

YAMAHA M-2

Natural-Sound-Stereo-Endverstärker

2 x 200 Watt (an 8 Ohm, 20–30 000 Hz, 0,005% Gesamtklirrgrad)

DC-Verstärker für verbessertes Impulsverhalten und geringste Verzerrung

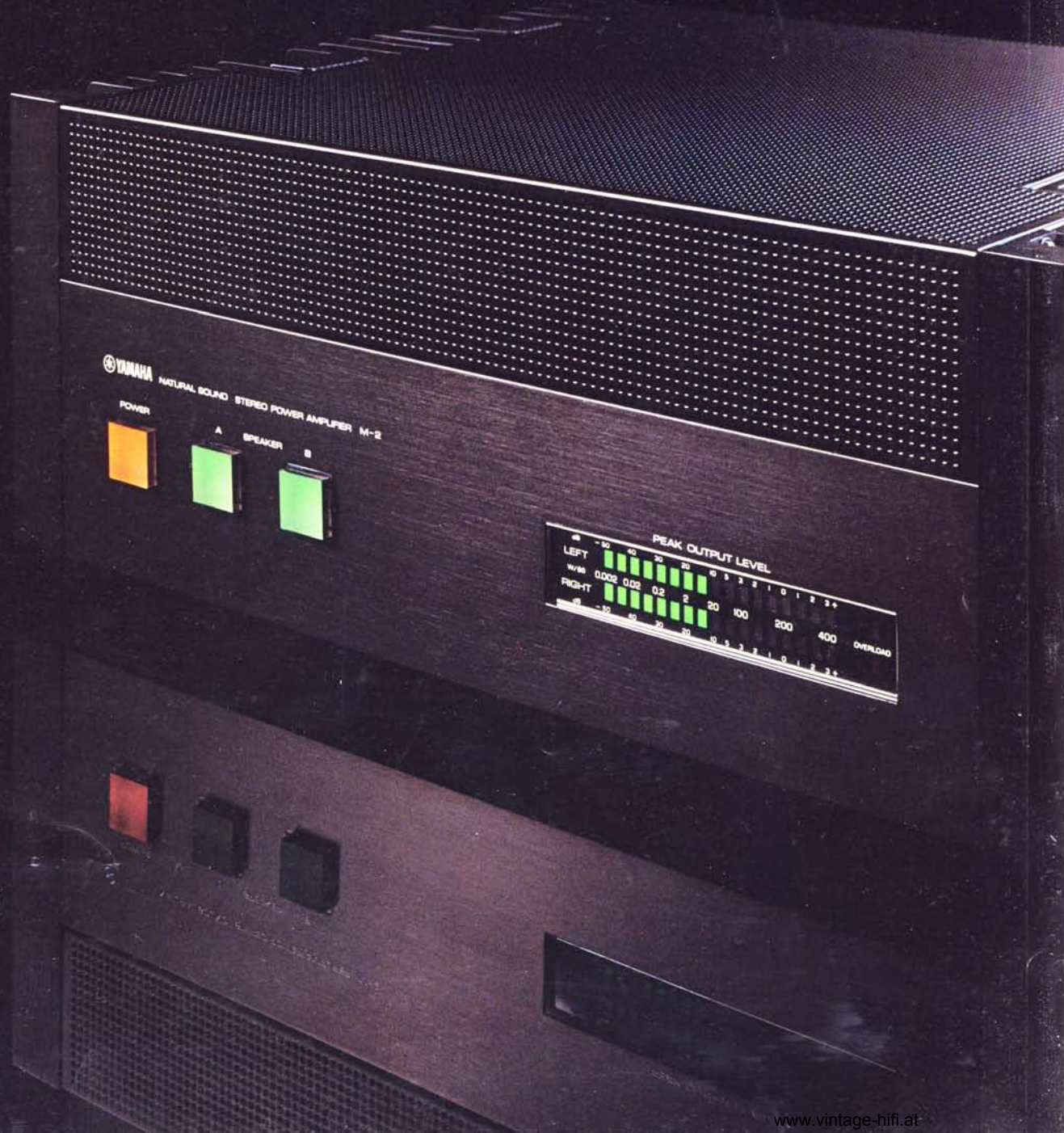
Linear-Transfer-Bias Circuit von Yamaha zur Reduzierung der Übernahmeverzerrung

Exklusive Leistungstransistoren mit hoher Transitfrequenz für saubere Musikalität



YAMAHA: Verpflichtung zur musikalischen Perfektion

Als einer der Welt größten Hersteller von Musikinstrumenten ist YAMAHA auch in weiten Bereichen der High-Fidelity führend. Seit fast einem Jahrhundert haben Yamahas Instrumentenbauer ihre berühmten Klaviere, Orgeln, Blas- und Saiteninstrumente für einen reinen, natürlichen Klang gefertigt. Diese reiche musikalische Tradition sichert uns eine einzigartige Stellung in der Audiowelt. Sie beruht zum einen Teil auf Generationen musikalischer Sensibilität und zum anderen auf unseren technologischen und herstellerischen Fähigkeiten, die in den Jahrzehnten, in denen wir hochwertige Musikinstrumente an die Welt geliefert haben, gewachsen sind.

