

# Accuphase

## SYMMETRISCHER KLASSE A STEREO-LEISTUNGSVERSTÄRKER

# P-102

- Leistungsendstufe mit Parallel-Gegentaktschaltungen der Betriebsklasse A
- Kapazität zum Treiben von niedrigimpedanten Lautsprechern
- Aufbau aus zwei getrennten Mono-Zwillingsverstärkern
- Symmetrische Eingangsschaltungen





# GEGENTAKTSCHALTUNGEN IN ALLEN STUFEN UND AUSSCHLIEßLICHE LEISTUNGSENDSTUFE MIT GEGENTAKTSCHALTUNGEN DER BETRIEBSKLASSE A UND TREIBT AUCH MÜHELOS LAUTSPRECHER MIT NIEDRIGER

Der Accuphase Leistungsverstärker P-102 ist optimal auf die Anforderungen der hochwertigen Programmquellen unserer Zeit ausgelegt.

Die symmetrische Schaltanordnung und der Einsatz von zwei jeweils in Gegentaktschaltungen angeordneten Mono-Verstärkerzügen pro Kanal, die über eine Brückenschaltung miteinander verbunden sind, d. h. von insgesamt 4 Verstärkern garantieren eine saubere signalgetreue Verstärkung und großzügige Leistungsreserven.

Die im P-102 zur Anwendung kommende, symmetrische Signalübertragung bewirkt eine verzerrungs- und rauschfreie Signalübertragung, da das Spannungspotential der Masseleitung stets Null beträgt und daher externe Interferenz ausgeschlossen ist. Die Leistungsstufe des Verstärkers arbeitet stets im linearen Bereich, da alle Schaltungen durchweg in Betriebsklasse A gehalten sind. Schaltverzerrungen sind vollkommen eliminiert und die Stromversorgung bleibt auch bei höchsten Anforderungen stets konstant, was einem Netzteil mit unendlicher Kapazität entspricht. Auf Grund des reinen Mono-Aufbaus mit separaten Netzteilen für linken und rechten Verstärkerzug, d. h. linken und rechten Kanal sind Übersprechverzerrungen ausgeschlossen. Beim Entwurf des P-102 stand das Spitzenmodell P-500 Pate. Der P-102 weist wie sein großer Bruder große, leicht ablesbare Pegelanzeigen hinter

dicken Glasscheiben und Bedienungselemente hinter einer Subkonsole auf. Damit entstand ein Verstärker von simpler Eleganz.

Wenn der P-102 mit dem Vorverstärker C-202 kombiniert wird, läßt sich ein System mit vollkommen symmetrischer Signalübertragung schaffen. Dadurch kann eine optimale Wiedergabequalität erzielt werden, die den Anforderungen von wirklich akkuraten Programmquellen voll entspricht und den Musikgenuß auf völlig neue Ebenen hebt.



# 1

## VOLLKOMMEN SYMMETRISCH AUSGELEGTER LEISTUNGSVERSTÄRKER MIT ZWEI IN GEGENTAKTSCHALTUNGEN ANGEORDNETEN ENDSTUFEN, DIE ÜBER EINE BRÜCKENSCHALTUNG MITEINANDER VERBUNDEN SIND.

Zur Signalübertragung in Audiosystemen stehen zwei grundsätzliche Methoden zur Wahl: die in Abb. 1-(a) gezeigte unsymmetrische Signalübertragung und die symmetrische Signalübertragung, wie in Abb. 1-(b) dargestellt. Bei Heimanlagen werden zumeist simple unsymmetrische Leitungen verwendet, die allerdings Klangeinbußen mit sich bringen. Da dabei die Masseleitung den Signalstrom führt, kommt es aufgrund der gemeinsamen Masse oft zu Interferenzen mit den Gleichstromimpulsen der Transformatoren. Außerdem kann es bei dieser Leitungsanordnung zu Rauschen aufgrund von Außeneinflüssen kommen. Die aufwendigere symmetrische Anordnung erfordert zwei getrennte Leitungen, die jeweils den positiven und negativen Signalanteil mit genau entgegengesetzten Phasen getrennt übertragen. Der große Vorteil dieses Prinzips ist nicht nur die Eliminierung von Leitungsrauschen sondern auch von Verzerrungen, die im Verstärker entstanden sind. Diese Eliminierung findet in der Ausgangsstufe statt und es resultiert ein reines, unverfälschtes Signal, weshalb das symmetrische Prinzip ideale Bedingungen bietet. Der Accuphase P-102 bedient sich vom Eingang bis zum Ausgang ausschließlich symmetrischer Signalleitungen, um eine saubere signalgetreue Verstärkung und eine Leistung ohne Abstriche zu gewährleisten.

