, aber beispielsweise auch geschmolzene Metalloxide. Man spricht dann vom Wachstum aus schmelzflüssiger Lösung.

Bild 1. Riesenkristalle von Gadolinium-Gallium-Granat, gezüchtet nach einem automatisierten Czochralski-Verfahren, das im Philips Forschungslaboratorium Hamburg entwickelt wurde.



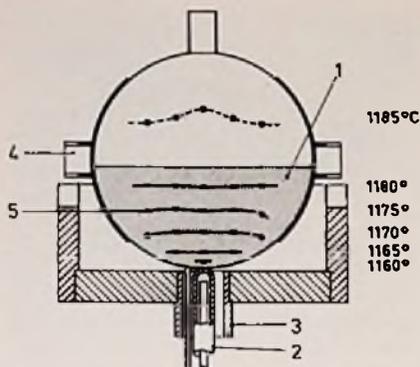


Bild 2. Skizze eines kugelförmigen Tiegels zur Züchtung von YIG-Kristallen aus schmelzflüssiger Lösung, entworfen im Philips Forschungslaboratorium Hamburg.
1 - Schmelze 2 - Kühlfinger
3 - Senkrechte Drehachse
4 - Waagerechte Drehachse
5 - Temperaturverlauf

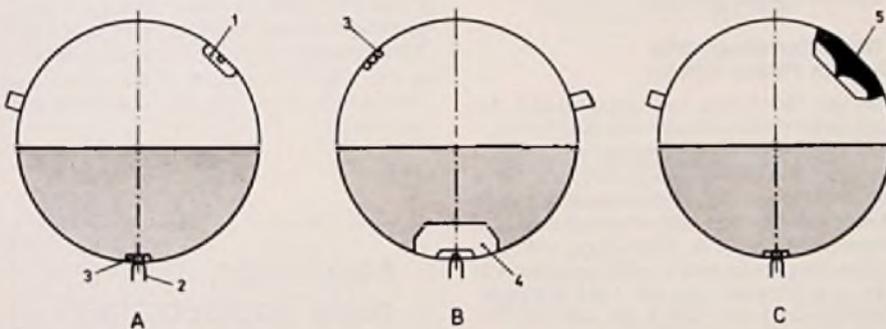
Riesenkristalle

Bisher war es schwierig, von bestimmten Verbindungen mit komplizierter chemischer Zusammensetzung große Kristalle zu erzeugen. Mitarbeitern des Philips Forschungslaboratoriums Hamburg ist es vor kurzem gelungen, das Czochralski-Verfahren so zu vervollkommen, daß Kristalle des Gadolinium-Gallium-Granats mit einem Durchmesser bis zu 65 mm und einem Gewicht bis zu 2,5 kg automatisch gezüchtet werden können. Das Titelbild dieses Heftes zeigt die hierfür entwickelte Anlage. Die Erhitzung erfolgt mit Hilfe eines Hochfrequenzgenerators. Angaben über den Durchmesser und die Länge des wachsenden Kristalls werden über eine Elektrowaage auf den Generator zurückgekoppelt; auf diese Weise wird das Wachstum instrumentell gesteuert. Die so gezüchteten Kristalle (Bild 1) erreichen ein hohes Maß an Perfektion.

Kugelförmiger Kristallisationstiegel

Im Philips Forschungslaboratorium Hamburg wurde eine Spezialanlage entwickelt, die die Herstellung perfekter Einkristalle von Yttrium-Eisen-Granat (YIG) aus schmelzflüssiger Lösung ermöglicht. Solche Kristalle werden in Mikrowellen-Bauelementen verwendet. Wesentlicher Bestandteil der neuen Anlage ist ein kugelförmiger Platintiegel, der sowohl um eine waagerechte als auch um eine senkrechte Achse rotieren kann. Der Tiegel wird teilweise mit einer Lösung des Granats in geschmolzenen Metalloxiden und -fluoriden gefüllt. Unten im Tiegel wird ein Granat-Kristallkeim angebracht, der über die Tiegelwand mit einem luftgekühlten „Kühlfinger“ (Bild 2) in Berührung steht. Durch die Kugelform ist das gewünschte Temperaturprofil in der Schmelze gewährleistet, so daß ein sehr regelmäßiges Kristallwachstum begünstigt wird. Durch Drehen des Tiegels mit verschiedenen Geschwindigkeiten um die senkrechte Achse kann die Abkühlungsgeschwindigkeit nach Belieben beeinflusst werden. Die Drehung um die waagerechte Achse bietet eine zusätzliche Möglichkeit der Wachstumskontrolle, die in Bild 3 erläutert wird: Links ist eine Stellung des Tiegels dargestellt, in der der Keim vom Kühlfinger weggedreht ist. Indem der Tiegel nun um die vertikale Achse gedreht wird, wird die Lösung homogenisiert und soweit abgekühlt, daß sich dort, wo sich der Kühlfinger befindet, spontan kleine Kristalle bilden. Die Lösung ist dann im Gleichgewicht mit der festen Phase. Nun wird der Tiegel wieder vorsichtig um die horizontale Achse gedreht, bis der Keim sich beim Kühlfinger befindet; die spontan gewachsenen Kristalle sind dabei aus der Schmelze herausgedreht worden (Bild 3, Mitte). Durch dieses Vorgehen steht der Keim nun mit seiner Gleichgewichtslösung in Berührung, und bei langsamer Abkühlung findet ein sehr regelmäßiges Kristallwachstum statt. Aufgrund der Kugelform des Tiegels wird der Temperaturverlauf in der Schmelze bei all diesen Schritten möglichst wenig gestört. Schließlich bringt man

