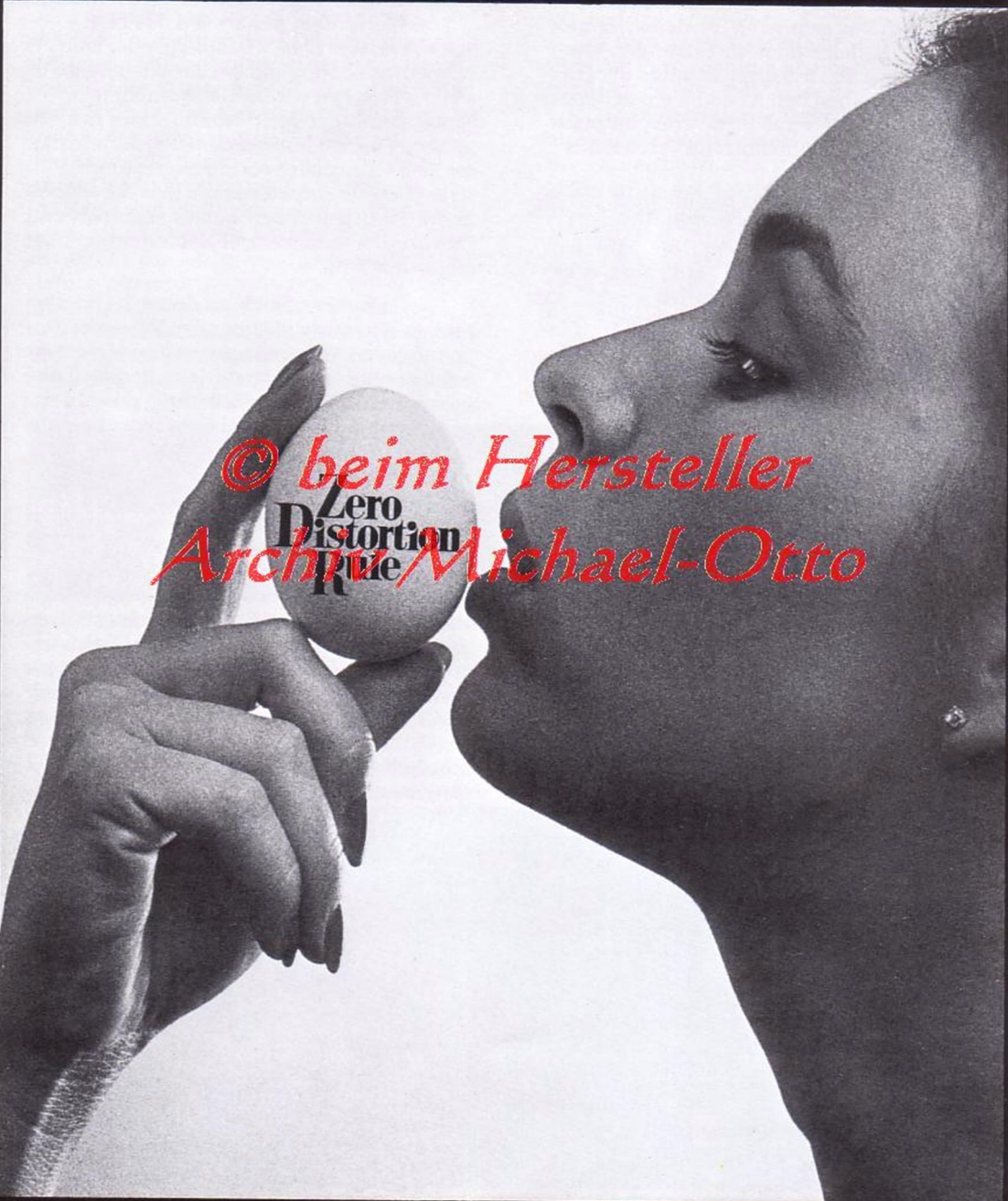



Die Entscheidung für ein Leben mit HiFi

Sonderpublikation: Zero Distortion Rule und musikalische Partner



*© beim Hersteller
Zero Distortion Rule
Archiv Michael-Otto*

YAMAHA  HIFI

ZDR – Zero Distortion Rule: Verzerrungsfreie Leistungsverstärkung. Yamahas exklusiver Schaltkreis, der zwischen Nutzsignal und Verzerrungen unterscheiden kann. Das heißt, erstmals völlige Eliminierung der im Leistungsverstärker addierten Verzerrungen, einschließlich der Verfälschungen durch elektromotorische Kraft von Lautsprechern.

ZDR ist der jüngste Triumph auf dem Weg zu völlig originalgetreuer Musikwiedergabe. Im Vergleich zu herkömmlichen Gegen- oder Mitkopplungsschaltungen werden hinzugefügte Verzerrungen ausgeschaltet.

Der ZDR-Schaltkreis besteht aus einem Verzerrungsdetektor und einer Additionsschaltung. Der Detektor leitet ein Signal ab, das der

Das Ziel ist und bleibt, dem Original nichts zu nehmen oder hinzuzufügen. Die technologischen Errungenschaften der HiFi-Elektronik haben bereits heute einen derartigen Höchststand erreicht, daß revolutionäre Entwicklungen kaum noch im Bereich des Möglichen liegen.

Eigentlich geht es nur noch um scheinbare Nuancen, die sich jedoch zu störender Einflußnahme bei sensiblen Hörempfinden summieren. Meßtechnisch kaum noch oder nicht mehr feststellbare Kriterien werden vom geschulten menschlichen Gehör immer noch registriert. Neue Tonträger, bessere Abtastsysteme und optimierte Schaltungstechniken lassen Schwachstellen hervortreten, an die man bisher überhaupt noch nicht gedacht hat.

In Labors und Instituten wurde beispielsweise festgestellt, daß manche Superverstärker mit so manchem Superlautsprecher keine gelungene Kombination ergab, während eine andere Zuordnung die Reproduktion zu einem Erlebnis werden ließ.

Im Lautsprecher erzeugte Gegenspannungen, die auf die Endtransistoren zurückwirken, können hier ebenso die Ursache bilden wie Vorgänge in den Kristallübergängen der Transistoren, die zu Verzerrungen führen und klangverändernd wirken.

