

YAMAHA **B-I** **UC-I**

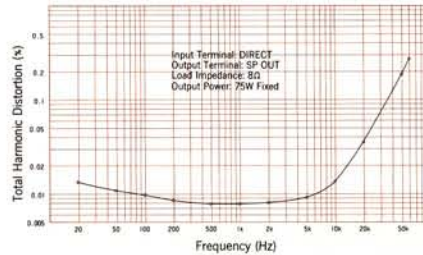
Hochleistungs-Stereo-Endstufe mit FET-Schaltung auf allen Stufen, den revolutionären Vertikal-Leistungs-Feldeffekttransistoren als Endverstärker sowie SEPP- und OCL-Schaltkreisen. Leistungsabgabe mindestens 150 Watt pro Kanal bei einem Klirrgrad von weniger als 0,1 % (beide Kanäle betrieben). Ausbaufähig durch Kontrolleinheit UC-1 mit überdimensioniertem Anzeigebereich von -50 bis $+5$ dB sowie Umschaltung und Einpegelung von fünf Lautsprecherpaaren über Pegelregler und Reed-Relais.



Äußerste klangliche Transparenz durch absolute Vermeidung von Klirrrgraden höherer Ordnung

Selbst nach ausgedehnter Betriebszeit bleibt der Klang des B-1 unvermindert frisch und transparent. Die von Yamaha entwickelten Vertikalen Feldeffekt-Transistoren erzeugen praktisch keine eigenen ungeraden Obertonschwingungen, während geradzahlige Harmonische durch eine Gegentakt-schaltung neutralisiert und damit ausgemerzt werden. Daraus resultiert ein völlig ermüdungsfreier Hörgenuß ohne die bisher gefürchteten Rauigkeiten im Klang. Ebenfalls nicht mehr existent sind die bei bipolaren Transistoren auftretenden Übernahmeverzerrungen mit deren ungünstiger Beeinflussung der Klangwiedergabe.

FREQUENZ/KLIRRRAD-VERHALTEN



Die Klirrradanteile beim Yamaha B-1 bleiben selbst über den hörbaren Frequenzbereich hinaus auf einem bisher nicht für möglich gehaltenen Level.

Klirrradanteil eines Vertikal-FET (0,018 ‰) (Yamaha B-1)



Klirrradanteil bei regulären Transistoren (0,028 ‰) (Yamaha CA-1000)



Optimale Einsatz- und Wirkungsmöglichkeit für den Vertikal-FET dank rein komplementärer FET-, SEPP- und OCL-Schaltkreise

Die Signalwege im B-1 verlaufen über drei verschiedene FET's, insgesamt 14 FET's pro Kanal. Diese bilden ein dreistufiges, direkt gekoppeltes Verstärkungssystem. Da FET's den Stromfluß bei hohen Spannungen reduzieren, ist thermische Überhitzung – ein Hauptproblem bei normalen Transistoren – völlig ausgeschlossen. Die bisher erforderlichen Temperatur stabilisatoren entfallen.



Schaltungsmäßig ist der Verstärker in sogenannter SEPP-Version (Single Ended Push-Pull) und ohne Ausgangskondensatoren (OCL) mit dreistufiger Differenzverstärkung und direkt gekoppelten, symmetrisch betriebenen Source-Folgern aufgebaut. Die SEPP-Schaltung erleichtert die Wahl passender Transistorpaare und garantiert eine hohe Betriebsstabilität. Auch werden dadurch geradzahlige Harmonische neutralisiert. Die Vorspannung (Bias) für die Verstärker- und Treiber-FET's wird nach einer neuen Methode stabilisiert, die die Verwendung nicht stabilisierter Netzteile gestattet.

Höchste Ausgangsleistung von 150 Watt pro Kanal, beide Kanäle betrieben, über den gesamten Frequenzbereich von 20 – 20 000 Hz bei einem Klirrgradanteil von weit weniger als 0,1 %.

