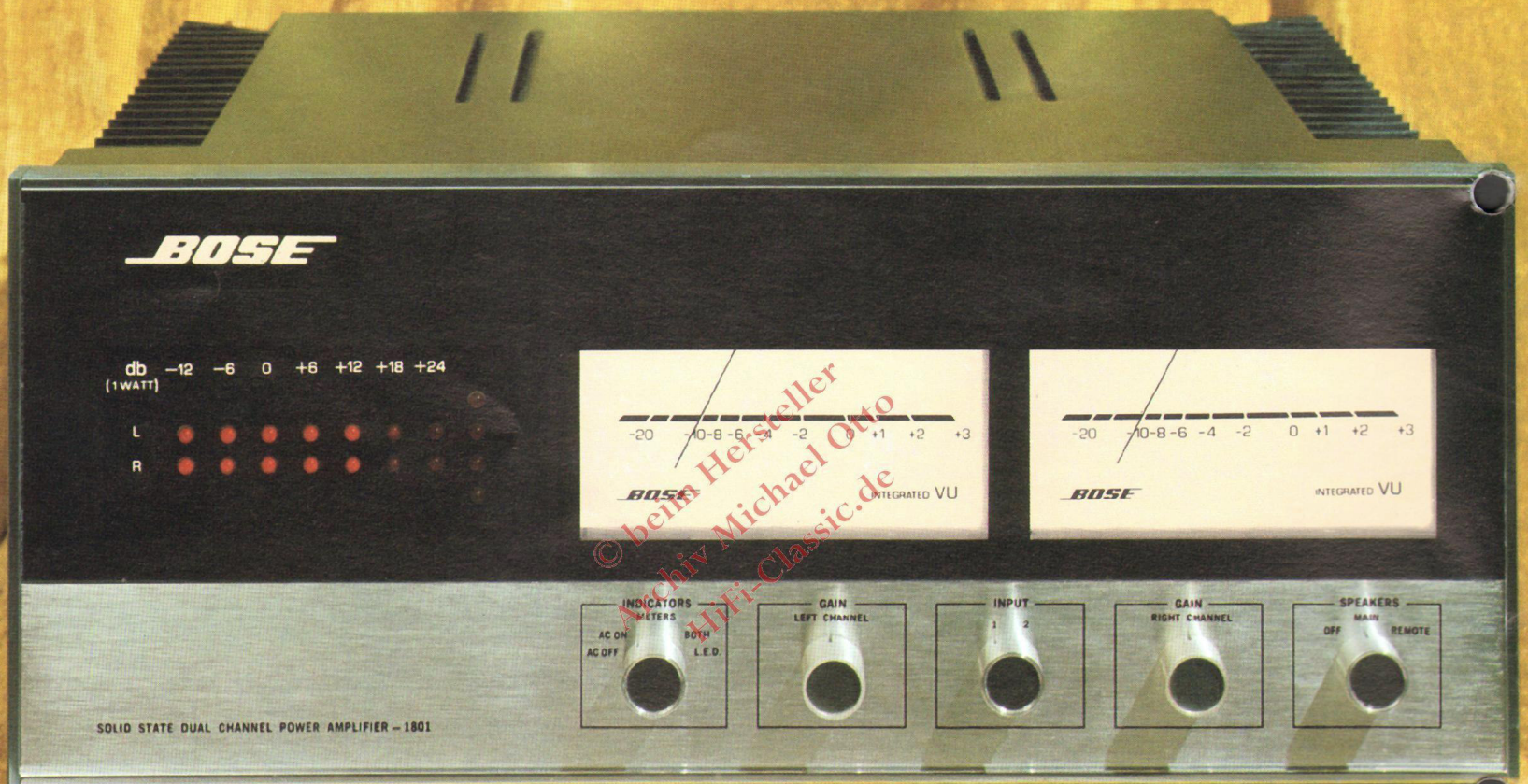


BOSE 1801™



SOLID STATE DUAL CHANNEL POWER AMPLIFIER - 1801

SOLID STATE DUAL CHANNEL POWER AMPLIFIER



"In each case when we quote a specification for the 1801, we will quote not the actual specification but only the minimum necessary to achieve audible perfection with respect to the specified parameter."