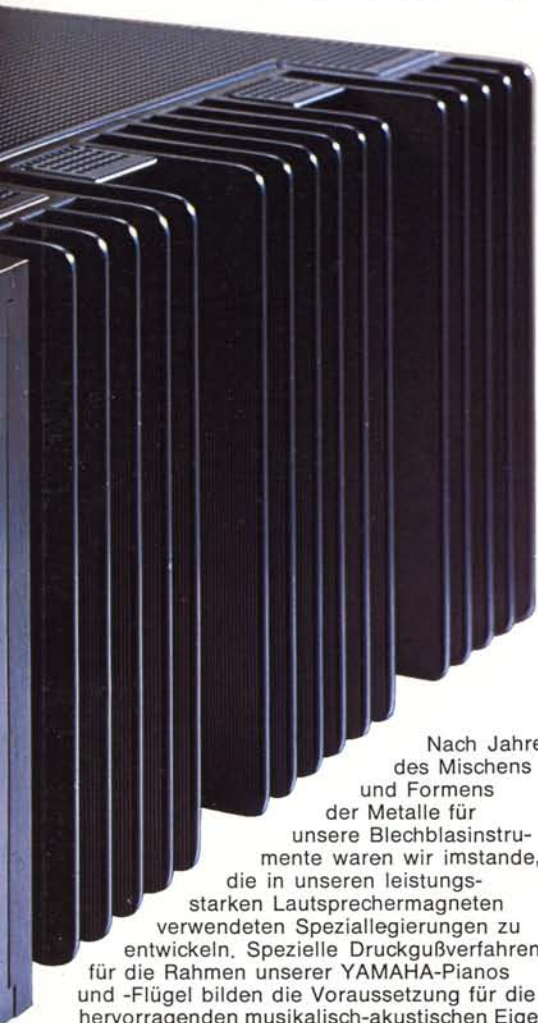


DER YAMAHA M-2: HERRAUSRAGENDE MUSIKALITÄT VEREINT MIT GEWALTIGER AUSGANGSLEISTUNG: 200 WATT PRO KANAL, RMS

Die Grundlagen

Die Verwirklichung klanglicher Ideale im Audio-Bereich hängt von einer breiten Palette von Technologien ab. Während Yamahas computergesteuerte Schaltungskonzepte und Tests ihresgleichen suchen, hat uns unsere Erfahrung mit Musikinstrumenten Fertigkeiten in vielen anderen entscheidenden Bereichen gegeben.

Die Yamaha-Werke, die ICs, LSIs und Halbleiter für unsere elektronischen Orgeln produzieren, leisteten auch einen wichtigen Beitrag bei der Entwicklung der revolutionären vertikalen FETs (SIT), die in einigen unserer Verstärker verwendet werden. Diese Werke zeichnen auch verantwortlich für die Produktion der, im Bedampfungsverfahren hergestellten, einzigartigen Beryllium-Kalottenmembrane für Lautsprecher, wie auch für unseren „Pure-Plasma-Process-Sendust“-Tonkopf für YAMAHA-Cassettendecks.



Nach Jahren des Mischens und Formens der Metalle für unsere Blechblasinstrumente waren wir imstande, die in unseren leistungsstarken Lautsprechermagneten verwendeten Speziallegierungen zu entwickeln. Spezielle Druckgußverfahren für die Rahmen unserer YAMAHA-Pianos und -Flügel bilden die Voraussetzung für die hervorragenden musikalisch-akustischen Eigenschaften unserer Plattenteller und der Körbe für die Lautsprecherchassis. YAMAHA's Forschung über akustische Eigenschaften verschiedener Holzarten für die Herstellung von Resonanzböden, z. B. von Gitarren, Pianos und Flügeln, und die dabei entwickelte Kunst der Holzbearbeitung, spiegeln sich in unseren resonanzfreien Lautsprechergehäusen sowie im Detail fein gearbeiteten Bauteilgehäusen wider.

Eigene Herstellung

Jedes entscheidende Teil unserer Audiokomponenten wird von YAMAHA selbst hergestellt. So setzen wir unsere Qualitätsmaßstäbe selbst. Und so können wir es uns leisten, immer auf dem neuesten Stand zu sein. Wenn ein Teil oder Werkstoff der Musik nicht gerecht wird, entwickeln wir eines, das diese Anforderung erfüllt.

Grundlegender Schaltungsaufbau

Seit der Einführung von „HiFi“ vor fast vier Jahrzehnten erforschen Audio-Ingenieure die Beziehung zwischen Musikalität und Schaltungsaufbau eines Verstärkers. Wir sind jetzt besser als je zuvor in der Lage, mit Hilfe aufwendiger Schaltungen, wie sie im M-2 verwirklicht sind, die Arten von Rauschen und Verzerrungen zu eliminieren, die einer echten Musikalität im Wege stehen. Den Schaltungsaufbau des M-2 kann man als modern und luxuriös bezeichnen. Er besteht aus einer rauscharmen Doppel-FET-Eingangsstufe mit einer Kaskoden-Bootstrap-Schaltung, einer Stromspiegel-Vortreiberstufe in Kaskodenschaltung und einer dreistufigen, komplementären, kondensatorlosen Gegentakt-Ausgangsstufe, die mit einer Linear-Transfer-Bias-Schaltung (exklusiv von YAMAHA) für drastische Reduzierung von Übernahmeverzerrungen ausgestattet ist.