Es blieb Yamaha vorbehalten, mit der ZDR-Technologie einen Schaltkreis zu entwickeln, der erstmals die im Leistungsverstärker addierten Verzerrungen völlig eliminiert.

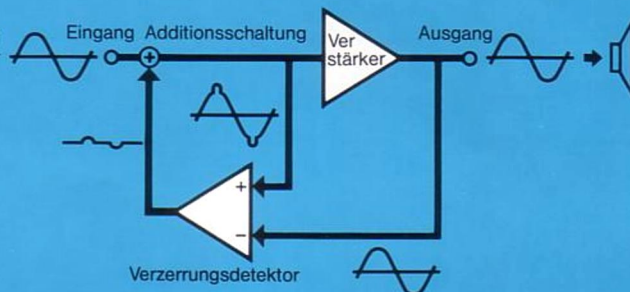
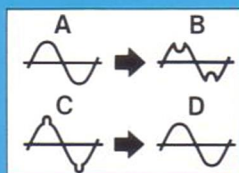
Worin liegt der Vorteil des ZDR-Schaltkreises? Eine Schallplatte oder eine Bandaufzeichnung soll bei der Wiedergabe exakt so klingen wie bei der Aufnahme im Konzertsaal oder im Tonstudio. Eines der größten Hindernisse bei der Realisierung dieser Zielsetzung sind Verzerrungen unterschiedlichster Art, von denen jede die »Form« des wiederzugebenden Signals verändert und eine absolut authentische Reproduktion unmöglich macht.

Obwohl es durch moderne Technologien gelungen ist, die fast allen Verstärkern anhaftenden Verzerrungen mehr oder weniger erfolgreich zu beseitigen, bleibt dennoch ein nicht unerheblicher Anteil übrig, durch den eine absolute Wiedergabegenauigkeit verhindert wird. Zwar konnte in einigen Fällen der Anteil an Verzerrungen ein Stück nähergekommen werden, aber das gesteckte Ziel wurde nie erreicht.

Um dem Ideal durch die ZDR-Konzeption näherzukommen, mußten die den Verstärkern anhaftenden Verzerrungen verringert werden. Man hat den Unlinearitäten passiver und aktiver Bauteile (Widerstände, Kondensatoren und Halbleiter) in der Form entgegen gewirkt, daß sie sich durch gezielte Auswahl gegenseitig aufheben. Hieraus resultiert eine wesentliche Verbesserung der gegenwärtigen musikalischen Wiedergabegenauigkeit, die gleichzeitig den Weg zur absoluten Originaltreue ebnet.

Zero Distortion Rule-Schaltkreis

Die dem Eingangssignal zugesetzten normalen Verzerrungen (A → B) werden durch Überlagerung des reinen, gegenphasigen Verzerrungssignals (C → D) vollständig beseitigt.



addierten Verzerrung im Leistungsverstärker entspricht. Diese »Nur-Verzerrung« speist die Additionsschaltung in die originale Information (bestehend aus Audiosignal und Verzerrung) phasengedreht und im Pegel exakt dimensioniert wieder ein. Auf diese Weise heben sich alle im Schaltkreis entstehenden Verzerrungen gegenseitig auf; das Musiksignal bleibt in höchster Reinheit erhalten.

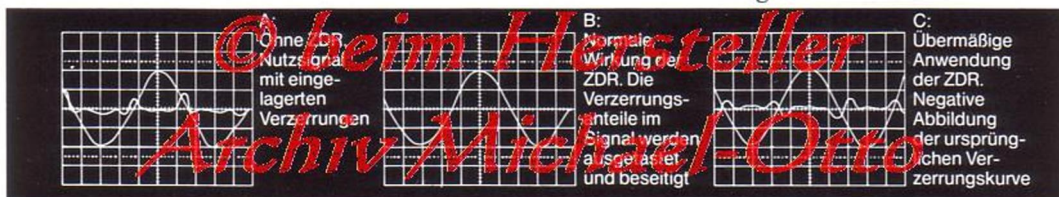
Was ist neu, was ist anders?

- Die Wirkungsweise ist grundsätzlich von einer herkömmlichen Gegenkopplung abweichend.
- Der Anteil der Verzerrungen wird in einem Ausmaß verringert, wie dies sonst nur bei mitgekoppelten Verstärkern möglich wäre.
- Stabile Arbeitsweise unter allen Bedingungen.
- Kombinierbar mit anderen Gegenkopplungsschaltungen.

Das Prinzip der ZDR-Schaltung. Obgleich die Auslegung der ZDR-Schaltung recht aufwendig und kompliziert erscheint, ist ihr Prinzip doch relativ einfach. Im wesentlichen besteht sie aus der eigentlichen Leistungsstufe, einem Verzerrungs-Detektor als Sensor und einer Additionsschaltung. Der Verzerrungs-Detektor liefert ein Austastsignal, dessen Pegel und Wellenform den im Verstärker entstandenen Verzerrungsprodukten exakt entspricht. Die Additionsschaltung fügt dieses »reine« Verzerrungssignal gegenphasig dem Eingang zu, wo es dem Nutz-/Störsignalgemisch überlagert wird. Da das Austastsignal den tatsächlichen Verzerrungen proportional entspricht, jedoch phasenverkehrt ist, heben

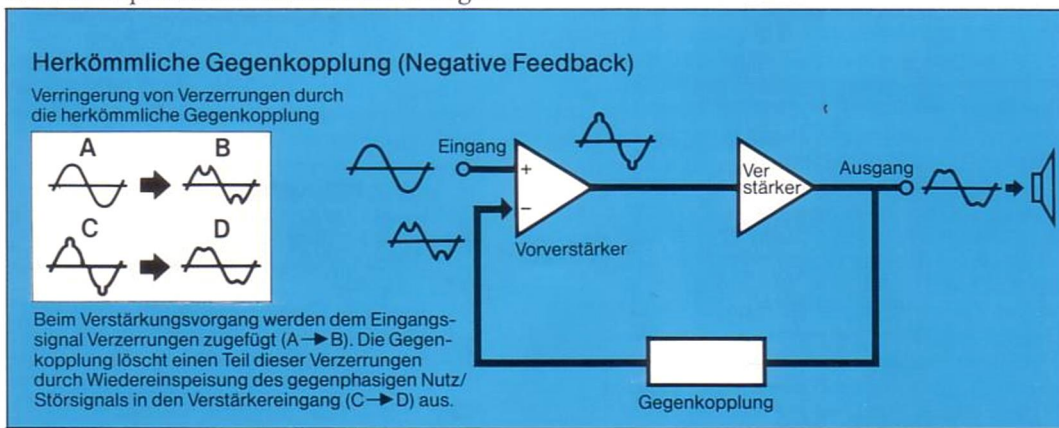
sich beide gegenseitig auf. Durch diese Austastung werden zwar sämtliche Verzerrungen innerhalb der Schaltung beseitigt, das Nutzsignal jedoch in keiner Weise beeinträchtigt.