Bild 3. Durch die Drehung eines kugelförmigen Kristallisationstiegels erhält man zusätzliche Möglichkeiten der Wachstumskontrolle.
Links: Der Keim (1) ist vom Kühlfinger weggedreht. Die Schmelze wird homogenisiert und mit Hilfe des Kühlfingers (2) abgekühlt, bis sich spontan kleine Kristalle (3) bilden.
Mitte: Ein Kristall (4) wächst, wenn er mit seiner Gleichgewichtslösung in Berührung steht, gleichmäßig; die spontan entstandenen Kristalle (3) wurden aus der Lösung entfernt
Rechts: Der fertige Einkristall wird aus der Lösung herausgedreht



1000-DM-Fensterstuch

Das Werbegeschenk mit der besonderen Note für Auto- oder Stubenfenster

Passen: Vliesstoff, wasserdicht, Größe 46 x 22 cm.
Firmen-Eindruck auf dem linken freien Feld möglich, dies mit lustigem Text. ... immer so viel Geld wünscht Ihnen. ... Firma ...
Preis einschl. Firmen-Eindruck
bei Abnahme von 200 Stk 500 Stk 1000 Stk
per Stück DM ... 52 ... 49 ... 47
Ohne Firmeneindruck auch ab 100 Stk. lieferbar.

RANCA-WERBUNG
2 Hamburg 54
Lokstedter Steindamm 39
Auf. 040 - 5 60 29 01

ACHTUNG! Welches Rundfunk und Fernsehgeschäft

würde sich bei einmaligen Vertriebs-Chancen für den Großhandel interessieren? Alle Angebote werden streng vertraulich behandelt.
Zuschriften erbeten unter FT 0237 an „Funk-Technik“
Postfach 20 19 20, 8000 München 2

Ein Geschäft die Tag 30-70 Posten

kontrollieren, aufgliedern und sichern müssen gibt es nichts besseres, als eine MOGLER-Schreibkassette.
Verlangen Sie Offerte 188 oder Tel.: 07131/53061.
MOGLER-Kassenfabrik, Postfach 2680, D-7100 Heilbronn

für Kfz. Maschinen, Werbung
PVC-Klebeschilder
FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder
BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau
Erlenweg 17, Tel. 080 31/31315-7 19 25

Der Gesamtauflage unserer heutigen Ausgabe liegt ein Prospekt der Firma LOEWE OPTA bei.
Wir empfehlen diese Beilage der Aufmerksamkeit unserer Leser.

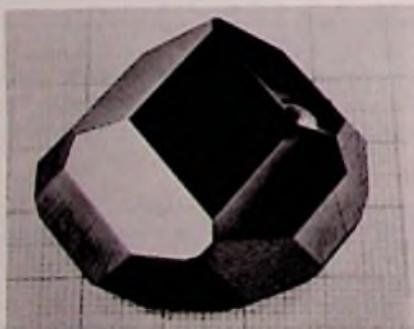


Bild 4: Photo des kugelförmigen Kristallisationsstieglers mit herausgefrästem Segment, auf dem sich der fertige Einkristall befindet.

den Tiegel durch Drehung um die horizontale Achse in die in Bild 3, rechts, dargestellte Stellung. Das Segment, auf dem sich der Einkristall befindet, wird anschließend aus dem Tiegel herausgefräst (Bild 4). Bild 5 zeigt einen nach dem beschriebenen Verfahren gezüchteten Kristall.

Neue Lösung

Im Philips Forschungslaboratorium der North American Philips Corporation in Briarcliff Manor ist es Wissenschaftlern gelungen, Einkristalle aus deuteriertem Triglycin-Fluoroberyllat (DTGFB) nach einem verbesserten Verfahren herzustellen. Solche Kristalle sind pyroelektrisch: Minimale Temperaturunterschiede im Kristall führen zu einer Potentialdifferenz. Durch ihre hohe pyroelektrische Empfindlichkeit eignen sich DTGFB-Kristalle zur Herstellung von Infrarotferngläsern und -kameras. Es hat sich gezeigt, daß die nach dem neuen Verfahren gewonnenen Kristalle den bis jetzt im Handel erhältlichen qualitativ überlegen sind. Das neue Herstellungsverfahren verläuft in drei Schritten. Im ersten Schritt reagiert das Metall Beryllium mit Wasserstofffluorid zu Wasserstofftetrafluoroberyllat, einer Verbindung aus Wasserstoff, Fluor und Beryllium. Im zweiten Schritt reagiert diese Verbindung mit einer Lösung der Aminosäure Glyzin (in Wasser) zu Wasserstofftriglyzin-(tetra-) fluoroberyllat. Im dritten Schritt werden schließlich die Wasserstoffionen der



letzten genannten Verbindung durch Deuterium („schweren Wasserstoff“) ersetzt. Zu diesem Zweck wird diese Verbindung in reinem Deuteriumoxid („schwerem Wasser“) gelöst. Aus dieser Lösung läßt man die Einkristalle wachsen.