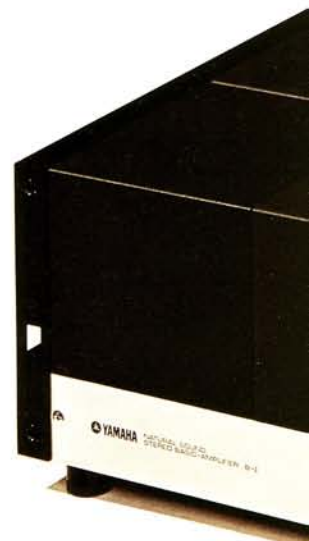
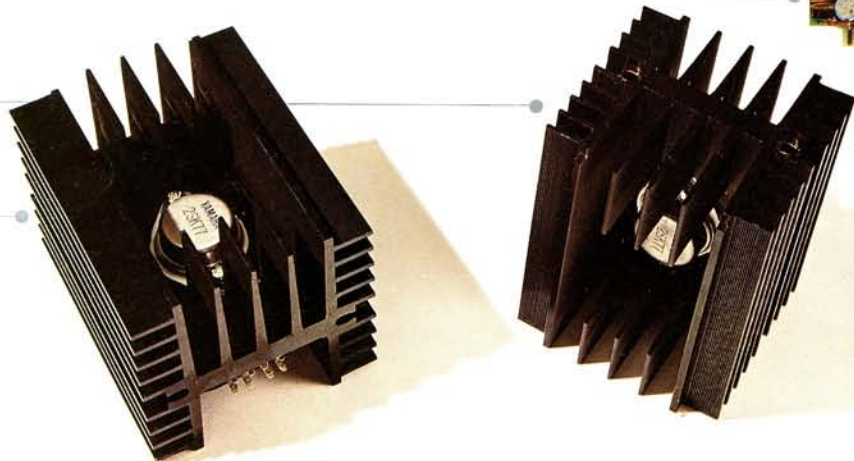
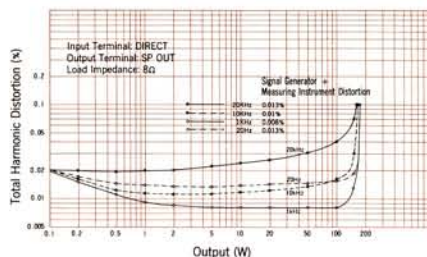
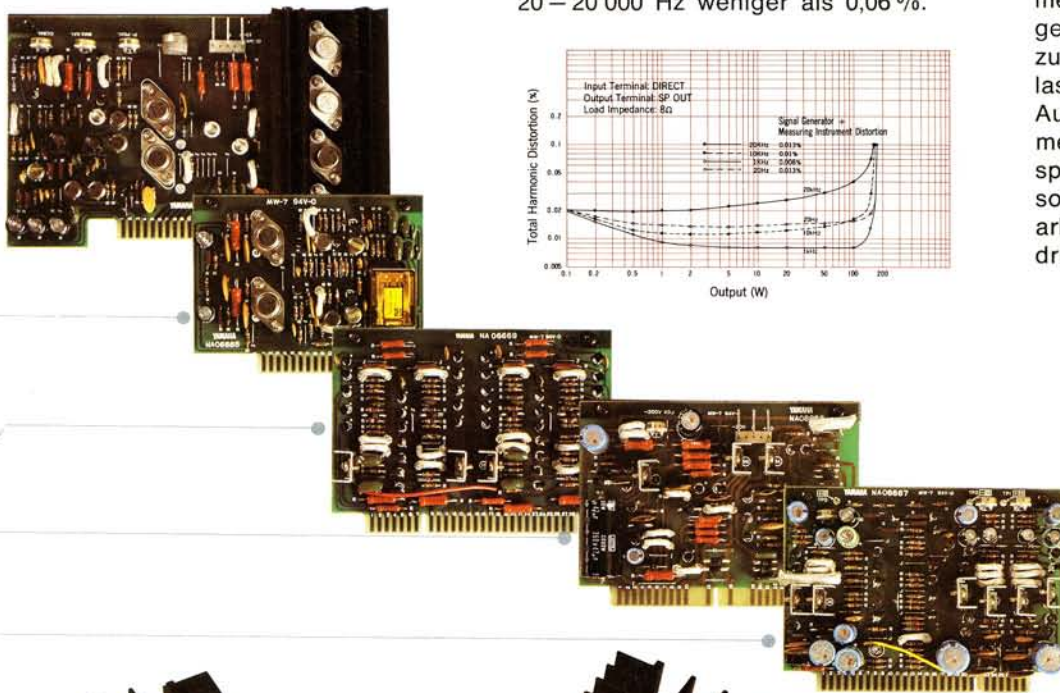
Die Treiber- und Ausgangsstufen des B-1 sind mit Vertikalen Leistungs-FET's bestückt, deren maximale Drainleistung 300 Watt beträgt. In ihrer Auslegung für den B-1 wurde besonders auf minimalste Klirrgradanteile, Freiheit von Engpaßverzerrungen durch den Ladungsträgerereffekt sowie absolute thermische Stabilität Wert gelegt. Infolge der hohen Maximalleistung kann eine Sättigung nicht auftreten. Die Klirrgradanteile bei 100 Watt betragen bei 1 kHz weniger als 0,02 % sowie im Bereich von 20 – 20 000 Hz weniger als 0,06 %.