Die Schaltanordnung des P-102 ist in Abb. 2 dargestellt. Die obere und untere Hälfte zeigen jeweils zwei identische, parallel angeordnete Verstärker, einer für die positive und einer für die negative Phase des Eingangssignals. Das Ausgangssignal resultiert aus der Kombination dreier Signale dieser beiden Verstärkerzüge. Daher durchläuft das den Lautsprechern zugeführte Signal nicht die Masseleitung. Die Brückenschaltung bietet einen weiteren Vorteil: minimale Verzerrungen, die während der Verstärkung entstehen, werden eliminiert, wenn das Signal

die Lautsprecherlast passiert. Damit ist eine überragende Signalreinheit gewährleistet.

# 2

## PARALLEL-GEGENTAKTSCHALTUNGEN DER BETRIEBSKLASSE A MACHEN SCHLUSS MIT SCHALTVERLUSTEN. GROSSZÜGIGE LEISTUNGSRESERVEN BEI 50 WATT PRO KANAL AN 8 OHM BOXEM UND 70 WATT BEI 2 OHM BOXEN. TREIBERSTUFE MIT IDEALEN MOS-FELDEFFEKT-TRANSISTOREN

Ein anderes wichtiges Merkmal des P-102 ist der kompromißlose Einsatz von Schaltungen der Betriebsklasse A. Dieses Prinzip wird nicht nur für die Eingangskreise, sondern für alle Schaltungen bis hin zur leistungsstarken Endstufe verwendet. Durch die vollkommene Abwesenheit von Übernahmeverzerrungen und Schaltverlusten bleiben auch die feinsten Nuancen erhalten, wodurch eine unglaublich detaillierte Wiedergabe resultiert. In der Endstufe arbeiten insgesamt 8 in Parallel-Gegentaktschaltungen angeordnete Breitband-Leistungstransistoren mit einer jeweiligen Verlustleistung von 80 W. Damit besitzt jeder der beiden Mono-Verstärkerzüge eine Leistungskapazität von 320 Watt. Diese enorme Kapazität für eine Mono-Stufe, die ja nur die Hälfte der Nennausgangsleistung von 50 W, d. h. nur 25 Watt erbringen muß, erfüllt natürlich selbst die höchsten Dynamikanforderungen. Daher können die Lautsprecher selbst unter den schwierigsten Betriebsbedingungen mühelos getrieben werden. Auf Grund dieser Reserven ist selbst bei einer Ausgangsleistung von 2 Ohm ein stabiler Betrieb mit einer Ausgangsleistung von 70 Watt pro Kanal kein Problem. Um diese Art von Leistung zu ermöglichen, spielt der Aufbau der Treiberstufe, die ja die zur Ansteuerung der Leistungsstufe benötigte Leistung aufbringen muß, eine wichtige Rolle. Sie muß eine niedrige Ausgangsimpedanz aufweisen und eine hohe Hubspannung liefern. Dies wiederum erfordert die Verwendung von qualitativ hochwertigen Leistungstransistoren, die hohen Spannungen standhalten können. Im P-102 kommt die von Accuphase entwickelte Treiberstufe mit MOS-Feldeffekt-

transistoren zum Einsatz, die eine hochwertige Signalspannung ohne jegliche Schaltverzerrungen an die Leistungsstufe abgibt.

# 3

## DIFFERENTIELLE EINGANGSSTUFE MIT KASKODE-GEGENTAKTSCHALTUNGEN BEWIRKT ÜBERLEGENE AUFLÖSUNG AUCH BEI NIEDRIGEN LAUTSTÄRKEN UND STABILE WIEDERBEGE DES HOCHFREQUENZBEREICHES.