Epitaxialschichten

Für die Aufbringung von Epitaxialschichten stehen verschiedene Methoden zur Verfügung.

Die älteste Methode, die zu Anfang der sechziger Jahre entwickelt wurde, ist die Flüssigphasen-Epitaxie (liquid phase epitaxy, LPE). Hierbei wird ein Einkristallsubstrat mit einer Schmelze in Berührung gebracht; auf dem Substrat wächst dann eine einkristalline Schicht. Zusammensetzung und Temperatur der Schmelze müssen genau geregelt werden. Durch Wiederholung des LPE-Prozesses können Epitaxialschichten unterschiedlicher Zusammensetzung übereinander angebracht werden. Das Verfahren wird häufig für die Herstellung von LEDs, Diodenlasern und Magnetblasenschaltung angewendet.

Ein anderes Verfahren ist die Dampfphasen-Epitaxie (vapour phase epitaxy, VPE). Hier wird das Substrat mit einem Dampf in Berührung gebracht. Zusammensetzung und Temperatur des Dampfes bestimmen wiederum das Ergebnis.

Ziemlich neu sind Techniken, bei denen die zu bedeckende Oberfläche mit Hilfe von Spezialapparaturen Molekular- oder Ionenstrahlen ausgesetzt wird.

Wachstumskontrolle mittels Peltier-Effekt

Bei der Herstellung von Diodenlasern zur optischen Kommunikation müssen vier Epitaxialschichten übereinander angebracht werden (Bild 6). Für die Laserwirkung ist es wichtig, daß die Galliumarsenidschicht (GaAs), in der das Licht erzeugt wird, äußerst dünn ist. Die Einstellung der gewünschten Schichtdicke in Abhängigkeit von der Aufwuchszeit und der Abkühlungsgeschwindigkeit des Ofens ist bei üblichen LPE-Techniken schwierig.

Mitarbeiter des bereits genannten amerikanischen Philips Laboratoriums haben ein neues Verfahren zum Herstellen solcher geschichteter Strukturen erfolgreich erprobt. Sie nutzen dabei das Phänomen aus, daß sich die Berührungsfläche zwischen zwei verschiedenen Metallen oder Halbleitern abkühlt, wenn man in der richtigen Richtung einen elektrischen Strom hindurchschickt (Peltier-Effekt). Die Wachstumsgeschwindigkeit jeder einzelnen Epitaxialschicht läßt sich nun mit Hilfe dieses Effektes durch die Stromstärke genau einstellen.

Ionenstrahl-Epitaxie bei Zimmertemperatur

Im Philips Forschungslaboratorium in Eindhoven wurde gezeigt, daß Ionenstrahlen geringer Geschwindigkeit ein fortschrittliches Hilfsmittel zur Aufbringung epitaktischer Schichten bilden. Die neue Methode hat ei-

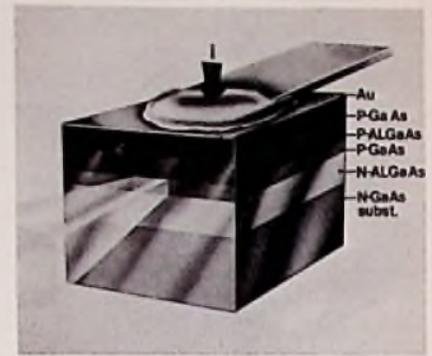


Bild 6. Schematische Darstellung eines Diodenlasers. Für die Laserwirkung ist es unerlässlich, daß die Galliumarsenidschicht äußerst dünn ist

nige Vorteile gegenüber konventionellen Epitaxieprozessen. Erstens kann der Materialstrom (der Ionenstrahl) zur Substratoberfläche elektrisch genau gemessen und eingestellt werden. Außerdem ist die Geschwindigkeit, mit der die Ionen auf das Substrat treffen, bekannt und kann beliebig verändert werden.

Dadurch wird es möglich, epitaktisches Wachstum sogar bei Zimmertemperatur stattfinden zu lassen. Die Geschwindigkeit, mit der die Ionen auf die Substratoberfläche treffen, wird dann so gewählt, daß die ankommenden Ionen gerade genügend Energie haben, sich an die Oberfläche zu binden, ohne tiefer in das Substrat einzudringen. Mit diesem neuen Verfahren wurde beispielsweise eine epitaktische Silberschicht bei Zimmertemperatur auf ein Siliziumsubstrat aufgebracht. □

Meldungen über neue Bauelemente

Bewegungsmelder. Valvo stellt Bewegungsmelder vor, die mit den Frequenzen 9,35 GHz, 9,47 GHz oder 13,55 GHz arbeiten. Allen Baugruppen gemeinsam ist die planare Sende- und Empfangsantennenstruktur mit einem Gewinn von 8 dB bis 9 dB. Die maximalen Reichweiten betragen 15 m und sind teilweise einstellbar. Einige Typen haben bereits eine integrierte Signalauswertung, mit der eine hohe Sicherheit gegen Fehlalarm erreicht wird.