Unabhängige Stromversorgung jedes Kanals durch eigenes Netzteil mit getrennten Transformatoren

Um die volle dynamische Leistungsfähigkeit der Endstufen zu nutzen, wurde jeder Kanal mit einem eigenen Transformator und getrennten Versorgungsstufen aufgebaut. Diese Konstruktion garantiert absolut identische Leistungsabgabe sowohl im Mono- als auch Stereobetrieb wie auch bei auftretenden Dynamikspitzen.

Perfekte Schutzschaltungen

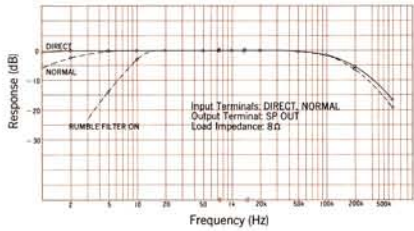
Die extreme Zuverlässigkeit von FETs – ihre absolute Immunität gegen Temperaturschwankungen oder sekundäre Durchbrüche – macht Schutzschaltkreise im Grunde genommen überflüssig. Um absolut sicher zu gehen wurden die Ausgänge jedoch zusätzlich gegen jede Art von Überlastung elektronisch abgesichert: bei Auftreten einer Gleichspannung von mehr als ± 2 V werden die Lautsprecheranschlüsse über ein Relais sofort abgeschaltet, der Schaltkreis arbeitet darüber hinaus zur Unterdrückung von Einschaltgeräuschen.



Zusätzlich erhält der B-1 elektronische Schutzschaltkreise gegen Hochspannung. Diese schalten die Endstufen automatisch bei Kurzschluß ab oder, wenn die Last an den Lautsprecherausgängen unter $4\ \Omega$ absinkt. Schließlich wird durch eine Spezialschaltung die Vorspannung an die Treiber- und Endstufentransistoren ständig überprüft und diese im Falle von Versorgungsstörungen abgeschaltet. Nach Wiederauftreten normaler Bedingungen geben diese Schutzschaltkreise die Signalwege automatisch wieder frei. Die Funktion der Schutzschaltungen wird durch eine LED- (Leuchtdioden-)Anzeige auch optisch vermittelt. Eine zweite Leuchtdiode zeigt Störungen und das automatische Abschalten der Signalwege im Falle von Übertemperaturen an den verschiedensten Stellen des Gerätes an. Auch hier werden die Signalwege nach Wiederherstellung normaler Betriebsbedingungen automatisch wieder freigegeben.