Um die Leistungsfähigkeit der symmetrischen Endstufenschaltungen in Betriebsklasse A voll nutzen zu können, muß die Eingangsstufe natürlich höchsten Qualitätsanforderungen genügen. Aus diesem Grund sind die Eingangsstufen aller Accuphase Leistungsverstärker mit gegentaktgeschalteten Kaskode-Differenzverstärkern der Betriebsklasse A ausgerüstet. Wie aus dem Schaltplan ersichtlich sind die Transistoren Q1a und Q5, Q2a sowie Q6, Q1b und Q13, Q2b und Q14 des oberen Verstärkerzugs in einer Kaskodenschaltung mit Kathodenkopplung angeordnet (der untere Verstärkerzug arbeitet mit dem gleichen Prinzip).

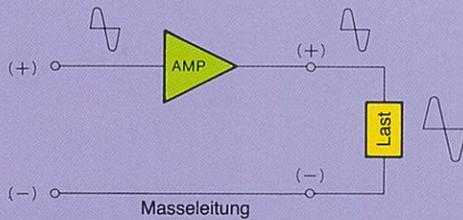
Die Kaskode-Anordnung von Schaltungen wurde speziell für die Verstärkung von Hochfrequenzsignalen entwickelt und gewährleistet höchste Signalstabilität über einen weiten Bereich. Damit wird ein überragende Eingangslinearität über einen weiten Dynamikbereich erzielt.

# 4

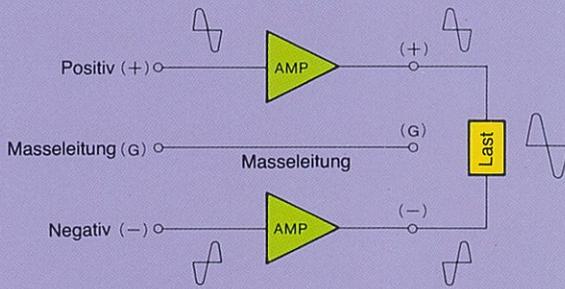
## DOPPEL-MONOBRÜCKE AUS ZWEI MONO-VERSTÄRKERZÜGEN MIT VOLLSTÄNDIG GETRENNTEN NETZTEILEN FÜR LINKEN UND RECHTEN KANAL

Bei Verstärkern der Betriebsklasse A ist auf Grund des notwendigen Ruhestroms der vom Netzteil gelieferte Strom fast konstant (außer bei Geräten, die die Vorspannung der Endstufe mo-

# LICH SYMMETRISCHE SCHALTUNGEN GEWÄHREN OPTIMALE SIGNALÜBERTRAGUNG KLASSE A LIEFERT REICHLICHE LEISTUNGEN (50 WATT PRO KANAL BEI EINER LASTIMPEDANZ (70 WATT PRO KANAL BEI EINER LAST VON 2 OHM)).