Jede Stufe erzielt eine breitbandige, verzerrungsarme Verstärkung durch eine Kombination überlegener Leerlaufleistung mit optimaler Gegenkopplung. Die Verbesserungen in der Übertragungsqualität sind erstaunlich. Messung dieser Verbesserungen mit konventionellen Instrumenten erwies sich jedoch als unmöglich. Das lag daran, daß die Eigenverzerrung der Instrumente das Messen der marginalen Verzerrung im Verstärker überlagerte. Also führte Yamaha das HP-IB-Audioanalyse-system ein. Es kombiniert einen elektronischen Rechner mit einem Spektrumanalysator, wodurch die Übertragungsdaten des M-2 mit hoher Genauigkeit gemessen werden können.

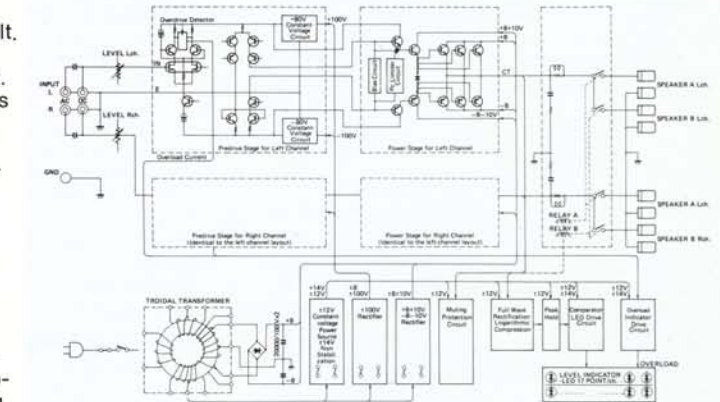
Dank diesem neuen Analysesystem sind der von höheren Harmonischen erzeugte Klirrgrad, der Frequenzgang und andere wichtige Parameter verbessert worden. Es hat die Wirksamkeit der aufwendigen Schaltungsauslegung und die Notwendigkeit, nur die besten Bauteile, wie z. B. unseren neuen High-f_T-Transistor mit hoher Transitfrequenz auszuwählen, nachgewiesen.

LEISTUNGSTRANSISTOREN

MIT HOHER TRANSITFREQUENZ (High-f_T)

Der größte Einzelnachteil des konventionellen Bipolartransistors, wenn er in der Ausgangsstufe von Class-B-Verstärkern verwendet wird,

High-f_T-Transistor



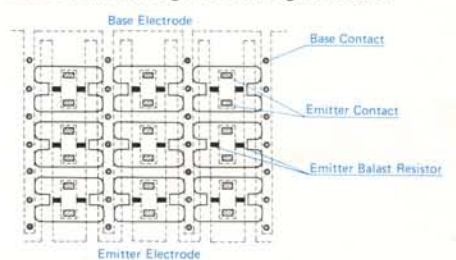
mäßigkeiten verringert werden – alles im Sinne einer besseren Musikalität.

Um Übernahme-Verzerrungen zu vermeiden, müßten herkömmliche Transistoren hohe Ruhestrome verarbeiten. Dabei kann allerdings nur relativ geringe Leistung erzielt werden. Im folgenden ist der neuentwickelte, eine hohe High-f_T-Transitfrequenz aufweisende Leistungstransistor abgebildet, der diese Problematik löst.

Unser neuer Transistor wurde speziell für den Einsatz im Audio-Bereich entworfen. Er besitzt einen einzigartigen EPR (Emitter with Poly-Silicon Balanced Resistor = Emitterausgleichswiderstand) und enthält eine Anzahl von Transistoren mit hoher Durchbruchspannung und hervorragendem Frequenzverhalten, alles auf einem einzigen Silizium-Chip. Um die Emitterströme gleich zu halten, sind Emitterballastwiderstände in Reihe dazwischengeschaltet. Dadurch werden Spannungsdurchbrüche vermieden.

Die besonders hohen Transitfrequenzen sind: 90 MHz (NPN) und 70 MHz (PNP). Der Transistor zeigt eine P_C (collector power dissipation) von 150 W, I_C von 15 A und V_{CE0} von 180 V, was ihn als Hochleistungs-Verstärkungsfaktor (h_{FE}), der sich stark auf den Klirrgrad des Verstärkers auswirkt, über einen großen Strombereich erheblich verbessert. Ein breiterer Dynamikbereich ist nur einer der Vorteile für die Musikwiedergabe.