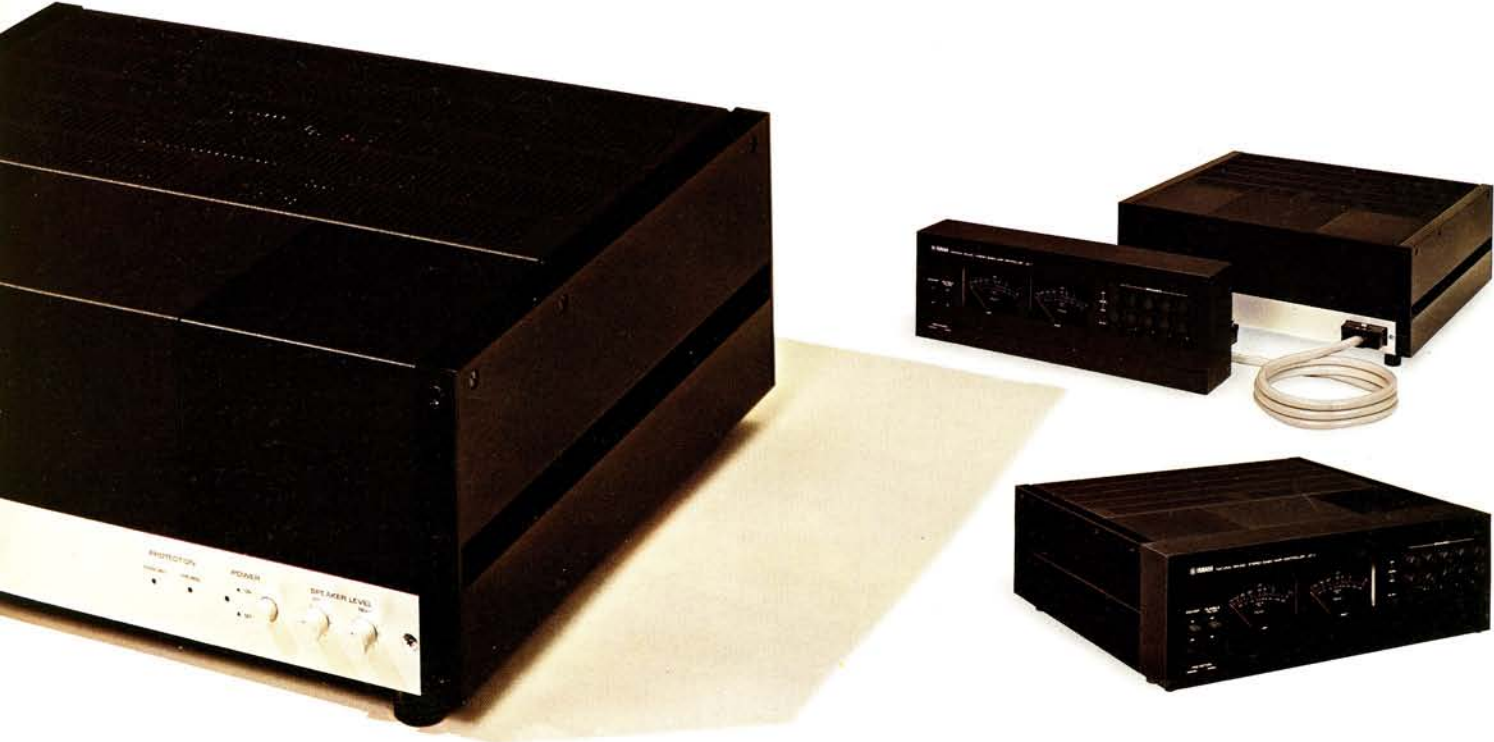
Rumpelfilter

Der B-1 besitzt zwei Eingangsanschlüsse, NORMAL und DIREKT. Das über den NORMAL-Eingang eingeführte Signal läßt sich in den Tieffrequenzen über einen schaltbaren Rumpelfilter mit einer Einsatzfrequenz von 10 Hz und einer Flankensteilheit von $-12\ \text{dB/Oktave}$ absenken. Dieser Rumpelfilter dient vor allem auch als Schutzschaltung für Tieftonlautsprecher bei hohen Lautstärkepegeln.



Professioneller Bedienungskomfort

Der B-1 allein ist zum Anschluß und Betrieb nur eines Lautsprecherpaares eingerichtet. Die wahlweise direkt oder über Verbindungskabel zuschaltbare Kontrolleinheit UC-1 ermöglicht den Anschluß und die Umschaltung von fünf Lautsprecherpaaren mit paar- und kanalgetrennten Pegelreglern zur individuellen Lautstärkeanpassung. Die Umschaltung der Paare erfolgt dabei über hochzuverlässige REED-Relais. Neben dem Netzschalter, der bei angeschlossener Kontrolleinheit auch den Endverstärker mitschaltet, befindet sich weiter der Schalter für den Rumpelfilter sowie die Leuchtdioden-Anzeige für die Funktion der Schutzschaltkreise. Zur präzisen Anzeige der Ausgangsleistung sind zwei elektronisch bedämpfte Spitzenwert-Anzeigeeinstrumente eingebaut mit einem überdimensionierten Anzeigebereich von $-50\ \text{dB}$ (0,001 Watt) bis $+5\ \text{dB}$ (300 Watt).