Triacs. Gate-Einschaltströme von 3 mA bis 25 mA benötigen die Triac-Serien T 2320, T 2322, T 2323 und T 2327 der RCA GmbH. Jede Serie umfaßt 6 Ausführungen mit Sperrspannungswerten von 50 V bis 500 V, und Strömen von 2,5 A effektiv. Gehäuse: JEDEC TO-202 AB

Triacs. Mit der Serie T 2851 stellt die RCA GmbH vier 8 A Triacs vor. Die periodische Spitzenspannung darf zwischen 200 V und 500 V betragen. Die Triacs werden in einem elektrisch neutralen ISO-Watt-Gehäuse geliefert.

IC-Fassungen. Die Fischer Metroplast GmbH, 5880 Lüdenscheid, stellt IC-Fassungen vor, die ohne jeden Kraftaufwand zu bestücken sind. Das wird mit einer in der Fassung eingebauten Achse erreicht, die nach dem Einsatz des ICs gedreht wird und dabei die Kontakte schließt. Lieferbar sind 22-, 40- und 48polige Ausführungen, die auch für IC-Tester oder bruchempfindliche IC-Anschlüsse gut geeignet sind.

Optokoppler. Monsanto (Vertrieb: Alfred Neye Enatechnik GmbH) bringt unter der Bezeichnung MCC 670 und MCC 671 eine Optokoppler-Familie in Dioden-Split-Darlingtonschaltung auf den Markt. Der Koppelkoeffizient kann abhängig vom Durchlaßstrom der Emitterdiode bis auf 900% steigen. Die Schaltung hat ein 8poliges Mini-DIP-Gehäuse und läßt maximal 60 mA Ausgangsstrom zu.

Darlington-Leistungstransistoren. Mit den 10-A-PNP-Darlingtonen 2 N 6666, 2 N 6667 und 2 N 6668 bringt RCA die Komplementärausführungen für die Transistoren 2 N 6386, 2 N 6387 und 2 N 6388 auf den Markt.

CMOS-Timer. Von Intersil (Vertrieb: Spezial-Elektronik KG, 8 München) sind jetzt CMOS-Versionen der Timer NE 555 und NE 556 lieferbar. Daten: Versorgungsstrom 80 μ A. Eingangsstrom 20 pA. Maximale Frequenz 500 kHz. Betriebsspannung 2 V bis 18 V. Temperaturstabilität 0,005% je Grad.

Mehrfarbige LED-Indikatorlampen. Die Oxley Development Company (Vertrieb: Microscan GmbH, 2000 Hamburg) stellt kleine Indikatorlampen vor, die in einem Gehäuse bis zu 3 Stück verschiedenfarbige LEDs enthalten. Die Montage der 5 mm, 6,5 mm oder 9 mm durchmessenden Lämpchen erfolgt durch Eindringen in eine PTFE-Buchse.

Rechteckige LED. Die Alfred Neye Enatechnik GmbH nimmt mit dem Typ MV 52124 eine grüne, leuchtstarke, nur nach oben abstrahlende Leuchtdiode der Firma Monsanto in das Vertriebs-Programm auf. Da ein „Überstrahlen“ auf angrenzende LEDs nicht stattfindet, eignet sich dieser Typ besonders gut für Leuchtdiodenzeilen.

Leuchtdioden. Dreieckige, quadratische, zylindrisch abgesetzte und rechteckige Leuchtdioden bietet die Firma Sharp an (Vertrieb: Actron 8000 München). Rote und grüne Ausführungen sind mit Lichtstärken zwischen 0,3 mcd und 0,8 mcd erhältlich. Anwendung: Die dreieckigen und rechteckigen Typen lassen sich beispielsweise zu Richtungspeilen kombinieren.

Bildverstärkerröhren. Die invertierende Bildverstärkertriode 25 XX von Valvo verstärkt auf die Fotokatode einfallendes Licht um das 1500fache. Bei einer Auflösung von mehr als 20 lp/mm (lp – Linienpaare) können insgesamt 2000 lp erfaßt werden. Anwendungsgebiete: Verkehrs- und Tierbeobachtung, Hochgeschwindigkeits-Photographie und astronomische oder biologische Studien. Für Nachtsichtbrillen eignet sich die Röhre XX 1410, die nur 30 mm lang ist, eine eigene Stromversorgung enthält und zwischen 7500- und 15000fach verstärkt.

Doppelgate MOS-FET. Mit einer Rauschzahl von nur 2 dB, und einer Leistungsverstärkung von 20 dB bei 200 MHz, ist der Doppelgate MOS-FET BF 900 von Motorola sehr gut für FM-Tuner geeignet. Die Steilheit der BF 900 läßt sich an einem Gate über eine Gleichspannung steuern. Automatische Schwundregelung ist damit möglich. Vor statischer Aufladung sind beide Gateelektroden mit Ableitdioden geschützt.