Eine interessante Tatsache: wenn man den Pegel des vom Verzerrungs-Detektor gelieferten Austastsignals so weit erhöht, daß er stärker ist als der des ursprünglichen Verzerrungssignals und die »verstärkten Verzerrungen« dem Musiksignal überlagert, führt das zu einer »Über-Austastung« der Eigenverzerrungen des Verstärkers; es entstehen negative Verzerrungsprodukte. Selbstverständlich sind negative Verzerrungen ebenso unerwünscht wie positive, doch zeigt dieses Beispiel den enormen Wirkungsgrad der Austastung durch die ZDR-Schaltung.



ZDR im Vergleich zur herkömmlichen Gegenkopplung (Negative Feedback). Das bekannteste Verfahren zur Reduzierung von Verzerrungen in Nf-Verstärkerschaltungen ist die Gegenkopplung. Da der Effekt der Verzerrungs-Reduzierung jedoch vom Wirkungsgrad der Gegenkopplung abhängt, müßte man mit praktisch unendlich hoher Gegen-

kopplung arbeiten, um die Verzerrungen auf Null absenken zu können. Da eine derartig hohe Gegenkopplung physikalisch undurchführbar ist, läßt sich mit diesem Verfahren folglich auch keine vollständige Beseitigung der Verzerrungen erzielen. Die Anwendung der Gegenkopplung – eine Art negativer Rück-

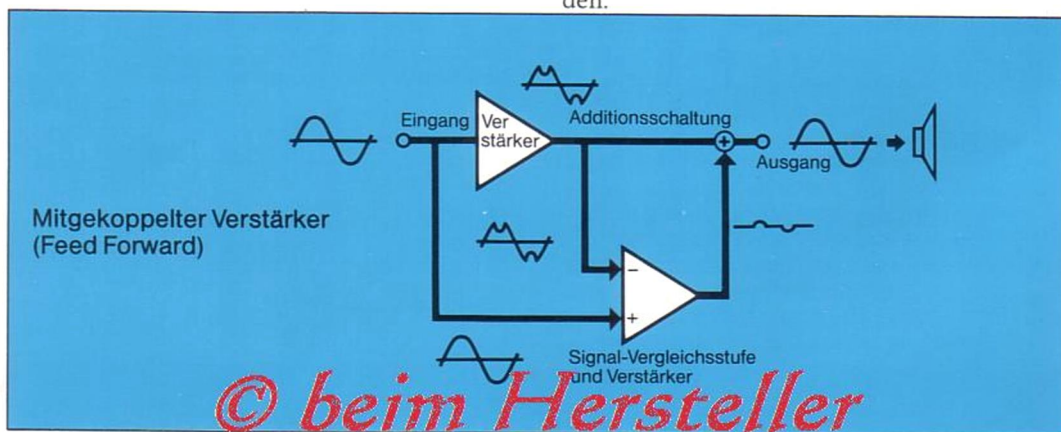


- Beeinträchtigt nicht die Aussprechgeschwindigkeit des Verstärkers.
- Erfasst auch Störanteile, die durch Gegen-EMK (EMK = elektromotorische Kraft) der Lautsprecher verursacht werden.

- Die zur Verzerrungskompensation erforderlichen Spannungen und Ströme sind extrem gering.
- Summa summarum: ZDR unterscheidet erstmals zwischen Nutzsignal und Verzerrungen.

kopplung – bewirkt nur eine Annäherung an die Verzerrungs-Nulllinie, während sie bei der ZDR-Schaltung nach unten durchstoßen wird,

und die Verzerrungen ein negatives Potential annehmen. Erst dadurch ist eine vollständige Beseitigung von Verzerrungen möglich geworden.



ZDR im Vergleich zur Mitkopplung (Feed Forward). Bei der Vorwärtsregelung wird das Gegenkopplungsprinzip in umgekehrter Richtung angewandt. Auch hier wird in Flußrichtung dem Nutzsignal ein gegenphasiges Verzerrungssignal zugesetzt, allerdings erst am Verstärkerausgang, wo die Signalpegel am höchsten sind. Diese Mitkopplung erfordert eine aufwendige Schaltung, die hohe Leistungen verarbeiten muß. Dennoch ist der Wirkungsgrad sehr gering. Außerdem kann ein vorwärtsgeregelter Verstärker hoher Leistung zusätzliche, unerwünschte Verzerrungen verursachen. Bei der ZDR-Schaltung hingegen erfolgt die Eliminierung der Verzerrungen bereits am Verstärkereingang, so daß man mit geringer Leistung auskommt. Da ZDR grundsätzlich nur mit niedrigen Signalpegeln arbeitet, können in ihr keine weiteren Verzerrungen entstehen.

Beseitigung thermischer Verzerrungen. Die ZDR-Schaltung schließt die Gefahr thermischer Verzerrungen, die an den Kristallübergängen der Leistungstransistoren auftreten, vollkommen aus. Da die Entstehung derartiger Verzerrungen im Nutzsignal bei Leistungsverstärkerschaltungen kaum zu vermeiden ist, beseitigt die ZDR-Schaltung diese wie auch alle anderen Verzerrungen vollständig auf ebenso einfache wie wirkungsvolle

Weise: das Verzerrungssignal wird dem Eingangssignal gegenphasig zugesetzt. Dies bewirkt eine Auslöschung der Verzerrungen und zurück bleibt nur das reine Nutzsignal (»Verzerrungs-Null«).