Aufbau des neuen High-f_T-Leistungstransistors

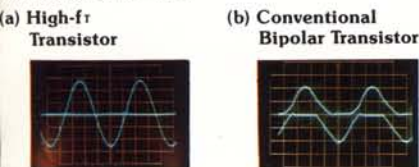


Stromwellenform des Leistungstransistors mit hoher Transitfrequenz

Wie bereits erwähnt, wird eine Anzahl der neuentwickelten Leistungstransistoren in der Ausgangsstufe des M-2 eingesetzt. Sie haben solch hervorragende Parameter, daß sie in ihrer Stromwellenform sogar unter härtesten Betriebsbedingungen von 200 Watt bei 100 kHz keine Störungen zeigen. Es läßt sich keine

Zunahme des vertikalen Stroms beobachten. Abb. b) stellt die Stromwellenform eines unter denselben Bedingungen getesteten bipolaren Transistors dar: hier ist eine starke Strömung festzustellen.

Stromwellenformen des Schaltverhaltens bei 100 kHz und 120 W



SPANNUNGSVERSTÄRKUNGSSTUFEN

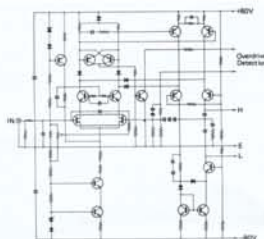
„Verstärkermusikalität“ läßt sich, praktischer ausgedrückt, als direkt mit „Impulsverhalten“ verwandt definieren. Ein Verstärker, der auf die sich ständig ändernden (impulsartigen) Wellenformen eines Musiksignals vom Eingang bis zum Ausgang exakt reagieren kann, ist nach dieser Definition „musikalischer“. Die Eingangs- oder erste Stufe des M-2 besteht aus einem Kaskode-Bootstrap-Differenzverstärker, bestückt mit einem neuen Doppel-FET großer Rauscharmuts- und Arbeitsteilheitscharakteristik. Der Doppel-FET ist genau genommen ein FET-Paar in einem Gehäuse mit exakt angepaßten elektrischen und thermischen Eigenschaften und eignet sich daher ideal für die Eingangsstufe eines DC-Verstärkers.

Die Kaskode-Bootstrap-Schaltung befähigt den Doppel-FET mit extrem niedrigen V_{DS} -Werten zu arbeiten, so daß eventuelle Schwankungen des „Drain-Gate“-Leckstromes keine Zunahme der normalerweise an den Eingängen erzeugten Verzerrung bewirken. Die Schaltung minimiert auch den Driftverlust (P_D) und trägt somit zur Gesamtstabilität des M-2 als DC-Verstärker bei.

Um eine hohe Ladekapazität zu erzeugen, werden sowohl die Eingangs- als auch die Vortreiberstufe mit einem mehr als 2 mA betragenden Strom gespeist, was das Impulsverhalten des Verstärkers verbessert. Es findet kein internes Abschneiden der Impulsspitzen statt. Mit anderen Worten: sogenannte „TIM-Verzerrung“ ist im Ausgangssignal des M-2 praktisch nicht vorhanden.

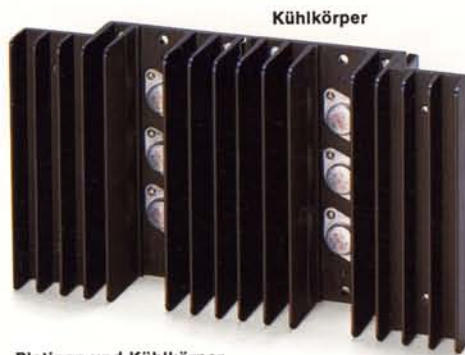
Der Vortreiber enthält einen Differenzverstärker mit einer Stromspiegel-Gegentakt-Schaltung in Kaskodenanordnung. Seine stabile Funktion ergibt sich aus seiner symmetrischen Schaltungsauslegung mit einer hohen CMRR (Common Mode Rejection Ratio). Die Stromspiegelschaltung gestattet A-/Gegentakt-Betrieb, wodurch Verzerrung durch ganz-zahlige höhere Harmonische auf ein Mindestmaß reduziert und mühelos eine ausreichende Spannungsverstärkung erreicht wird.

Spannungsverstärkungsstufe



LEISTUNGSVERSTÄRKUNGSSTUFE

Dank der Verwendung der High- f_T -Transistoren wäre der M-2 imstande, fast die zweifache Nennleistung abzugeben, wenn unsere Ingenieure die Ausgangsleistung nicht absichtlich begrenzt hätten, um die High- f_T -Transistoren unter optimalen Bedingungen einzusetzen. Wenn man die Leistungsverstärkungsstufe als Ganzes betrachtet, handelt es sich um einen

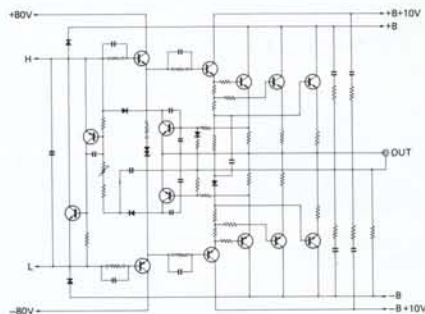


Platinen und Kühlkörper für Treiber/Leistungsstufen



dreistufigen, komplementären Gegentakt-DC-Typ in Emitterfolgerschaltung. Die neuentwickelte Linear-Transfer-Bias-Schaltung dient der vollen Nutzung der hohen Leistung der Transistoren, die in allen Leistungsdaten exakt gepaart sind, um eine hohe Spannungsverstärkung in einem weiten Frequenzbereich zu sichern. Die moderne Schaltungstechnik trägt für jede Stufe zu der kurzen Umladegeschwindigkeit innerhalb des Class-B-Betriebsbereiches bei. Dadurch wird die Verschlechterung des Frequenzganges und die Erzeugung von Verzerrungen bei den hohen Frequenzen verhindert, sowie für hohe Stabilität gesorgt. Jeder der neuen High- f_T -Transistoren, die im dreifachen Gegentakt-Verstärker verwendet werden, hat eine enorm hohe Kollektor-Verlustleistung (P_C) von 150 W, so daß der Verstärker