Kurzberichte über neue Bauelemente

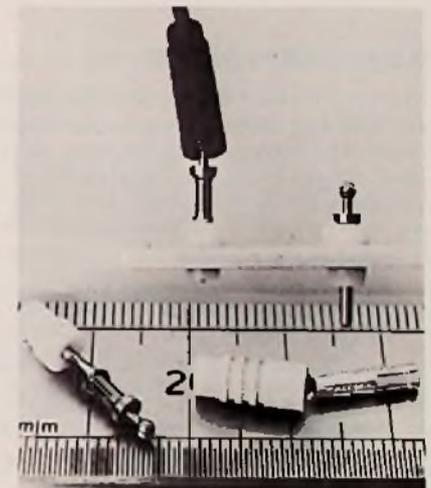
Vierfach- Operationsverstärker

Mit dem Schaltkreis TCA 3002 stellt Motorola einen Vierfach-Operationsverstärker vor, dessen Verlustleistung einstellbar ist. Obwohl alle 4 Verstärker auf dem Chip voneinander unabhängig arbeiten, kann die gesamte Stromaufnahme mit nur einem externen Widerstand oder einer externen Stromquelle gesteuert werden. Damit vermag der Anwender die elektrischen Eigenschaften des Bausteins nach seinen Wünschen zu ändern. Stromverbrauch sowie das Produkt aus Verstärkung und Bandbreite sind dem Steuerstrom proportional, der mit dem Widerstand oder der Stromquelle eingestellt wurde. Wird eine umsteuerbare Stromquelle verwendet, so eignen sich die Verstärker sehr gut für die Verwendung in sprachgesteuerten Geräten. In den Wartezeiten (Standby) läßt sich nämlich die Stromaufnahme senken, indem man das Produkt aus Verstärkung und Bandbreite verkleinert. Der Energieverbrauch solcher Geräte kann damit erheblich herabgesetzt werden. Aufgrund seiner Daten ergeben sich für den IC weitere Anwendungen in Meßgeräten oder aktiven Filtern. Die Gehäuse-Bauformen sind 16polige DIP- oder Keramikausfüh-

runge. Wichtige Daten: Interne Frequenzkompensation, Produkt aus Verstärkung und Bandbreite 3,5 MHz, Versorgungsspannung ± 18 V, Differenz der Eingangsspannungen ± 30 V, Gleichaktunterdrückung 110 dB, Übersprechdämpfung ($f = 10$ kHz) 105 dB

Kugelgelenk- Steckverbinder

Die Oxley Development Company, (Vertrieb: Microscan GmbH, 2000 Hamburg) löst mit Kugelgelenk-Steckverbindern vom Typ Snaplox das Problem des starren Übergangs von Kabeln auf die Leiterplatte und auf das Chassis. Ein fest montierter Steckerstift trägt dazu an seiner Spitze eine kleine Kugel, um die das Gegenstück mit dem Kabel rotieren kann. Der Neigungswinkel zwischen Stift und Gegenstück darf dabei maximal 30° betragen. Die Palladinierung der Kugel und der versilberte Gegenkontakt ergeben trotz beweglicher Verbin-



PO 180 Kugelgelenk-Steckverbinder (Oxley Development Company)

den einen Übergangswiderstand von nur 2 m Ω . Die Kugelstifte lassen sich unmittelbar (Bohrungsdurchmesser 0,81 mm bis 0,92 mm) oder mit PTFE-Isolierung (Bohrungsdurchmesser 3,95 mm bis 4,05 mm) in die Leiterplatte eindringen, wobei neben der herkömmlichen Verdrahtung auch Wirewrap möglich ist. Die Verbinder sind für Ströme bis zu 7 A bemessen und vertragen Betriebstemperaturen zwischen -55 °C und +125 °C. Die Kraft, die bei axialem Zug die Verbindung trennt, ist mit 20 kN angegeben. Für die gewollte Trennung bedarf es der seitlichen Verkantung mit einem Drehmoment von 2 Ncm.

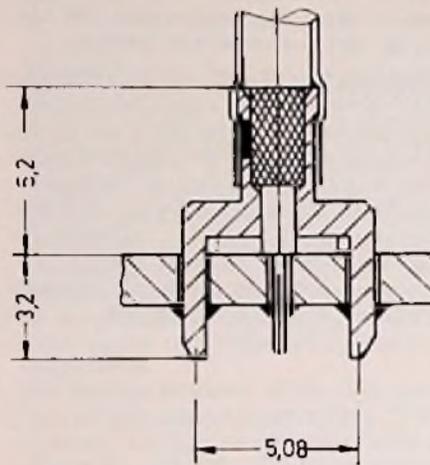
Preiswerte Siebensegment-Anzeige

Litronix vertreibt über die Spezial-Electronic KG Hannover/München eine Serie numerischer Siebensegment-Anzeigen, die 30% bis 40% billiger sind als die gegenwärtig erhältlichen konventionellen Ausführungen. Die 1 1/2- oder 2stelligen Anzeigen der Serie DL-500 haben eine Ziffernhöhe von 12,5 mm und benötigen 5 V Versorgungsspannung. Jeder Modul enthält rechts von der Ziffer einen Dezimalpunkt; die 1 1/2stellige Version noch zusätzlich eine Polaritätsanzeige. Erhältlich sind Ausführungen mit gemeinsamer Anode oder Katode. Zur Kontrastverbesserung sind die Displays, die sich zu mehrstelligen Anzeigen zusammenfügen lassen, mit einer roten, durchscheinenden Abdeckung versehen. Die Moduln sind die ersten Ausführungen, die unter Verwendung des Printplatten-Montageverfahrens, kombiniert mit einer Kapselung der einzelnen Ziffern, hergestellt wurden. Diese Methode hat eine nahezu hundertprozentige Produktionsausbeute zur Folge und ermöglicht so die beträchtliche Preissenkung.