VERTIKAL-FET

YAMAHA Vertikal-FET 2 SK-77

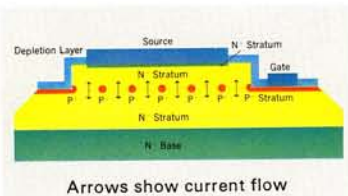
Maximale Drain-Leistung 300 W
 Durchbruchspannung 200-300 V
 Innerer Widerstand 1-2 Ω
 Ausgangswiderstand 5 Ω
 Spannungsverstärkerfaktor 5 μ
 Steilheit 1000 M Ω
 Maximaler Drain-Strom 20 000 mA
 Einsatzspannung 14-22 V

DAS DRITTE ZEITALTER BEGINNT: YAMAHA's NEUER VERTIKAL-FELDEFFEKT-TRANSISTOR

Der YAMAHA B-1 beinhaltet ein völlig neues Verstärkerelement, dessen Leistungscharakteristik der bipolarer Transistoren wesentlich überlegen ist und das gleichzeitig die Vorzüge der Triodenröhre besitzt. Ähnlich der Röhre wird es mit Spannung versorgt und kann extrem hohe Leistungen ohne Gefahr von Sättigung verarbeiten. Basierend auf einer Erfindung von Professor J. Nishizawa der Tohoku-Universität und des Halbleiter-Forschungsinstituts wurde durch die gemeinsamen Bemühungen von Prof. Nishizawa und YAMAHA (beauftragt durch das Japanische Forschungsministerium/Institut für technologische Entwicklungen) die Weiterentwicklung zur Produktionsreife betrieben. Das Ergebnis stellt einen Durchbruch in der bisherigen Halbleitertechnik dar, der in seiner spektakulären Veränderung bisheriger Schaltungstechniken als singuläres Ereignis gilt.

YAMAHA VERTIKAL-FET-KONSTRUKTION

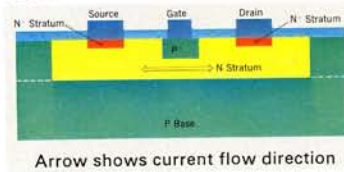
Wie die Abbildung zeigt, sind Source, Gate und Drain



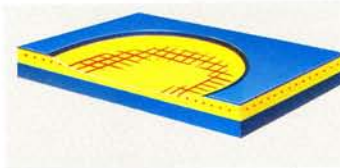
vertikal angeordnet und gestatten so eine wesentlich höhere Leistungskapazität. Jedes Einzelelement des Gitters ist tatsächlich als unabhängiger FET anzusehen. Der YAMAHA Vertikal-FET besteht aus zehntausenden solcher Einzelelemente. Das Gitter selbst hat eine Dichte von lediglich 5-10 μ . Um eine möglichst hohe Drain-Source- und Drain-Gate-Durchbruchspannung zu erreichen, sind Fehldotierungen im Material auf einen bisher nicht bekannten Anteil zurückgeschraubt;

dies konnte vor allem durch eine neuentwickelte epitaktische Schichtbildungsmethode erreicht werden.

Konventioneller FET



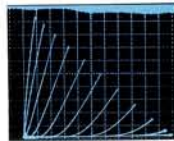
YAMAHA Vertikal-FET Gitteraufbau



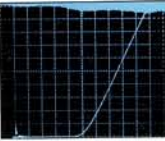
MERKMALE DES VERTIKAL-FET

Die Output- und Transfer-Eigenschaften sind in den beiden Oszilloskop-Darstellungen zu ersehen.

2 SK-77 Output-Charakteristik



2 SK-77 Transfer-Charakteristik



Besonders auffallend ist dabei die den bipolaren Transistoren wesentlich überlegene Leistungsfähigkeit. Zusätzlich ist gleichzeitig der Innenwiderstand mehr als zehnmals so niedrig als bei Röhren. Schließlich ist, verglichen mit konventionellen FET's, die Steilheit des Vertikal-FET von YAMAHA mit ca. 1000 M Ω ganz besonders hoch.