Leistungsverstärkungsstufe



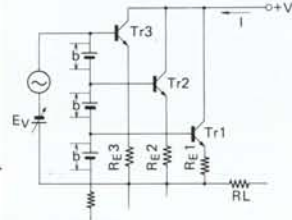
insgesamt eine viel höhere Ausgangsleistung als die Nennleistung abgeben könnte. Die Transistoren sind an großen Kühlkörpern mit niedrigem Wärmewiderstand angebracht. Somit wird eine hohe Wärmeabstrahlung ohne die Notwendigkeit eines geräusch- und eventuell vibrationserzeugenden Gebläses erreicht. Ihre Musik wird mit 200 Watt RMS pro Kanal mit hervorragender Naturtreue reproduziert.

YAMAHA's EXCLUSIVE LINEAR-TRANSFER-BIAS-SCHALTUNG

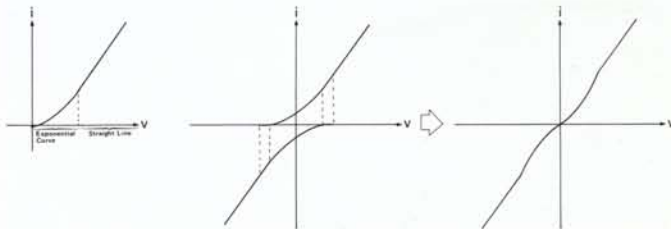
Seltsamerweise machen sich Übernahmeverzerrungen und Schaltverzerrungen in gewöhnlichen B-Verstärkern intensiver bei niedrigen Hörpegeln bemerkbar, besonders in den hohen Frequenzen.

Die Schaltverzerrungen wurden, wie bereits erklärt, im M-2 mit den neuen High- f_T -Transistoren minimiert. Die Übernahmeverzerrungen – das Resultat mangelnder durchgehender Linearität der in einem Gegentaktverstärker verwendeten Einzelbauteile – werden durch unsere neuen Linear-Transfer-Bias-Circuit beträchtlich reduziert. Unten ist die kombinierte Übertragungsfunktion eines bei geringem Strom arbeitenden Bipolartransistors

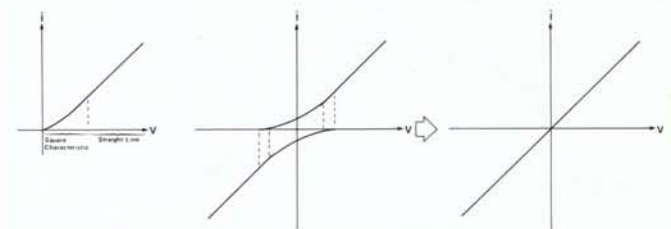
YAMAHA's exklusive Linear-Transfer-Bias-Schaltung



Exponential verlaufende Anstiegskurve



Anstiegskurve mit quadratischer Charakteristik



Linear-Transfer-Bias: Verzerrungskurven

($R_L = 8 \text{ ohms}$, T.H.D. = 0.0025%)



Konventionelle Steuerspannung: verzerrte Frequenzkurve

($R_L = 8 \text{ ohms}$, T.H.D. = 0.0025%)

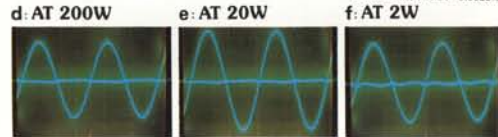


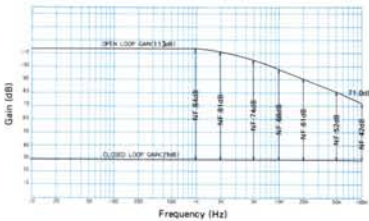
Abb. a-c zeigen die Ausgangsverzerrungskurven für ein 20-kHz-Signal bei zugeschaltetem Linear-Transfer-Bias-Schaltkreis (Abb. a: 200 W, Abb. b: 20 W, Abb. c: 2 W). Im linken Ausgangsleistungsbereich von 200 W bis 2 W wird kaum Verzerrungen festzustellen. Abb. d-f zeigen Ausgangsverzerrungskurven, ebenfalls für 20 kHz, bezogen auf denselben Ausgangspegel (Abb. d: 200 W, Abb. e: 20 W, Abb. f: 2 W), bei identischem Schaltungsauflage, jedoch mit einer gewöhnlichen Steuerspannungsschaltkreis. Bei 200 W treten fast keine Verzerrungen auf, bei 20 W und 2 W nimmt die Verzerrung jedoch zu.

abgebildet. Die Neigung zur Übernahmeverzerrung ist groß. Wie oben veranschaulicht, werden in unserer neuen Schaltung die drei Transistoren (in jedem Kanal) mit BIAS-Strömen angesteuert. Dabei wird der Arbeitspunkt eines jeden Transistors leicht versoben und die Gesamtübertragungskennlinie der Transistoren in eine quadratische Kennlinie im Niederstrombereich verwandelt. Als Folge davon wird die kombinierte Übertragungsfunktion des Komplementär-Verstärkers völlig linear (wie unten gezeigt), wodurch theoretisch Übernahmeverzerrungen gänzlich vermieden werden.