Ideale »steife« Lautsprecher-Schnittstelle. Da Lautsprecher ausschließlich auf elektromagnetischem und weniger auf rein elektronischem Prinzip arbeiten, kommt es zu Gegensätzen zwischen dem vom Verstärker gelieferten Ausgangssignal und dem Wiedergabeverhalten des Lautsprechers. Anders ausgedrückt heißt das: durch das Trägheitsmoment der Lautsprechermembran wird diese nicht exakt im Takt der Musiksignale ausgelenkt. In der durch das Verstärkersignal erregten Schwingspule wird im Kraftfeld des Magnetsystems eine Spannung induziert, die zum Verstärker zurückfließt. Man nennt dieses Phänomen auch Gegen-EMK (gegenseitige elektromotorische Kraft). Bei herkömmlichen Verstärkern beeinflusst die Gegen-EMK das Ausgangssignal, was zu Verzerrungen führt.

Die ZDR-Schaltung beseitigt die Einflüsse der Gegen-EMK in der gleichen Weise wie die Eigenverzerrungen der Verstärkerschaltung, während ein herkömmlicher Verstärker - so gering auch seine Ausgangsimpedanz sein mag - Verzerrungen durch die Gegen-EMK nicht verhindern kann.



Leistungsendstufe M-70 in ZDR-Schaltungstechnik. HighEnd-Kraftverstärker für höchste Ansprüche an Leistung, Klangtreue und Ausstattung.

- Ausgangsleistung 2 x 200 Watt sin (20–20.000 Hz an 8 Ohm bei weniger als 0,002% Klirrgrad)
- Frequenzgang 0–100.000 Hz (+0/–0,5 dB)

- Geräuschspannungsabstand (IHFA) 124 dB
- Zero Distortion Rule-Schaltkreis
- »X«-Netzteil und »X«-Verstärkerteil
- L/R-Pegelregler für 2 Lautsprecherpaare
- New Linear Transfer Bias-Schaltung
- Opto-elektronische Zweibereichs-Leistungsanzeige mit 20 LEDs und zuschaltbarer Spitzenwert-Speicherung (PEAK HOLD)



Ausstattungs-Hauptmerkmale der Endstufe M-70 im Detail:

Zero Distortion Rule. ZDR-Schaltkreis für erstmals verzerrungsfreie Verstärkung.

Linear Transfer Bias. Übernahmeverzerrungen, aus nichtlinearer Arbeitsweise der Leistungstransistoren resultierend, werden durch diesen Schaltkreis unterdrückt. Den Leistungstransistoren der Gegentakt-Kaskoden-Endstufe wird eine präzise kalibrierte Vorspannung zugeführt, die durch Staffelung der Arbeitspunkte völlig lineare Übertragungseigenschaften bewirkt. Übernahmeverzerrungen sind praktisch ausgeschaltet.

»X«-Leistungsverstärker. Die hohe Leistungsfähigkeit des »X«-Kraftverstärkers erklärt sich daraus, daß ein verzögerungsfreier Sensor ihn in Abhängigkeit vom zu erwartenden Ausgangssignal entweder mit hoher oder niedriger Betriebsspannung versorgt. Für durchschnittliche Pegel ist die niedrige Spannung ausreichend; spürt der Detektor im abgetasteten Signal einen entsprechenden Wert

auf, wird verzögerungsfrei umgeschaltet. Maximaler Wirkungsgrad und minimale Wärmeentwicklung kennzeichnen einen Hochleistungsverstärker, der stets unter optimalen Bedingungen arbeitet und auch bei Vollast natürliche Musikwiedergabe gewährleistet.

»X«-Netzteil größter Stabilität. Durch gesteigerten Wirkungsgrad und höchste Leistungsbereitschaft entspricht das »X«-Netzteil den hohen Anforderungen deutlich besser als herkömmliche Konstruktionen. Durch Spannungsregelung nimmt das »X«-Netzteil stets nur so viel Strom auf wie der Kraftverstärker im Augenblick zur Signalverstärkung benötigt. Selbst Schwankungen der Netzspannung von $\pm 10\%$ haben keinerlei Einfluß auf die Ausgangsspannung. Den unterschiedlichsten Belastungen begegnet das »X«-Netzteil mit souveräner Leistungsbereitschaft.



Vorverstärker C-70. HighEnd-Kontrollverstärker der professionellen Sonderklasse. Hinter der Frontklappe dieses hochwertigen Bausteins verbergen sich aufwendige Regelmöglichkeiten wie ein parametrischer Zwei-Band-Equalizer, Impedanzanpassung für dynamische Abtaster und die Aktivierung eines separaten MC-Vorvorverstärkers.

Die New Linear Transfer-Schaltung bewirkt, daß alle Halbleiter stets unter optimalen Bedingungen für ein Minimum an Verzerrungen arbeiten. Durch den neuentwickelten Phono-Entzerrer mit verbessertem Frequenzgang und erhöhter Phasentreue sowie Disc Direct-Funktion ist der C-70 besonders für anspruchsvolle Plattenwiedergabe prädestiniert.

Musikalische Partner



Daten und Ausstattungs-Hauptmerkmale des Vorverstärkers C-70 im Detail:

- Frequenzgang 5–100.000 Hz (+0/–0,5 dB)
- Klirrgrad 0,001%
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) Tuner, Tape, Aux: 105 dB; Phono MM: 94 dB

Separate Vorverstärker für MM- und MC-Tonabnehmer. Völlig getrennte Entzerrer sichern durch aufwendige Schaltkreise ultra-präzise Signalverarbeitung für unvergleichbare Auflösung und Dynamik beider Wandlerprinzipien.

Zwei wählbare Phono-Direkteingänge. Die vergoldeten Eingangsbuchsen für MM und MC sind direkt auf die entsprechenden Entzerrer-Vorverstärker geschaltet. Durch Umgehung des Wahlschalters für Phono 1 und 2 werden Übergangswiderstände in dieser empfindlichen Verstärkerstufe vermieden.

New Linear Transfer. Dieser aufwendige Schaltkreis versorgt die Transistoren der Class A-Stufe mit einer vom Audiosignal abhängigen Vorspannung.

Parametrischer Zwei-Band-Equalizer. In beiden Bereichen zur Frequenzgang-entzerrung ist eine stufenlose Bestimmung der Bandbreite sowie eine Anhebung bzw. Absenkung des Signalpegels um je 12 dB möglich.

Phasengedrehte Vorverstärkerausgänge. Die normalen und invertierten Vorverstärkerausgänge gestatten den Anschluß von zwei Stereo-Endstufen. Je eine Endstufe pro Kanal, in der Funktion als Mono-Endstufe, realisiert Leistungsbereitschaft und Klangqualität in höchster Vollendung.