(a) Unsymmetrische Signalübertragung



(b) Symmetrische Signalübertragung

Abb. 1 Vergleich der Übertragungsmethoden

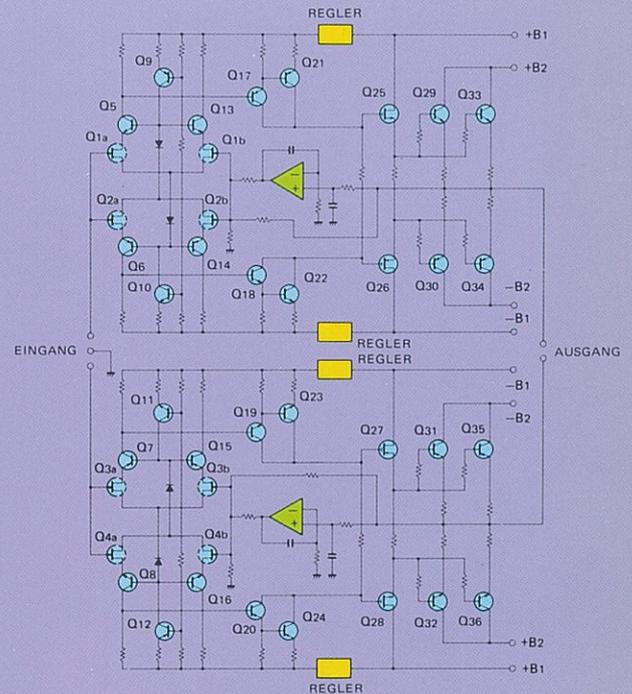
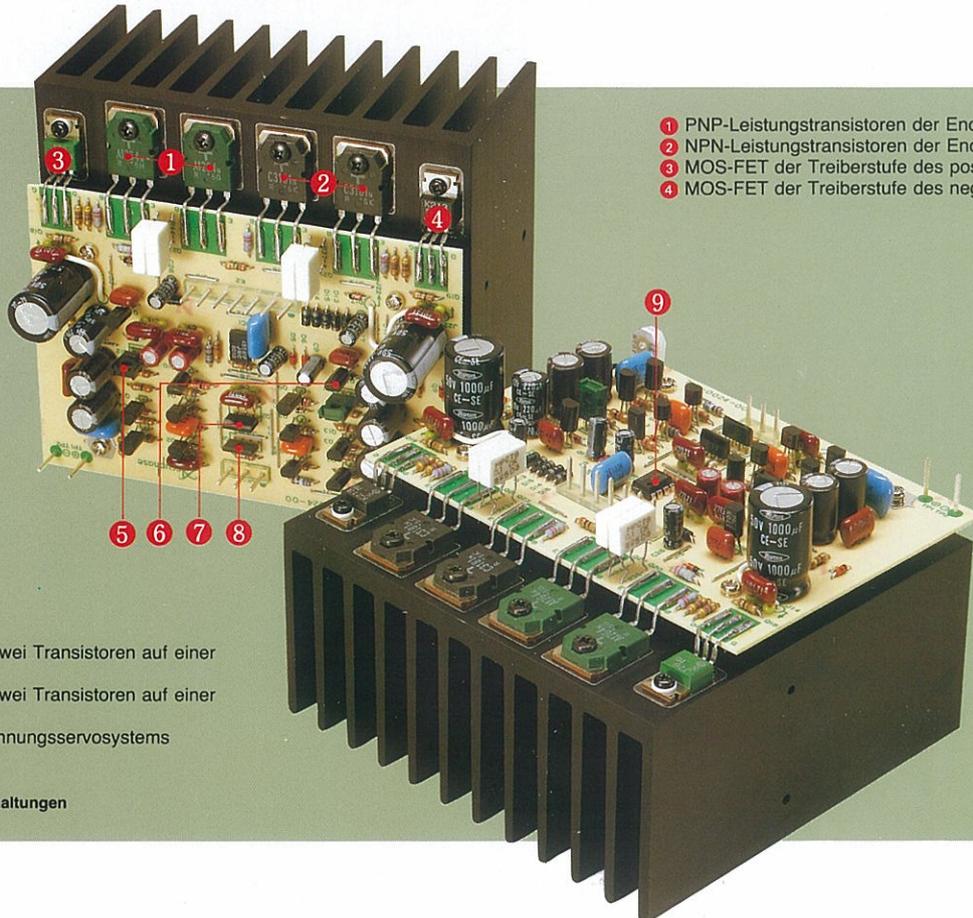


Abb. 2 Schaltplan des P-102



- 1 PNP-Leistungstransistoren der Endstufe
- 2 NPN-Leistungstransistoren der Endstufe
- 3 MOS-FET der Treiberstufe des positiven Kanals
- 4 MOS-FET der Treiberstufe des negativen Kanals

- 5 Transistor vor der Treiberstufe
- 6 Transistor vor der Treiberstufe
- 7 Differential-Eingangverstärker mit zwei Transistoren auf einer Platine (pos. Kanal)
- 8 Differential-Eingangverstärker mit zwei Transistoren auf einer Platine (neg. Kanal)
- 9 Operationsverstärker des Gleichspannungsservosystems

■ Vollkommen symmetrische Verstärkerschaltungen  
 (zwei Endverstärker pro Kanal)

dulieren) und es entstehen kaum Interferenzen zwischen linken und rechten Stereo-Kanal. Um Kanal-Übersprechung gänzlich auszuschließen, ist der P-102 aus zwei getrennten Mono-Verstärkerzügen aufgebaut. Im Zusammenhang mit Schaltungen der Betriebsklasse A bewirkt dieser Aufbau ideale Wiedergabeeigenschaften.