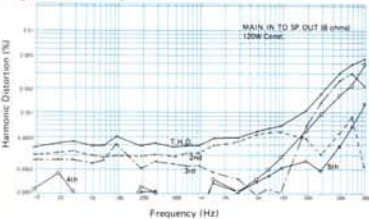
HERVORRAGENDE ÜBERTRAGUNGSEIGENSCHAFTEN

Die Verwendung modernster, in einigen Fällen wirklich revolutionärer Schaltungen, hat dazu beigetragen, daß der Yamaha M-2 Übertragungseigenschaften erreicht, mit denen sich die meisten konventionellen Endverstärker auch der höchsten Preisklassen nicht messen können. Die technischen Daten beweisen dies klar: der Frequenzgang variiert z. B. nur um $\pm 0,7/-0,5$ dB bei 100 kHz; Gesamtklirrrgrad beträgt weniger als 0,001 % im Bereich von 10–100 000 Hz bei einer Ausgangsleistung von 120 W. Der Signal-Fremdspannungsabstand liegt typisch über 127 dB (IHF-A). Das sind erstaunliche Daten! Sie bedeuten eine meisterhafte Wiedergabe aller Nuancen Ihrer Musik bei überwältigender Dynamik.

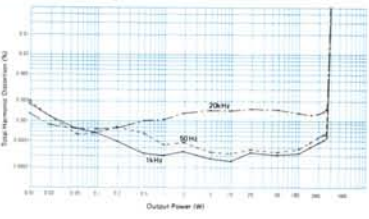
Frequenzgang: Hochtonabfall



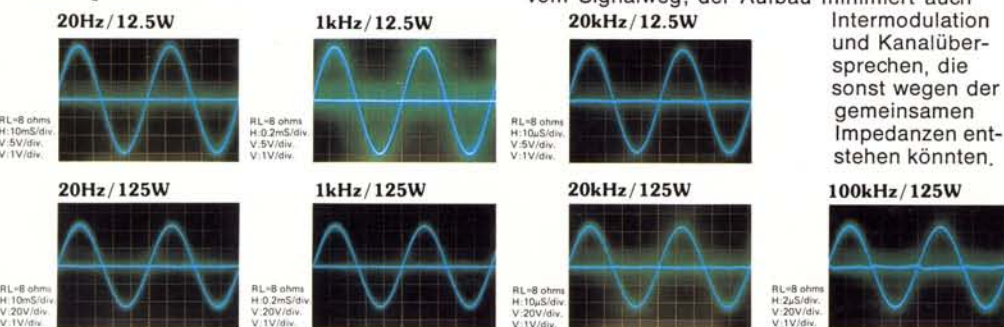
Ausgangsverzerrungen



Frequenzverzerrungen



Verzerrungskurven



NETZTEIL

Daß beim Entwurf eines Audio-Verstärkers die Netzteilschaltung nicht weniger wichtig ist als die einzelnen Verstärkerstufen, ist selbstverständlich. Dem Netzteil kommt die wichtige Aufgabe zu, den Verstärkern am richtigen Punkt und im richtigen Augenblick die benötigte Energie zu liefern, und zwar mit jederzeit ausreichender Reserve.

Zu einem guten Netzteil gehören daher niedrige Impedanz, gutes Impulsverhalten, hohe Kapazität und Stabilität. Im Yamaha M-2 werden diese Eigenschaften realisiert mit Hilfe eines Hochleistungs-Ringkerntransformators und eines Paares hochkapazitiver Elektrolytkondensatoren (22 000 μ F/100 V x 2), die beide unter Berücksichtigung ihrer Wirkung auf die Klangqualität sorgfältig selektiert werden. Bei ausreichenden Leistungsreserven trägt der Ringkerntransformator trotz der hohen Ausgangsleistung der Endstufe von 2 x 200 Watt zum verhältnismäßig leichten Gewicht (23 kg) des M-2 bei.

Außergewöhnlich leistungsstarker Ringkerntransformator



Electrolyt-Kondensatoren



Die hochkapazitiven Elektrolytkondensatoren besitzen eine dicke Folie zur Verbesserung des äquivalenten Reihenwiderstandes und sind speziell dazu konstruiert, Vibrationen und Ähnliches zu vermeiden. Die Ingenieure YAMAHA's gingen noch einen Schritt weiter, indem sie MYLAR®-Kondensatoren parallel schalteten, um ein Ansteigen der Netzteilimpedanz bei hohen Frequenzen zu vermeiden. Der Eingangsstufen-Emitterfolger-Verstärker wird von einem ± 80 V-Gleichspannungsschaltkreis des Vortreibers gespeist. Die Treibertransistoren der zweiten Stufe werden von einem separaten ± 10 V-Netzteil versorgt, das wiederum vom Haupt-B-Netzteil betrieben wird. Diese Anordnung stellt sicher, daß die Signale aller Amplituden gleichmäßig mit minimaler Verzerrung verstärkt werden.