Koaxialübergänge

Einen mechanisch stabilen und elektrisch einwandfreien Koaxialübergang von gedruckten Schaltungen auf Koaxialkabel stellt die Comtronic GmbH, München her. Mit 10 verschiedenen Ausführungen konnten die

nachfolgend genannten Bedingungen erfüllt werden. HF-dichte Version oder Einlötmuffe, Kabeldurchmesser 2 mm oder 3 mm, parallel oder rechtwinklig zur Platinenoberfläche abgehender Kabelanschluß, Dicke der Leiterplatten 1,6 mm bis 2,4 mm. Die Anschlüsse der Bauteile sind für die Raster 2,54 mm und 5,08 mm bemessen. Für das



Koaxialübergang (Comtronic)

Gehäuse wird vergoldetes Messing verwendet; das Isoliermaterial ist Teflon. Der Betriebstemperatur-Bereich ist mit -40 °C und +150 °C angegeben.

Terminkalender für Fachveranstaltungen

30.10. – 03.11.1978

Amsterdam

Fiarex '78 – Elektronik-Fachmesse
Auskünfte: R.A.I. Gebouw N.V., Europalein 8, NL-Amsterdam

08.11. – 10.11.1978

München

electronica-Fachsitzen
Auskünfte: Internationales Elektronik-Zentrum bei der MMG, Postfach 121009, 8000 München 12

09.11. – 15.11.1978

München

electronica '78 – Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik

Auskünfte: Münchener Messe- und Ausstellungs-GmbH, Postfach 121009, 8000 München 12

13.11. – 15.11.1978

München

8. Internationaler Kongreß Mikroelektronik
Auskünfte: Internationales Elektronik-Zentrum bei der MMG, Postfach 121009, 8000 München 12

22.01. – 27.01.1979

Paris

Fachtagung Anwendungsbeispiele der AV-Technik

Auskünfte: SDSA, 20 rue Hamelin, F-75116 Paris

Verlag und Herausgeber

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH & Co.
Fachliteratur KG, München und Heidelberg

Verlagsanschriften:

Lazarettstraße 4 8000 München 19 Tel. (0 89) 18 60 51 Telex 5 29 408	Wilckensstraße 3-5 6900 Heidelberg 1 Tel. (0 62 21) 4 89-1 Telex 4 61 727
---	--

Gesellschafter:

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH, München,
(Komplementär).
Hüthig GmbH & Co. Verlags-KG,
Heidelberg.
Richard Pflaum Verlag KG, München,
Beda Bohinger, München

Verlagsleitung:

Ing. Peter Eiblmayr, München,
Dipl.-Kfm. Holger Hüthig, Heidelberg.

Koordinatlon:

Fritz Winzinger

Verlagskonten:

PSchK München 8201-800
Deutsche Bank Heidelberg 01/94 100
(BLZ 672 700 03)

Druck

Richard Pflaum Verlag KG
Lazarettstraße 4
8000 München 19
Telefon (0 89) 18 60 51
Telex 5 29 408

**FUNK
TECHNIK**

Fachzeitschrift für
die gesamte Unterhaltungselektronik

Erscheinungsweise: Zweimal monatlich.
Die Ausgabe „ZV“ enthält die regelmäßige
Verlegerbeilage „ZVEH-Information“.
Vereinigt mit „Rundfunk-Fernseh-
Großhandel“

Redaktion

Chefredakteur:
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

Redakteure:

Josef Barfuß, Curt Rint, Margot Sandweg

Redaktion Funk-Technik

Lazarettstraße 4
8000 München 19
Telefon (0 89) 18 60 51
Telex 5 29 408 pflvl

Außenredaktion Funk-Technik

Redaktionsbüro W. + M. Sandweg
Welherfeld 14
8131 Aufkirchen über Starnberg
Telefon (0 81 51) 56 69

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

Anzeigen

Anzeigenleiter:
Walter Sauerbrey

Hüthig & Pflaum Verlag
Anzeigenabteilung „Funk-Technik“
Postfach 20 19 20
8000 München 2
Telefon (0 89) 18 60 51
Telex 5 216 075 pfla

Paketanschrift:
Lazarettstraße 4
8000 München 19

Gültige Anzeigenpreislste
Nr. 11 vom 1. 9. 1977



Vertrieb

Vertriebsleiter:
Peter Bornscheuer
Hüthig & Pflaum Verlag
Vertriebsabteilung
Wilckensstraße 3-5
6900 Heidelberg 1
Telefon (0 62 21) 4 89-1
Telex 4 61 727

Bezugspreis zuzüglich Versandkosten:
Jahresabonnement 80,- DM (Im Inland
sind 6% Mehrwertsteuer eingeschlossen)
Einzelheft 3,50 DM
Kündigungsfrist:
Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland:
Bezugsjahr)
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine
Nachlieferung oder Erstattung.

Der HiFi-Lautsprecher

vom Spezialisten

Manipulation durch Messen (Ausstellungen)

„Da strömen sie in Scharen hin und lassen sich durch die große Show verblüffen. Durch Spotlights, durch Lärm und durch Drinks.

Und mit der lärmenden Show wird Bewährtes zu Schrottwert, wird ein Prachtstück zum Oldtimer, wandert HiFi auf den Flohmarkt. Veraltet. Ausverkauf. Restposten.

So zu erleben im jährlichen Turnus der Messeschlachten um die Gunst des Verbrauchers.