CHARAKTERISTIK DES VERTIKAL-FET

Verglichen mit den Transistoren, die heute in den technisch hochentwickelten Verstärkern eingesetzt sind, bieten YAMAHA's Vertikal-FET's folgende Besonderheiten:

Exzellente Impulswiedergabe

Engpaßverzerrungen durch den Ladungsträgereffekt sowie Übernahmeverzerrungen sind auf Grund des Aufbaus des V-FET's praktisch nicht existent. Darüberhinaus sind Anstiegs-

und Ausschwingzeiten extrem kurz.

Lineare Übertragungscharakteristik

Auf Grund der Rechteck-eigenschaften des Vertikal-FET sind Verzerrungen höherer Ordnung auf ein Minimum beschränkt – verglichen mit normalen Transistoren.

Minimaler Leistungsbedarf

Der Vertikal-FET von YAMAHA ist in seiner Konzeption ein spannungsgespeistes Verstärkerelement und benötigt daher theoretisch keine eigene Eingangsleistung.

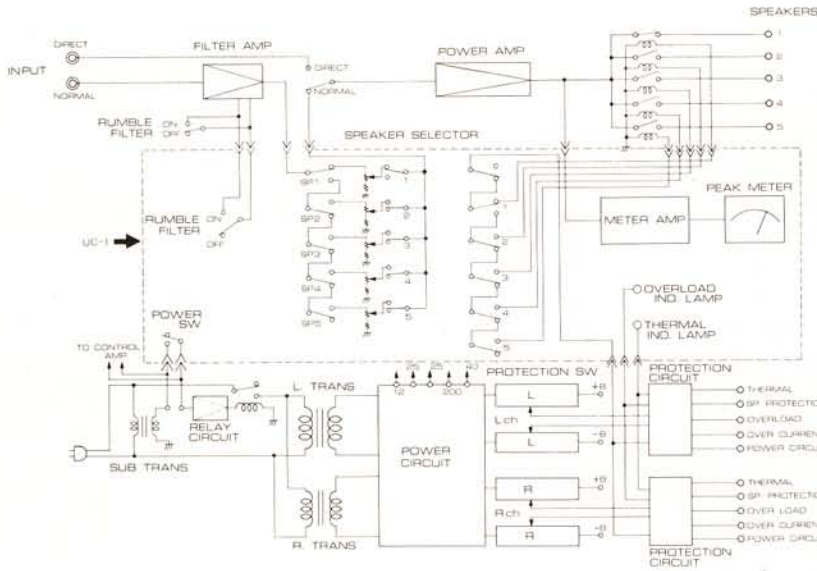
Kein Sekundär-Breakdown

Bei korrekter Gate-Vorspannung können beim Vertikal-FET keine Stromkonzentrationen auftreten, die in bipolaren Transistoren die Ursache für sekundäre Durchbrüche bilden. Damit ist eine extreme Stabilität des Bauelements in seiner Funktion gewährleistet.

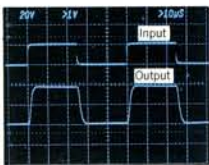
Keine thermische Instabilität

Die bei bipolaren Transistoren unerläßliche Temperaturkompensation ist beim Vertikal-FET überflüssig, weil Temperaturschwankungen im V-FET weit geringere Stromveränderungen hervorrufen. Bei hohen Temperaturen wird der Stromfluß derart abgesenkt, daß eine Überhitzung ausgeschlossen ist.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß das YAMAHA-Forschungsteam eine theoretisch exzellente Idee aufgriff und aus dieser gemeinsam mit deren Urheber ein zukunftsweisendes Verstärkerbauelement entwickelte. Der Vertikal-FET von YAMAHA arbeitet außerordentlich linear und verfügt über eine extrem hohe Leistungsfähigkeit, hohe thermische Stabilität, bemerkenswert niedrigen Gate-Verluststrom und viele andere spezifische Leistungsmerkmale, die – obwohl mit herkömmlichen Testgeräten kaum meßbar – die Klangqualität in bisher nicht dagewesener Vollkommenheit prägen.