Eine weitere Verfeinerung liegt in der lokalen Anordnung der Netzteile: indem sie so dicht wie möglich an die von Ihnen gespeisten Schaltungen gelegt wurden, ergab sich eine optimale Isolierung der Stromzuleitungen vom Signalweg; der Aufbau minimiert auch

Intermodulation und Kanalübersprechen, die sonst wegen der gemeinsamen Impedanzen entstehen könnten.

SCHUTZSCHALTUNGEN Verlustleistungsbegrenzer

Der M-2 enthält einen Verlustleistungsbegrenzer, der den Kollektorstromverlust der Leistungstransistoren entdeckt und die Transistoren vor Beschädigung durch Überbelastung, wie sie durch kurzgeschlossene Lautsprecherausgänge oder Impedanzunregelmäßigkeiten (unter 2 Ohm) verursacht wird, schützt.

Gleichspannungsbegrenzer

Die angeschlossenen Lautsprechersysteme werden durch ein Relais geschützt, das sofort anspricht, wenn eine Gleichspannung von ± 1 V an den Ausgängen auftritt. Als Hochleistungs-Abschaltrelais schaltet es verzögert ab und ist mit einer magnetischen Abschalt-Einrichtung (bei Überlastung) für stabilen Betrieb und extrem lange Lebensdauer ausgerüstet.

Stummschaltung

Netzschaltgeräusche (und damit evtl. Lautsprecher-„Schocks“) können in DC-Verstärkern zerstörend wirken. Nicht im M-2! Eine Stummschaltung sperrt die Signale ungefähr fünf Sekunden von den Lautsprecherausgängen ab, bis sich die Verstärker-Schaltkreise stabilisiert haben.

AUFBAU UND VERDRÄHTUNG



YAMAHA's eigene MYLAR®-Kondensatoren



Die Konzeption des M-2 hat die feine und kritische Grenze erreicht, wo der Einfluß seines

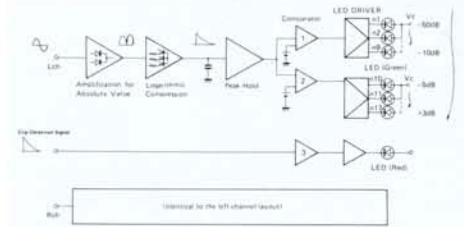
Aufbaus, der Verdrähtung und anderer Faktoren, die allgemein als sekundär angesehen werden, primäre Bedeutung annehmen. Bei der Konstruktion des M-2 legten wir den Transformator und die Kondensatoren ins Zentrum des Chassis, was eine einfachere Signalweganordnung gestattet. Die Kondensatoren sind auf 2,8 mm starken Kupferplatten an Masse gelegt, und die Platinen-Leiterbahnen haben eine Stärke von 70 μ , das Doppelte der sonst üblichen Stärke. Diese Maßnahmen gewährleisten eine niedrige Impedanz. Die Massepunkte werden mit größter Sorgfalt und nach wiederholten Tests festgelegt. Wie bei allen für die Musik bestimmten Yamaha-Produkten, erforderte die Verwirklichung des M-2 sowohl technisches wie auch musikalisches Können. Auch bei der Auswahl der Einzelteile wurde größte Sorgfalt aufgewendet. Details wie abgeschirmte Hohlkabel, laufzeitkorrigierende Kondensatoren, induktionsfreie Emitterwiderstände mit Anschlüssen aus entspanntem Kupfer, vergoldete Cinchbuchsen und Lautsprecheranschlüsse, spiegeln YAMAHA's konsequenten Einsatz für höchste Zuverlässigkeit und makellose Klangqualität wider.

BESONDERE AUSSTATTUNGSMERKMALE Spitzenwertanzeigen

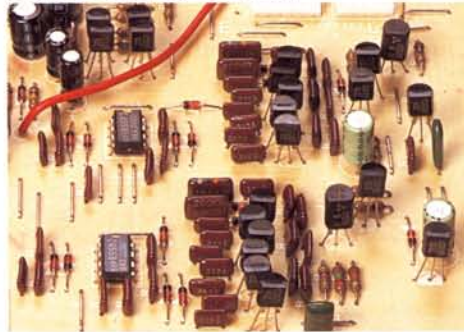
Das moderne Spitzenwertanzeigesystem verwendet eine grüne LED-Reihe. Wie im Foto



Blockschaltbild des Schaltkreises für Überlast- und Leistungs-Anzeigeelemente

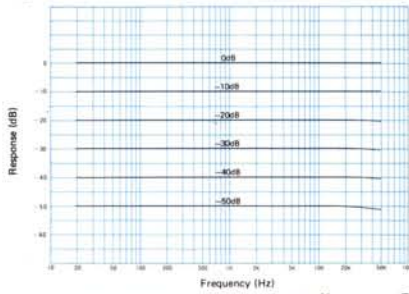


Printplatte der Anzeige-Schaltung



gezeigt, handelt es sich um ein Absolutwert-IC mit logarithmischer Eichung, eine Spitzenwertspeicherungsschaltung und zwei Komparator-