Leistungsendstufe M-50 in ZDR-Schaltungstechnik. Besonders stabiler Kraftverstärker der Spitzenklasse mit praxisnahem Komfort für die packende Dynamik des Originals.

- Ausgangsleistung 2x 120 Watt sin (20–20.000 Hz an 8 Ohm bei weniger als 0,002% Klirrgrad)
- Frequenzgang 0–100.000 Hz (+0/–0,5 dB)

- Geräuschspannungsabstand (IHFA) 122 dB
- Zero Distortion Rule-Schaltkreis
- »X«-Netzteil
- New Linear Transfer Bias-Schaltung
- Opto-elektronische Leistungsanzeige mit 20 LEDs und zuschaltbarer Spitzenwert-Speicherung (PEAK HOLD)
- L/R-Pegelsteller für 2 Lautsprecherpaare



Ausstattungs-Hauptmerkmale der Endstufe M-50 im Detail:

Zero Distortion Rule. ZDR-Schaltkreis für erstmals verzerrungsfreie Verstärkung.

Linear Transfer Bias. Diese einzigartige Schaltungsauslegung reduziert aus nichtlinearer Arbeitsweise der Leistungstransistoren resultierende Übernahmeverzerrungen. Den Endtransistoren der Gegentakt-Kaskoden-Endstufe wird eine präzise kalibrierte Vorspannung zugeführt, die eine Staffelung der Arbeitspunkte und damit völlig lineare Übertragungseigenschaften bewirkt. Übernahmeverzerrungen sind praktisch ausgeschaltet.

»X«-Netzteil größter Stabilität. Kraftverstärker der höchsten Leistungsklasse benötigen eine besonders zuverlässige Spannungsversorgung. Durch gesteigerten Wirkungsgrad und höchste Leistungsbereitschaft entspricht das »X«-Netzteil hohen Anforderungen deutlich besser als herkömmliche Konstruktionen. Durch Spannungsregelung nimmt es nur den jeweils zur Signalverstärkung benötigten

Strom auf. Ist für durchschnittliche Leistungsabgabe nur geringe Spannung erforderlich oder wird für Spitzen hohe Versorgung notwendig, stellt das »X«-Netzteil genau im richtigen Augenblick die erforderlichen Reserven bereit. Durch aufwendige Regelelektronik wird die Versorgungsspannung äußerst stabil gehalten; selbst Schwankungen der Netzspannung von $\pm 10\%$ haben keinerlei Einfluß auf die Ausgangsspannung.

Lautsprecherausgänge mit Pegelstellern. Die zur Spitzenklasse zählende Endstufe M-50 verfügt nicht nur über zwei Paare schaltbarer Ausgänge, sondern auch über unabhängige Pegelsteller für die Gruppen A und B. Sie bieten die Möglichkeit, die maximale Ausgangsleistung zu begrenzen, falls Lautsprecher geringer Belastbarkeit zum Einsatz kommen. Auch Lautsprechergruppen unterschiedlichen Wirkungsgrades können durch die Pegelsteller in der Lautstärke aufeinander abgestimmt werden.



Vorverstärker C-50. HighEnd-Kontrollverstärker für professionelle Ansprüche, ausgestattet mit einer eindrucksvollen Vielzahl technologischer Innovationen. Gradlinige, hochsensible Schaltungsauslegung und umfangreiche Regelmöglichkeiten hinter der Frontklappe sichern gesteigerten Hörgenuß. Für anspruchsvolle Audiophile gehört der C-50 bei der Zusammenstel-

lung wertbeständiger HiFi-Komponenten zur ersten Wahl.

Besondere Erwähnung verdienen der direkte und zwei wählbare Phono-Eingänge, der Extended Rolloff Phono-Entzerrer, der Vierfach-Lautstärkereger und die exklusive New Linear Transfer-Schaltung. Da wären ferner Disc Direct-Schaltung, stufenlos wählbare Einsatzfrequenzen der Klangsteller u.v.a.m.

Musikalische Partner



*© beim Hersteller
Archiv Michael-Otto*

Daten und Ausstattungs-Hauptmerkmale des Vorverstärkers C-50:

- Frequenzgang 5–100.000 Hz (+0/–0,5 dB)
- Klirrgrad 0,001%
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) Tuner, Tape, Aux: 105 dB; Phono MM: 93 dB

Eingang für dynamische Abtaster.

Ohne zusätzlichen Aufwand für einen separaten Moving Coil-Vorverstärker gestattet der Wahlschalter für dynamische Tonabnehmer den Anschluß leistungsfähiger MC-Systeme.

Extended Rolloff Phono-Entzerrer.

Dieser Schaltkreis unterbindet Phasenverschiebungen in Frequenzbereichen, in denen übliche Entzerrer bereits von der RIAA-Kennlinie abweichen.

Vierfach-Lautstärksteller.

Auch bei geringer Abhörlautstärke werden hervorragende Fremdspannungsabstände realisiert; der exklusive Lautstärksteller gewährleistet minimales Eigenrauschen durch Dämpfung der Pegel in verschiedenen Stufen.

New Linear Transfer. Dieser aufwendige Schaltkreis versorgt die Transistoren der Class A-Stufe mit einer vom Audiosignal abhängigen Vorspannung.

Stufenlos wählbare Einsatzfrequenzen der Klangsteller. Komfortabel und vielseitig lassen sich raumakustische Einflüsse kompensieren sowie individuelle Klangvorstellungen realisieren. Die Einsatzfrequenz für den Baß ist zwischen 100 Hz und 500 Hz wählbar, während der Höhensteller zwischen 1 kHz und 5 kHz einsetzt.



Vollverstärker A-960 II in ZDR-Schaltungstechnik. Komfortabel ausgestattete Komponente der Spitzenklasse mit ultrapräziser Signalverarbeitung bei hohem Wirkungsgrad.