5

### DIREKT GEKOPPELTER EINGANGSVERSTÄRKER MIT SERVOSYSTEM

Das Signal wird, wie Abb. 2 zeigt, von den Eingangsbuchsen ohne zwischengeschaltete Kondensatoren direkt an die Eingangsstufe weitergegeben, um optimale Klangreinheit zu erhalten. Falls der Vorverstärker jedoch eine hohe Driftgleichspannung aufweist, kann es bei dieser Anordnung zur Verstärkung von Gleichspannungskomponenten kommen, die auf Grund von subsonischen Frequenzen zu fatalen Konusverschiebungen in den Lautsprechern führen können. Um diese Driftspannungen effektiv zu eliminieren, entwickelte Accuphase das Gleichspannungsservoprinzip. Diese Servoschaltung trägt außerdem zur thermischen Stabilität bei und verhindert das Entstehen von Driftgleichspannungen im Verstärker.

6

### FLEXIBLE EINGANGSAUSLEGUNG MIT SYMMETRISCHEN 40 KOHM UND UNSYMMETRISCHEN 20 KOHM EINGANGSBUCHSEN

Es empfiehlt sich einen Vorverstärker mit symmetrischen Ausgängen zu verwenden, um das Potential dieses Leistungsverstärkers voll ausschöpfen zu können. Dennoch kann der P-102 auch mit unsymmetrischen Eingangssignalen überlegene Leistungen erbringen. Zum Anschluß von unsymmetrischen Ausgängen wurde daher auch ein unsymmetrischer Eingang mit Cynch-Buchsen geschaffen. Ein Schalter unter der Subkonsole auf der Frontseite des Verstärkers dient zum Wählen des Eingangssignals.

7

### GROSSE ANALOG-ANZEIGEN ZUM ABLESEN DES AUSGANGSSPITZENPEGELS ZWISCHEN -40 UND +3 dB

Die leicht ablesbaren Spitzenpegelanzeigen sind auf Dezibel und Watt geeicht, um die Ausgangspegel auf einen Blick erfassen zu können. Diese Pegelmesser arbeiten mit einer logarithmischen Skala zwischen -40 dB (0,005 W/8 Ohm) und +3 dB (100 W/8 Ohm).

8

### ELEGANTES DESIGN MIT BEDIENUNGSELEMENTEN HINTER EINER SUBKONSOLE

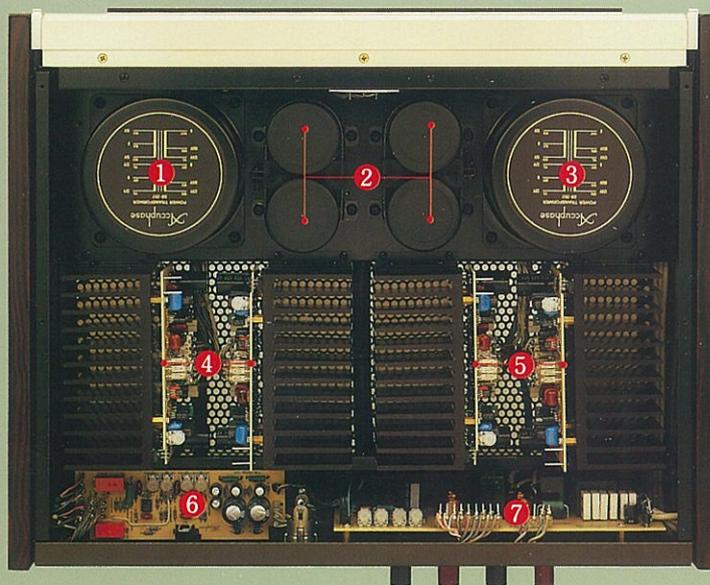
Der P-102 beeindruckt durch seine gediegene Eleganz und simplen Formen. Während dem normalen Betrieb sind nur die beiden großen Ausgangspegelanzeigen und der Netzschalter zu sehen. Ein leichter Druck auf die Subkonsole enthüllt die Pegelregler für jeden Kanal (zwischen 0 und -20 dB in 1 dB Schritten kalibriert) und die zwei Tasten für Pegelmesser/Beleuchtung bzw. zur Wahl zwischen symmetrischen und unsymmetrischen Eingängen.