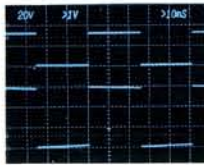
20 kHz Rechteck (8 Ω Resistor)



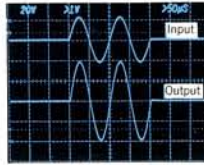
20 kHz Rechteck (0,1 μF)



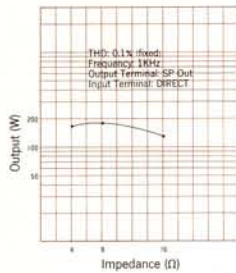
20 Hz Rechteck (8 Ω Resistor)



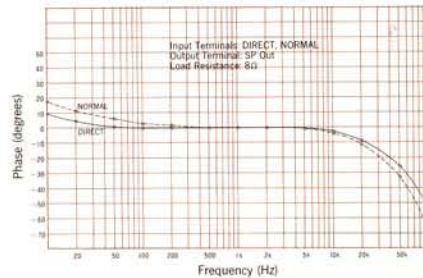
Tone Burst (10 kHz/100 W)



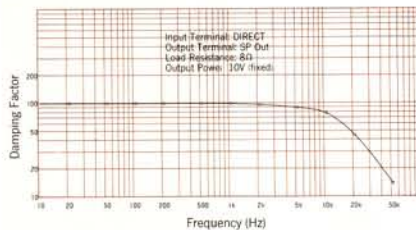
Impedanzcharakteristik



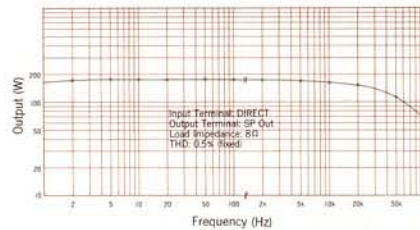
Frequenz/Phasenverhalten



Dämpfungskarakteristik



Leistungsbandbreite



TECHNISCHE DATEN

B-1	
Sinusleistung	160/160 W (DIN 1 kHz/beide Kanäle betrieben/4 Ω und 8 Ω)
Musikleistung (IHF), 8 Ω	360 W
Leistungsbreite (8 Ω, 0,5 % Klirr k.)	5–50 000 Hz
Eingangsempfindlichkeit/Impedanz	775 mV/100 kΩ
Klirrgrad (gemessen an 8 Ω)	bei 100 W/1 kHz 0,02 % bei 100 W/20 kHz 0,06 % bei 1 W/1 kHz 0,02 % bei 1 W/20 kHz 0,03 %
Intermodulation bei 100 W/8 Ω (70 Hz : 7 kHz = 4 : 1)	0,04 %
Frequenzgang bei 1 W/8 Ω	5–100 000 Hz + 0dB/–1 dB
Dämpfungsfaktor bei 1 kHz/8 Ω	80
Regelbereich	18dB (775 mV–6 V)
Eigenrauschen	0,3 mV
Fremdspannungsabstand	100dB
Rumpelfilter	10 Hz, –12dB/Okt.
Lautsprecherausgang	B-1 : 1 UC-1 : 5
Bestückung	39 FET's, 113 Transistoren, 3 LEDs, 64 Dioden, 7 Zener-Dioden
Netzanschluß	220/240 V, 50/60 Hz
Lesistungsaufnahme	440 W
Abmessungen (B x H x T)	460 x 150 x 390 mm
Gewicht	37 kg
UC-1	
Anzeigebereich	–50dB bis +5dB 0,001 W bis 300 W
Anzeigezeichnung	bei 150 W +2dB ±0,5dB bei 10 W –10dB ±1dB bei 1 W –20dB ±1dB bei 0,1 W –30dB ±4dB bei 0,01 W –40dB ±5dB
Abmessungen (B x H x T)	460 x 150 x 70 mm
Gewicht	5 kg
RU-1	
Kabellänge	5 m
Änderungen vorbehalten	

Weitere Einzelheiten durch:



NIPPON GAKKI CO., LTD., HAMAMATSU, JAPAN

YAMAHA EUROPA G.m.b.H.
2084 Rellingen b. Hamburg, Siemensstr. 22-34