- Ausgangsleistung 2 x 105 Watt sin (20–20.000 Hz an 8 Ohm bei 0,005% Klirrgrad)
- Frequenzgang 0–100.000 Hz (+0/–2 dB)
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) Tuner, Tape, Aux: 106 dB; Phono MM: 93 dB

- Zero Distortion Rule-Schaltkreis
- »X«-Netzteil
- Pure Current Servo Entzerrer-Vorverstärker
- Phono Kapazitäts- und Impedanz-Wahlschalter
- Main Direct-Schalter
- Disc Direct-Schaltung
- Wählbare Einsatzfrequenzen der Klangsteller



*© beim Hersteller
Archiv Michael-Otto*

Ausstattungs-Hauptmerkmale des Vollverstärkers A-960 II:

»X«-Netzteil, Gleichstromtechnik und ZDR-Schaltung. Das ist die Basis dieses Vollverstärkers der Spitzenklasse für gesteigerte Leistungsbereitschaft, erhöhten Komfort und packenden Musikgenuß.

Ultrastabile Stromversorgung durch Pure Current Servo verbessert Übersprechen und Verzerrungen im Phonoverstärker. MC-Eingang, Impedanz- und Kapazitäts-Wahlschalter für Magnetabtaster garantieren präzisierte Schallplattenwiedergabe.

Wählbare Einsatzfrequenzen der Klangsteller, Simultan-Programmbetrieb, Leistungsanzeige mit wählbarem Einsatzpunkt, direkte Durchschaltung des Phono-Eingangs, Phono-Vorzugsschaltung und stufenlos regelbare Loudness gestatten individuellen Hörgenuß.

Phono-Direkt- und Phono-Vorzugs-schaltung. Durch den Main Direct-Schalter gelangen das besonders empfindliche Phono-

signal und alle Eingänge unter Umgehung von Klangstellern und Filtern unmittelbar an das Servo-direktgekoppelte Hochleistungs-Endverstärkerteil. Der vereinfachte Signalweg gestattet dem audiophilen Puristen die Ausschaltung sämtlicher Netzwerke, die das Musiksignal beeinflussen könnten.

In konsequenter Fortsetzung der Schaltungsauslegung für größte Klangreinheit erlaubt der Disc Priority-Schalter nicht nur sofortige Umschaltung auf Phonobetrieb, sondern verhindert durch Umgehung von Eingangswahlschalter und Einrichtung für Simultan-Programmbetrieb die Gefahr von Qualitätsminderung durch Schalterwiderstände.

Der Vollverstärker A-960 II ist in silberner und schwarzer Ausführung lieferbar.



Vollverstärker A-760 II in ZDR-Schaltungstechnik. Optimierte Version des Testsiegers A-760. Ausgestattet mit »X«-Netzteil und aufwendigen MM- und MC-Vorverstärkern für höchste Klangtreue.

- Ausgangsleistung 2 x 80 Watt sin (20–20.000 Hz an 8 Ohm bei 0,005% Klirrgrad)
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) Tuner, Tape, Aux: 106 dB; Phono MM: 92 dB

- Zero Distortion Rule-Schaltkreis
- »X«-Netzteil
- Pure Current Servo Entzerrer-Vorverstärker
- Main Direct-Schalter
- Disc Direct-Schaltung
- MC-Eingang
- Simultan-Programmbetrieb mit Tape Copy



Ausstattungs-Hauptmerkmale des Vollverstärkers A-760 II:

Zero Distortion Rule. ZDR-Schaltkreis für erstmals verzerrungsfreie Verstärkung.

»X«-Netzteil größter Stabilität. Intelligente Spannungsregulierung aktiviert die Kraftreserven exakt zu dem Zeitpunkt, an dem sie benötigt werden. Das heißt, daß auch spektakuläre Dynamikspitzen so wiedergegeben werden, wie sie im Original zu begeistern vermögen. Extremsten Anforderungen begegnet das überlegene Netzteil mit höchster Stabilität. Selbst starke Schwankungen der Netzspannung haben keinerlei Einfluß auf die zuverlässige Arbeitsweise.

Pure Current Servo-Schaltkreis. Die bei herkömmlichem Aufbau unvermeidliche Beeinflussung der Stromversorgung durch das Audiosignal wird durch Pure Current Servo völlig ausgeschaltet. Die stabile Gleichstromtechnik des Entzerrervorverstärkers sichert eine deutlich verbesserte Schallplattenwiedergabe.

Disc Priority- und Main Direct-Schaltung. Dem Ideal äußerster Klangreinheit verpflichtet, werden durch Disc Priority die Eingangswahlschalter überbrückt und durch Main Direct (direkte Durchschaltung der Eingänge) die Klangsteller und Filter umgangen.

Simultan-Programmbetrieb. Gestattet Bandaufzeichnungen bei gleichzeitigem Abhören eines zweiten Programms sowie Tape-to-Tape-Copy.

Listening Level Monitor. LED-Spitzenwertanzeige mit vorwählbarem Einsatzpunkt der Leistungsabgabe in Watt.

Stufenlos regelbare Loudness. Mit dieser Korrekturschaltung wird voller Klang auch bei geringer Lautstärke ermöglicht.

Schaltbarer Höhenfilter. Wichtiges Konstruktionsdetail, mit dem das Rauschen von Platten und Bändern minderer Qualität reduziert wird.

Nicht zuletzt erschließen sensible Vorverstärker die Vorzüge hochwertiger dynamischer oder magnetischer Tonabnehmer.



Tuner T-70. UKW/MW-Empfangsteil mit Servo Lock-Synthesizer in Computertechnologie für audiophile Ansprüche. Ausgestattet mit einem allen Quarzen überlegenen, exklusiven Mikrostimmgabel-Oszillator für temperaturstabile Frequenzkonstanz. Abstimmung durch Sendersuchlauf oder Abruf von bis zu 10 UKW- oder MW-Stationen sichern besonders schnelle und komfortable Bedienung. Hierzu zählen auch die

automatische ZF-Bandbreitenumschaltung bei kritischen Empfangsbedingungen und die Speicherung der favorisierten Station beim Einschalten.

Weitere Ausstattungsmerkmale sind der ultralineare UKW-Demodulator, der exklusive Echtzeit-CMOS-DC-NFB-PLL-Stereodecoder, Testton-Generator, LED-Anzeige für Signalqualität, digitale Frequenzanzeige u.v.a.m.