9

### SEITENWÄNDE AUS EDELEM PERSIMONENHOLZ

Die Frontkonsole ist ganz nach Accuphase-Tradition aus gebürsteter Gold-Aluminiumlegierung gefertigt. Die Seitenwände aus exquisitem Persimonenholz erhöhen die Attraktivität dieses eleganten Verstärkers, der mit jeder Wohnlandschaft harmoniert.

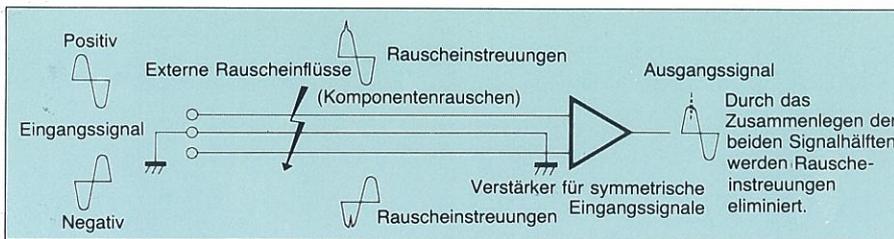
■ Interne Anordnung



- 1 Ringkerntransformator für rechten Kanal
- 2 Filterkondensatoren (22000  $\mu$ F  $\times$  4)
- 3 Ringkerntransformator für linken Kanal
- 4 Symmetrische Endverstärkerzüge für rechten Kanal

- 5 Symmetrische Endverstärkerzüge für linken Kanal
- 6 Symmetrische/Unsymmetrische-Eingangswandlerschaltung
- 7 Pegelmesser und Schutzschaltung

Das Prinzip der symmetrischen Signalübertragung



Bei der symmetrischen Signalübertragung wird das Signal in eine positive und negative Hälfte zerlegt, die beide das gleiche Massepotential jedoch entgegengesetzte Phasen aufweisen. Diese positiven und negativen Signale werden

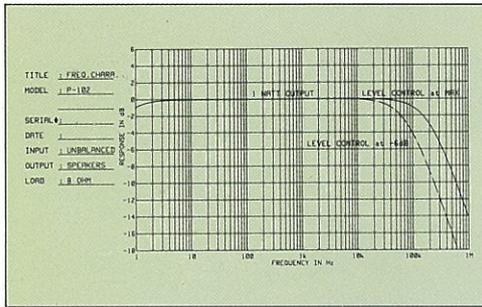
über den symmetrischen Signalweg weitergeleitet. Rauscheinstrahlungen während dem Übertragungsprozess treten in der negativen und positiven Leitung mit identischer Phase auf. Daher wirken sie sich entsprechend der Darstel-

lung auf die Wellenform aus. Bei der Zusammenlegung der positiven und negativen Signalhälfte im symmetrischen Endverstärker werden die Rauschanteile effektiv eliminiert und es resultiert die ursprüngliche Wellenform. Dies ist das Prinzip, das den symmetrischen Schaltungen zugrunde liegt. Bei der unsymmetrischen Signalübertragung werden die während der Übertragung entstandenen Rauschanteile zusammen mit dem Signal an die nächste Stufe weitergegeben. Obwohl die theoretische Überlegenheit von symmetrischen Schaltanordnungen auf der Hand liegt, sind die hörbaren Unterschiede oft sehr subtil, wenn High-End Komponenten mit hochwertiger Kabel- und Schaltkreistechnologie eingesetzt werden.