Anzeigecharakteristik des LED-Meters



Sets. Die Anzeigeskala ist aufgeteilt von -50 dB -5 B in 5-dB-Schritte und von -3 dB bis +3 dB in Schritte von 1 dB. Der 0-dB-Pegel entspricht 200 W (an 8 Ohm). Auch bei extremen Schwankungen der Umgebungstemperatur sind die Funktionen ungewöhnlich schnell (Anstiegszeit 100 μ s; Abfallzeit 0,75 s).

Überlastanzeige

Übersteuerung des Verstärkers durch übermäßig hohe Eingangsspannungen oder Überlastung werden durch rote LEDs angezeigt. Clipping (wenn der Klirrgrad ca. 1% erreicht) wird schon in der ersten Stufe berücksichtigt; die Anzeige speichert den Impuls ungefähr eine Sekunde lang.

Gleichspannungs- und Wechselspannungseingänge

Da der M-2 durchweg gleichspannungsgeschaltet ist, kann er auch Gleichspannungssignale verarbeiten. Aber er enthält auch eine Gleichspannungsschutzvorrichtung, die den M-2 außer Betrieb hält, wenn ein Gleichspannungssignal tatsächlich am Eingang ansteht. Um Stö-



örungen zu vermeiden, sind getrennte Eingänge an der Rückseite vorgesehen: Falls Gleichspannungsanteile im Eingangssignal auftreten können,

verwenden Sie bitte die AC-(Wechselspannungs-)Eingänge (ein Mylarfolien-Kondensator schneidet Signale unter 6,4 Hz ab).

Beleuchtete Lautsprecherschalter

Es sind vier vergoldete Lautsprecheranschlüsse vorhanden, die leichten Anschluß von zwei Laut-



sprecherpaaren gestatten. Die Wahlschalter an der Vorderseite (A oder B, A plus B oder Aus [OFF]) sind in Funktionsstellung beleuchtet.

Getrennte Links-/Rechts-Eingangsepegelsteller

gestatten die präzise Anpassung an die jeweiligen Ansteuerungskomponenten. (Vorverstärker, Equalizer, elektronische Frequenzweichen, spezielle „Direkt-Coupling“-Abtastsysteme).



TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|--|
| Nennausgangsleistung | 2 x 200 Watt (an 8 Ohm, bei 20-30.000 Hz, 0,005% Gesamtklirr) |
| Leistungsbandsbreite | 10-100.000 Hz (8 Ohm, 120 W, 0,01% Gesamtklirr) |
| Dämpfungsfaktor | 200 bei 20 kHz (8 Ohm) |
| Eingangsempfindlichkeit / Impedanz | 1 V (100 W, 8 Ohm) / 25 kOhm, 470 pF |
| Frequenzgang (8 Ohm, 1 W) | |
| DC-Eingang, 10 Hz und 1 kHz | 0 dB |
| 100 kHz | -0,7 ± 0,5 dB |
| AC-Eingang, 10 Hz | -1,5 ± 0,5 dB |
| 1 kHz | 0 dB |
| 100 kHz | -0,7 ± 0,5 dB |
| Klirrgrad (8 Ohm, 120 W) | |
| 10-20.000 Hz | kleiner 0,003% |
| 10-50.000 Hz | kleiner 0,007% |
| 100 kHz | kleiner 0,01% |
| Intermodulation (IHF) | kleiner 0,002% |
| | (8 Ohm, 60 W, 50 Hz : 7 kHz = 4 : 1) |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Geräuschspannungsabstand | ≥ 127 dB (IHF-A, R _L =8 Ohm, Eingang Kurzgeschlossen, Vol. Max) |
| Restrauschen | 20 μ V (IHF-A, 8 Ohm, Eingang Kurzgeschlossen, Vol. Min.) |
| Filter-Charakteristik AC | -6 dB/Okt. fc=6,4 Hz |
| Übersprechdämpfung (L→R, R→L) | |
| Vol. Max, 8 Ohm 1 kHz | 100 dB |
| 20 kHz | 80 dB |
| 100 kHz | 70 dB |
| Spitzenwertanzeigebereich | +3 dB bis -50 dB (5 dB Schritte) |
| Anstiegszeit / Abfallzeit | 100 μ Sek./0,75 Sek (-50 dB → +3 dB) |
| Überlastanzeigebereich | 1% Klirr |
| Leistungsaufnahme | 1.500 W |
| Abmessungen (B x H x T) | 435 x 182,7 x 361,5 mm |
| Gewicht | 23 kg |

Änderungen vorbehalten

Ausführliche Informationen und Beratung durch den autorisierten YAMAHA-Fachhandel.



NIPPON GAKKI CO., LTD., HAMAMATSU, JAPAN
YAMAHA EUROPA G.m.b.H.
2084 Rellingen b. Hamburg, Siemensstr. 22-34