Musikalische Partner



*© beim Hersteller
Archiv Michael-Otto*

Die wichtigsten Daten und Hauptmerkmale des UKW/MW-Tuners T-70:

- Eingangsempfindlichkeit $0,9 \mu\text{V}$
- Frequenzgang 30–15.000 Hz (+0,3/-0,5 dB)

Computer Servo-Verriegelung. Vergleicht und verriegelt die Empfangsfrequenz exakt durch die von der Mikrostimmgabel erzeugten Referenzfrequenz. Verbesserte Fremdspannungsabstände garantieren detailreiche, rauschfreie Wiedergabe.

RF Servo-Verstärkungsregelung. Reduziert zur Verbesserung des Fremdspannungsabstandes automatisch die Verstärkung, sobald Interferenzen in der HF-Stufe auftreten.

Synthesizer-Abstimmung mit Servo Lock. Durch neue Computertechnologie werden die bisher unvermeidlichen Abstriche an die Klangtreue verhindert, die Digital-Synthesizern anhaften.

Echtzeit-CMOS-DC-NFB-PLL-Multiplex-Demodulator. Verbesserter Frequenzgang und präzise Stereo-Wiedergabe mit geringsten Verzerrungen durch neuartige Technologien, die durch Hochgeschwindigkeits-CMOS-Schalter eine weitere Optimierung erfahren.

Tuner T-960 II. UKW/MW-Empfangsteil in Computerabstimmung mit Servo Lock-Synthesizer und Mikrostimmgabel-Oszillator für höchste Klangtreue. Sendersuchlauf, Vorwahl des beim Einschalten gewünschten Senders, 10 Stationspeicher für UKW oder MW und automatische Bandbreitenumschaltung für kritische Empfangsbedingungen garantieren ein Maximum an Bedienungskomfort.

Weitere Ausstattungsmerkmale: DC-NFB-PLL-Stereodecoder. Anti-Interferenz-PLL-Schaltung. LED-Anzeige für Signalqualität. Pegelton-Generator.

- Eingangsempfindlichkeit $0,9 \mu\text{V}$
- Frequenzgang 30–15.000 Hz (+0,3/-1,0 dB)



Cassettendeck K-960. Mit »dbx« Expander für die packende Dynamik des Originals, Rein-Sendust-Tonkopf mit beispielgebend niedriger Impedanz, exklusiver Pure Current-Verstärkerschaltung, Zweimotoren-Laufwerk und allem, was dauerhafte Zuverlässigkeit garantiert.

Der Dynamikumfang – d.h. die Differenz zwischen leisester und lautester Passage – kann bei Orchestermusik bis zu 110 dB betragen. Mit

herkömmlichen Cassettengeräten schrumpft dieser Umfang jedoch auf 50 bis 60 dB zusammen. Der »dbx« Expander – im K-960 integriert – gestattet in der Faszination des Live-Konzerts die Speicherung der ganzen Fülle musikalischer Details.

- Frequenzgang (Reineisen) 40-22.000 Hz
- Gleichlaufschwankungen <0,1% (DIN)

Musikalische Partner



Weitere Ausstattungs-Hauptmerkmale und Daten des Cassettendecks K-960:

Rein-Sendust-Tonkopf. Ungewöhnliche Empfindlichkeit, beispielgebende Linearität und hohe Lebensdauer sind das Resultat für kristallklaren, natürlichen Klang. Als Niederimpedanz-Tonkopf ausgelegt, erhöht sich die Impulstreue so wesentlich, daß auch komplexe Musiksignale mit höchster Genauigkeit wiedergegeben werden.

Pure Current Servo. Yamahas exklusive Schaltungsauslegung, die sämtliche Verstärkerstufen unter hochstabilen, konstanten Betriebsbedingungen arbeiten läßt.

Komfortable Klangregie. Eine Sound Focus-Schaltung gestattet die Wahl zwischen optimalem Frequenzgang oder höchster Phasenreinheit. Bandsorten-Wahlschalter und stufenlos regelbare Vormagnetisierung, Dolby-System, Spitzenwert-Fluoreszenzanzeigen, leichtgängige Tiptasten und IC-Logiksteuerung sind wichtige Details dieses Cassettendecks der Sonderklasse.

Cassettendeck K-500. Mit Niederimpedanz-Tonkopf aus reinem Sendust, der die volle Leistungsbereitschaft des hochwertigen Materials erschließt. Ultra-stabilen und zuverlässigen Bandtransport sichert Yamahas 2-Motoren-Technologie. Durch aufwendige Bauweise erzielte hohe Fremdspannungsabstände sind Voraussetzung für naturgetreue Wiedergabe, die durch Dolby-C, Dolby-B und Reineisenfähigkeit garantiert wird. Sensible IC-Logiksteuerung und automatische Bandsortenwahl gestatten hohen Bedienungskomfort.

- Frequenzgang (Reineisen) 40-20.000 Hz
- Gleichlaufschwankungen <0,08% (DIN)



Schallplatten-Abspielereinheit PX-2. Abgestimmt auf HighEnd-Komponenten, markiert dieses Spitzenmodell die Grenzen der musikalischen Perfektion. Neben quarz-kontrolliertem Direktantrieb und opto-elektronisch gesteuertem Tangential-



tonarm steht vollautomatisierter Komfort mit Wiederholeinrichtung und vielem Exzellenten mehr. Gleichlaufschwankungen $<0,01\%$. Geräuschspannungsabstand (IHFA) >80 dB.

Musikalische Partner

Schallplatten-Abspielereinheit PX-3.

Durch sinnvoll reduzierten konstruktiven Aufwand gegenüber dem Spitzenmodell erfüllen sich mit dem PX-3 ungeschmälert höchste audiophile Ansprüche. Auch dieser Plattenspieler verfügt über den bewährten, beispielhaft verzerrungsfreien Tangentialtonarm, den gleichen Antrieb und quarz-stabilisierte PLL-Drehzahlregelung.

Herzstück ist ein LSI Logik-Großschaltkreis, der die Steuerungen nahezu aller Funktionen übernimmt. Separate Motoren für Tonarmbewegung und Lift, Wiederholeinrichtung und Frontbedienung auch bei geschlossener Haube sind nur einige Beispiele für Komfort und Präzision.

- Gleichlaufschwankungen $<0,015\%$
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) >77 dB

extrem hohe Gleichlaufkonstanz sorgt eine quarz-stabile PLL-Servosteuerung.