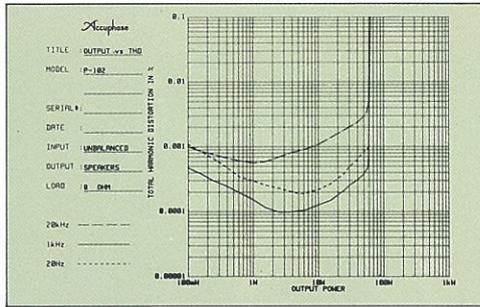


- 1 Pegelanzeige für linken Kanal
- 2 dB-Skala für Ausgangspegel
- 3 Watt-Skala für Ausgangspegel
- 4 Pegelanzeige für rechten Kanal
- 5 Netzschalter
- 6 Pegelanzeigen/ Beleuchtungsschalter ON/OFF
- 7 Magnetschloß der Subkonsole
- 8 Wahlschalter für unsymmetrischen/symmetrischen Eingang UNBALANCED/BALANCED
- 9 Pegelregler für linken Kanal (1 dB Schritte)
- 10 Pegelregler für rechten Kanal (1 dB Schritte)
- 11 Eingangsbuchsen (unsymmetrisch, 20 kOhm)

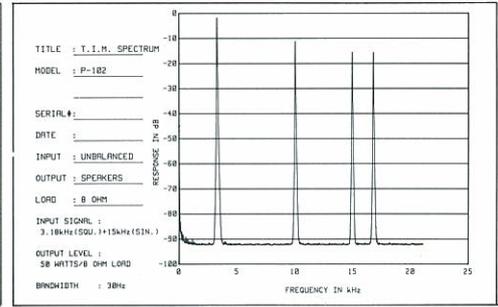
- 12 XLR-Eingangsbuchsen (symmetrisch/40 kOhm, XLR-3-31 für XLR-3-12C Stecker) Stiftzuweisung ①: Masse, ②: Negativ, ③: Positiv
- 13 Lautsprecherklemmen für rechten Lautsprecher
- 14 Lautsprecherklemmen für linken Lautsprecher
- 15 Netzausgang (ungeschaltet)
- Aufgrund der Sicherheitsbestimmungen der einzelnen Bestimmungsländer weisen verschiedene Ausführungen keine geschalteten Netzausgänge (d. h. von der Netzschalterstellung abhängige Netzausgänge) auf.
- 16 Netzkabel



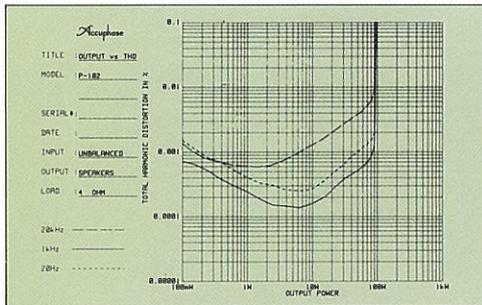
• Frequenzgang



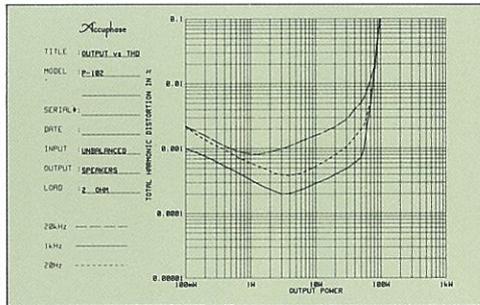
• Ausgangsleistung im Verhältnis zum Klirrfaktor (8 Ohm Last)



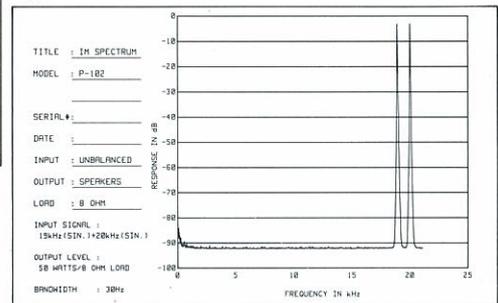
Diese Kurve zeigt das Spektrum der kurzzeitigen Intermodulationsverzerrungen (Klirrfaktor). Zum Messen dieses Parameters wird eine Rechteckwelle von 3,18 kHz mit einer Sinuswelle von 15 kHz gemischt und dem Eingang zugeführt. Das Rechteckwellensignal enthält eine praktisch unbegrenzte Anzahl von Harmonischen mit Komponenten bei 9,54 kHz (3. Harmonische), 15, 9 kHz (5. Harmonische) usw. Wenn diese Komponenten mit dem 15 kHz Signal interferieren, resultieren Frequenzen, die nicht im Eingangssignal enthalten sind, z. B. 5,46 kHz (15 kHz - 9,54 kHz). Wie die Messung zeigt, treten bei Pegeln über -93 dB keine Intermodulationsverzerrungen auf, womit der Klirrfaktor unter 0,0022% liegt.