Die „Unart“ von Messegesellschaften, immer neue Messen zu kreieren, um die Hallen zu amortisieren, interessiert hier ebensowenig wie der Personenkult und die Imagepflege einiger Institutionen und Verbände anlässlich solcher Ausstellungen.

Was interessiert, sind Fakten der Musik und ihrer bestmöglichen Wiedergabe, wie sie High-Fidelity propagiert.

– Es ist ein Unding, daß die seriöse Beratung des Fachhandels von heute, morgen als Böswilligkeit ausgelegt wird – wegen zu erwartender Neuheiten.

– Es ist ein Unding, daß die Industrie zu über-

stürzten und daher problematischen Entwicklungen gezwungen wird.

– Es ist ein Unding, daß Glanzlichter der High-Fidelity von heute zum Schrott von morgen zählen.

Wirkliche Neuheiten entstehen nicht im Zugzwang einer Messe. Wirkliche Neuheiten präsentieren sich selten, aber nicht nach Terminplan.

Wir wollen hier nicht unterstellen, daß man anlässlich einer Ausstellung der Unterhaltungselektronik nichts Neues zu erwarten hat. Wir bedauern nur aufs äußerste, daß mit Neuheiten der Begriff High-Fidelity zur Börse der Spekulanten wird. Obwohl niemand ihn zu konkretisieren versteht.

Gehen Sie hin und schauen und hören Sie. Vergleichen Sie Pipifax '77 und Pipifax '78 kritisch, und wundern Sie sich nicht, wenn der Drehknopf einem Schieberegler und die Loudnesstaste einer „Intimtaste“ gewichen ist. Weil's germanischer klingt. „

In der nächsten Summit-Information erfahren Sie etwas über die „Saisonmanipulation“

High-Fidelity – klarer sehen – besser verstehen – optimal hören. Durch SUMMIT.

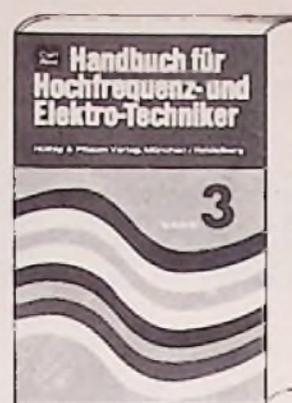
SUMMIT-Gesamtkatalog (Schutzgeb. DM 3,-)
HiFi-Broschüre „Das Letzte über HiFi“ (Schutzgeb. DM 5,-)
Bitte anfordern!

SUMMIT
heißt Spitze
SUMMIT
das ist Musik

Summit

Subskriptionsangebot bis 31.10.1978

Nur DM 135,— statt später ca. DM 174,—



Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Das universelle Nachschlagewerk für Studium und Praxis in völlig neuer Konzeption

Band 1

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

752 Seiten mit 464 Bildern und Tabellen
Kunststoffeinband DM 54,80
ISBN 3-8101-0042-0

Tabellen, Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik/Elektronik, Werkstoffe und Passive Bauelemente sind die fünf Hauptabschnitte des neugestalteten ersten Bandes. Bei der Bearbeitung wurde wieder besonderer Wert darauf gelegt, daß die wesentlichen Begriffe und Beziehungen übersichtlich und systematisch herausgestellt, versehen mit technischen Daten, Tabellen, Diagrammen und Zeichnungen dargestellt werden, damit das Gelesene sofort in der Praxis und im Studium angewendet werden kann. Der Schwerpunkt liegt stets auf der genauen Formulierung der behandelten Begriffe, der wichtigen Naturgesetze und der exakten Erläuterung der Bauelemente

Bereits erschienen

Band 2

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

Ca. 750 Seiten
Kunststoffeinband DM 58,80
ISBN 3-8101-0043-9

Der zweite Band, für den die gleichen Prinzipien wie für den ersten Band gelten, gliedert sich in vier Hauptgruppen, und zwar Tabellen, Mathematik, Grundlagen und HF-Meßtechnik. Die mathematischen Grundlagen werden für die immer komplexer werdenden Techniken, wie z. B. Fernsehen (Farbfernsehen), Satellitenfunk, Halbleiterphysik – um nur einige Gebiete aufzuzählen – immer wichtiger. Gediegene Kenntnisse der Höheren Mathematik sind daher notwendig. Auch der wesentliche Informations- und Wissensstoff der Grundlagen erweitert sich stets. Auf

diese neuen Fachgebiete wird in diesem Band ganz besonders ausführlich eingegangen. Das „Wissen um das Messen“ ist ebenfalls eine Grundbedingung für ein erfolgreiches Arbeiten. In dem ausführlichen Beitrag „HF-Meßtechnik“ werden die notwendigen Meßtechniken ausführlich erklärt.

Bereits erschienen

Band 3

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

Ca. 750 Seiten.
Kunststoffeinband ca. DM 60,—
ISBN 3-8101-0044-7

Dieser Band ist den Halbleiter-Bauelementen und Bausteinen sowie den Vakuum-Bauelementen gewidmet. Sehr ausführlich werden die Halbleiter-Optoelektronik und der Quarz in der HF-Technik behandelt. Ein sehr umfangreicher Abschnitt behandelt das Fernsehen (Farbfernsehen) von den physikalischen Grundlagen, der Normung, den Aufnahme- und Wiedergabegeräten bis hin zur Studioteknik.