- Gleichlaufschwankungen $<0,015\%$
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) >77 dB



© beim Hersteller



Archiv Michael Otto

Plattenspieler P-700. Vollautomat mit quarz-kontrolliertem Direktantrieb, Wiederholeinrichtung und Optimum-Mass-Tonarm für überdurchschnittliche Wiedergabetreue. Hoher konstruktiver Aufwand sichert absolut zuverlässige Automatikfunktionen, die während des Abspielens von Schallplatten so entkoppelt sind, daß keine klangliche Beeinflussung erfolgt. Zum problemlosen Austausch von Tonabnehmern wird ein stabiler zweiter Systemträger mitgeliefert.

- Gleichlaufschwankungen $<0,015\%$
- Geräuschspannungsabstand (IHFA) >78 dB

Plattenspieler P-850. Quarz geregelter Vollautomat mit Direktantrieb und Wiederholeinrichtung sowie separaten Motoren für Tonarm und Lift. Mikroprozessor-Steuerung regelt die mit der Drehzahleinstellung gekoppelte Plattendurchmesservorwahl, das automatische Abheben und Rückstellen des resonanzarmen Optimum Mass-Tonarms in zwei wählbaren Geschwindigkeiten sowie den Dauerbetrieb.

Eine Besonderheit ist die NF-Stummschaltung, die das störende Knacken beim Aufsetzen der Abtastnadel ausblendet. Für



Baßreflex-Standmonitor FX-3. Spitzenmodell in exklusiver Beryllium-Technologie für unverfälschte Wiedergabe in höchster Perfektion. Hoch- und Mitteltonkalotten aus reinem Beryllium erschließen durch unübertroffen präzise, superschnelle Signalansprache ein



unerhört weites Frequenzspektrum, während der Tieftöner auch unter der Wucht der Vollast gegen Teilschwingungen immun bleibt. Als Maßstab für die Dynamik des Natural Sound präsentiert sich der Monitor in einem völlig verwindungssteifen Gehäuse (62 kg).



© beim Hersteller

Archiv Michael Otto

Studio-Lautsprecher NS-1000M. In betont sachlicher Monitorausführung setzt dieser hochwertige Schallwandler mit Beryllium-Chassis sensible Signale in opulente Klangfreuden um.

Es blieb Yamaha vorbehalten, Beryllium durch revolutionäre Verfahren für den Hoch- und Mitteltonbereich zu erschließen. Kein anderes Material spricht derart verzögerungsfrei und exakt auf die vom Verstärker gelieferten Signale an. Jedes noch so feine musikalische Detail wird naturgetreu reproduziert. Durch präzise Ein- und Ausschwingvorgänge wird ein überragender Frequenzgang erreicht, der weit über die Obergrenze des Hörspektrums hinausreicht.

Die Hoch- und Mitteltonsysteme erhalten von einer aufwendigen Frequenzweiche genau den Bereich zugeteilt, in dem es volle Leistungsfähigkeit entfalten kann, während die dynamische Baßwiedergabe durch den großzügig dimensionierten Magneten besonderer Feldliniendichte mit einer Flachdraht-Schwingspule garantiert wird.

Dieser bereits legendäre Monitor-Lautsprecher ist als Modell NS-1000 auch in Ebenholz lieferbar.

Baßreflex-Lautsprecher NS-690 III. Forschung, Modellpflege und handwerkliche Tradition finden ihre Bestätigung in ungewöhnlicher Klangfülle, perfekter Linearität und gestochen scharfer Wiedergabe feinsten musikalischer Nuancen. Die 30-cm-Baßmembran – hochstabil und leichtgewichtig – wird aus 100%iger Fichtenholz-Zellulose hergestellt. Ausgesuchtes Fichtenholz qualifizierte sich bereits als idealer Resonanzboden edler Yamaha-Konzertflügel. Der hohe Aufwand eines speziell entwickelten Verarbeitungsprozesses bewirkt eine besonders präzise, dynamische Wiedergabe tiefer Frequenzen. Die Weichkalotten des Mittel- und Hochtonsystems sprechen verzögerungsfrei an, übertragen einen ausgedehnten Frequenzbereich und zeichnen sich durch hervorragendes Einschwingverhalten aus. Zur individuellen Feinregulierung des Klangbildes oder zur Optimierung der Wiedergabe unter ungünstigen raumakustischen Bedingungen sind ihnen stufenlos einstellbare Pegelregler zugeordnet.

Empfohlene Gerätekombinationen

1



PX-2



K-960



M-70



C-70



T-70

2



P-850



K-960



A-960 II



T-960 II

3



P-700



K-960



A-960 II



T-960 II

4



P-700



K-500



A-760 II



T-960 II

5



PX-3



K-960



M-50



C-50



T-70

Moving Coil-Tonabnehmer

Tonabnehmer MC-3. Beispielhafter Tonabnehmer der Spitzenklasse mit exklusiven Yamaha-Entwicklungen wie Kreuzmatrix-Spulensystem für perfekte Kanaltrennung, konischem Nadelträger aus einem Beryllium-Rohr und Einpunkt-Aufhängung mit Equalizer-Dämpfer für optimale Resonanzunterdrückung auch unter besonders kritischen Bedingungen.

Tonabnehmer MC-5. In der Aufhängung sind ebenfalls ein Kreuzmatrix-Spulensystem, ein Beryllium-Rohr-Nadelträger und ein Equalizer-Dämpfer eingebaut. Diese subtilen Elemente erlauben eine lebendige, dynamische Klangwiedergabe mit minimalsten Verzerrungen und hoher Phasentreue.

Tonabnehmer MC-7. Ausgestattet mit Kreuzmatrix-Spulensystem und Equalizer-Dämpfer die mühelose Abastung und saubere Stereotrennung gewährleisten. Eine Sendustkern-Magnetschaltung isoliert und dichtet das

resonanzfreie, einteilige Gehäuse bieten ein außergewöhnliches und natürliches Klangbild.

Tonabnehmer MC-9. Das Basismodell einer anspruchsvollen Baureihe profitiert von den Erfahrungen der Spitzen-

technologie. Kreuzmatrix-Spulensystem und Einpunkt-Aufhängung des Nadelträgers mit Equalizer-Dämpfung garantieren ein weit aufgefächertes Stereoklangbild ohne Verzerrungen und Resonanzen.



© beim Hersteller
Archiv Michael Otto