• Ausgangsleistung im Verhältnis zum Klirrfaktor (4 Ohm Last)



• Ausgangsleistung im Verhältnis zum Klirrfaktor (2 Ohm Last)



Diese Kurve zeigt das mit der IHF-Methode gemessene Spektrum der Intermodulationsverzerrungen (Klirrfaktor). Dem Eingang wird ein 19-kHz und ein 20 kHz Signal zugeführt. Aus der Intermodulation resultierende Klirrgeräusch würden bei der Frequenzdifferenz, d. h. 1 kHz auftreten. Die Messung zeigt, daß diese Klirrgeräusche unter -93 dB liegen (0,0022%). Ein anderes Klirrgeräusch würde bei 39 kHz liegen, der Summe der beiden Frequenzen. Diese Verzerrung wäre jedoch, selbst wenn sie existierte, nicht hörbar, da sie sich weit über dem hörbaren Bereich befindet. Beim P-102 ist selbst diese Verzerrung unter -93 dB.

## GARANTIERTE DATEN (Nach der Meßnorm gemäß EIA RS-490)

### Sinus-Ausgangsleistung

(20 - 20000 Hz, Gesamtklirrfaktor 0,02%, beide Kanäle getrieben)  
 70 Watt pro Kanal bei 2 Ohm Last  
 80 Watt pro Kanal bei 4 Ohm Last  
 50 Watt pro Kanal bei 8 Ohm Last  
 25 Watt pro Kanal bei 16 Ohm Last

### Gesamtklirrfaktor

(20 - 20000 Hz, beide Kanäle getrieben)  
 0,02% bei 2 bis 4 Ohm Last  
 0,01% bei 8 bis 16 Ohm Last

### Intermodulationsverzerrung

0,003%

### Frequenzgang

20 - 20000 Hz; +0, -0,2 dB (bei Nennausgangspegel, Pegelregler auf Max.)  
 0,5 - 200000 Hz; +0, -3,0 dB (bei Ausgangspegel von 1 Watt, Pegelregler auf Max.)  
 0,5 - 80000 Hz; -0, -3,0 dB (bei Ausgangspegel von 1 Watt, Pegelregler auf -6 dB)

### Verstärkungsfaktor

28,0 dB

### Ausgangsimpedanz

2 bis 16 Ohm

### Dämpfungsfaktor

70

### Eingangsempfindlichkeit (bei 8 Ohm Last)

0,8 V (für Nennausgangsleistung)  
 0,11 V (für 1 Watt Ausgangsleistung)

### Eingangsimpedanz

SYMMETRISCH: 40 kOhm  
 UNSYMMETRISCH: 20 kOhm

### Rauschabstand (Betriebsklasse A)

(Eingang kurzgeschlossen, bei Nennausgangsleistung)  
 120 dB mit symmetrischem Eingang  
 112 dB mit unsymmetrischem Eingang  
 (Eingang bei 1 kOhm abgeschlossen, bei Ausgangsleistung von 1 Watt)

100 dB mit symmetrischem Eingang  
 96 dB mit unsymmetrischem Eingang

### Ausgangspegelmeter

Logarithmische Skala, Bereich -40 dB bis +3dB Direkte Watt-Skala

### Halbleiter-Ausrüstung

81 Transistoren, 16-Feldeffekttransistoren, 8 ICs, 89 Dioden

### Stromversorgung

100 V, 117 V, 220 V, 240 V 50/60 Hz Wechselspannung

### Leistungsaufnahme

245 Watt bei Bereitschaft  
 300 Watt bei Nennausgangsleistung mit 8 Ohm Last

### Abmessungen

Breite 475 mm, Höhe (einschl. Füße) 170 mm, Tiefe 408 mm

### Gewicht

22 kg netto, 26,5 kg brutto

**Accuphase**  
 ACCUPHASE LABORATORY INC.