Erscheint voraussichtlich im Nov. 78

Fordern Sie bitte unseren ausführlichen Prospekt an.

Vom Subskriptionsangebot ausgeschlossen sind:

Band 7

1964. 755 Seiten mit 538 Abb. und 46 Tab., Leinen DM 30,50
ISBN 3-8101-0007-2

Band 8

1969. 755 Seiten mit 537 Abb. und 48 Tab., Leinen DM 30,50
ISBN 3-8101-0008-0

Der Subskriptionspreis für die Bände 1–3, die in völlig neuer Konzeption erscheinen, beträgt bis 31.10.1978 DM 135,— zuzüglich Versandkosten. Danach beträgt der Ladenpreis für die 3 Bände ca. DM 174,— zuzüglich Versandkosten.

Bestellcoupon

Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Ich/Wir bestellen aus dem Hühlig & Pflaum Verlag, Lazarettstraße 4, 8000 München 19

_____ Bände 1–3 zum Subskriptionspreis von DM 135,—

Von den lieferbaren Titeln der Handbuchreihe

_____ Ex. Band 7, DM 30,50

_____ Ex. Band 8, DM 30,50

Name _____

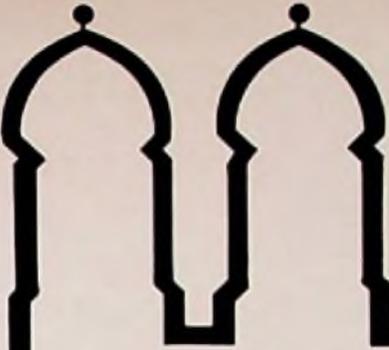
Straße _____

Ort _____

Unterschrift _____

Geben Sie diesen Bestellcoupon bitte Ihrer Buchhandlung.

Hühlig & Pflaum Verlag · München/Heidelberg



1. Preis: Ein Wochenende in München

Großes Testspiel für den Elektro-Praktiker

bei den
FACHBERATERTAGEN · Karlsruhe
und auf der
ELEKTROTECHNIK '78 · Dortmund

FACHBERATERTAGE
ELEKTROTECHNIK
3. – 5. Oktober 1978
Karlsruhe, Schwarzwaldhalle
Stand im Foyer

ELEKTROTECHNIK '78
18. – 21. Oktober 1978
Dortmund
Messegelände Westfalenhalle
Halle 4, Stand 4152

... und weitere 299 wertvolle Preise

sind beim großen Testspiel für Elektro- und Elektronik-Praktiker zu gewinnen. Bei diesem Testspiel sind bis zu 20 Fragen durch Knopfdruck und Schalterstellung auf der elektronischen Testtafel zu beantworten; jeder Elektropraktiker kann sein Wissen und seinen Ausbildungsstand testen.

**Kein 'Könner' geht leer aus, neben dem 1. Preis
Ein Wochenende in München**

- Anreise Freitag/Rückreise Sonntag im TEE Trans-Europa-Express, Übernachtung, Taschengeld, Möglichkeit des Besuches der Fachmesse ELECTRONICA u.v.a. alles inclusive – (die Auslosung findet unter Ausschluß der Öffentlichkeit statt, die Gewinner werden im „de“ bekanntgegeben)

gibt es noch weitere 299 wertvolle Sachpreise, Fachbücher, Fachzeitschriften-Abonnements und Trostpreise zu gewinnen.

Kommen auch Sie auf unseren Messestand in Karlsruhe und Dortmund und gewinnen Sie. Bereits heute drücken wir allen Testaspiranten – egal ob Meister, Geselle oder Auszubildender – die Daumen zum großen Testspiel.

HÜTHIG & PFLAUM
Partner der
Elektrohandwerke
München · Heidelberg
VERLAG

Hita

Mickan, G.

Z L 15933

MWI 78



...mit dem Dynaharmony-Prinzip und einer neuen Generation von Verstärkern.

Bieten Sie Ihren Kunden Ideenfülle und Pioniertum der Hitachi-Ingenieure.

Erweitern Sie Ihr Angebot um die Super-Verstärker-Kombination HMA-8300/HCA-8300 mit Dynaharmony.

HMA-8300 Dynaharmony Super-Verstärker

Zwei Verstärker in einem Gerät:

Bei durchschnittlichen Musikpegeln arbeitet ein Normalverstärker. Bei hohen Spitzenpegeln schaltet sich vollautomatisch

der Spitzenverstärker dazu. Mit 2 x 200 W Sinus und einer Musikleistung von 2 x 400 W! Und das bei einem Nahezu-gleich-Null-Klirrfaktor von 0,1% und einem Frequenzbereich von 5-80.000 Hz!

HCA-8300 Vorverstärker

Die Ergänzung des Superverstärkers mit Hinterbandkontrolle, Tonbandkopierschalter, 3 Verstärkungsregler, gehörrichtige Lautstärkekorrektur und Extra-Klangregler für Kopfhörer.

 **HITACHI – mehr Spaß an der Technik**

Informieren Sie sich bei: Hitachi Sales Europa GmbH

Mitglied des dhifi · Kleine Bahnstraße 8 · 2000 Hamburg 54 · Hitachi Sales Warenhandels-Gesellschaft m.b.H. · Kreuzgasse 27 · 1180 Wien