"...there is really only one specification that is meaningful. It is the one toward which all our design efforts have been directed and upon which our reputation rests. When the 1801 is used within its ratings of 500 watts rms both channels driven into 8 ohms or 800 watts rms both channels driven into 4 ohms, the amplifier contributes no audible distortion or coloration of any kind on any music signals. It serves purely to amplify the power level of the musical signals."

BOSE 1801™ SOLID STATE DUAL CHANNEL POWER AMPLIFIER

BACKGROUND OF AMPLIFIER TECHNOLOGY AND DESIGN

The specification parameters by which the performance of amplifiers is judged were developed more than two decades ago. These include frequency response, harmonic distortion, intermodulation distortion, transient response, and signal-to-noise ratios, among others. The state-of-the-art in engineering has long since advanced to the point where it is possible to design amplifiers with specifications sufficient to guarantee that each specified parameter introduces no audible coloration.

However, design engineers, intrigued by the technological issues and motivated by sales departments, have continued to "improve" the numbers in amplifier specifications well beyond the point of diminishing returns with respect to audible benefits. Playing this number game can, unfortunately, be as costly to the consumer as it is challenging to the engineer. In particular, as we share our design decisions with you, we will give specific examples of overdesign in specifications for which the consumer pays the toll in the following forms:

1. Decreased reliability.
2. Decreased audible performance of the entire system caused by interaction of the amplifier with the equipment that drives it.
3. Increased price for no increase in audible performance.

It is apparent from these considerations that before launching a major research program to design a new amplifier, basic decisions had to be made concerning the *philosophy* of specifying and designing this new product. Only then could we make meaningful decisions at the circuit and component level. This brochure sets forth our philosophies and our decisions.

THE BOSE SPECIFICATION PHILOSOPHY

In this age of Madison Avenue magic when the mundane becomes exotic and desire is created in the absence of need, it is indeed tempting to make features out of everything from knobs to numbers. We have reached the stage where consumers pay more for

"better" numbers in specifications without any knowledge of whether these "better" numbers give better performance—in many cases they don't. We hope that in presenting the BOSE 1801 we will start a trend toward orienting product design and descriptions to the benefits of the user rather than to the tools of the advertiser. To this end we are taking a large step.

In each case when we quote a specification for the 1801, we will quote not the actual specification but only the minimum necessary to achieve audible perfection with respect to the specified parameter.

In all cases the 1801 has better specifications but the excess in no way contributes to the performance of the amplifier and, therefore, does not constitute a benefit to the user. In addition to the specifications, we will share with you the basic design decisions we made so that you can appreciate the real benefits that the 1801 offers.

Setting aside the measurements for a moment, there is really only one specification that is meaningful. It is the one toward which all our design efforts have been directed and upon which our reputation rests. When the 1801 is used within its ratings of 500 watts rms both channels driven into 8 ohms or 800 watts rms both channels driven into 4 ohms, the amplifier contributes no audible distortion or coloration of any kind on any music signals. It serves purely to amplify the power level of the musical signals.

We invite you to test this for yourself. Some BOSE dealers have calibrated switching circuits that enable you to make instantaneous listening comparisons between the input and the output of the 1801 amplifier.

THE BOSE DESIGN PHILOSOPHY

The 1801 was designed from the ground up as a completely new amplifier rather than as a modification of conventional amplifiers. As a result many basic design decisions had to be made at each step of the development. These decisions encompassed such fac-

FIGURE 1 A four-speaker two-channel Direct/Reflecting® speaker system for which the 1801 will deliver a total of 800 watts. (This system must be experienced to be believed.)

tors as electronic circuit configuration, size and type of components, input and output capabilities, controls, displays and performance specifications. Our philosophy in each decision has been to maximize the benefits that accrue to the user irrespective of convention, tradition, or specsmanship. Let's examine some of the basic decisions and see if you agree:

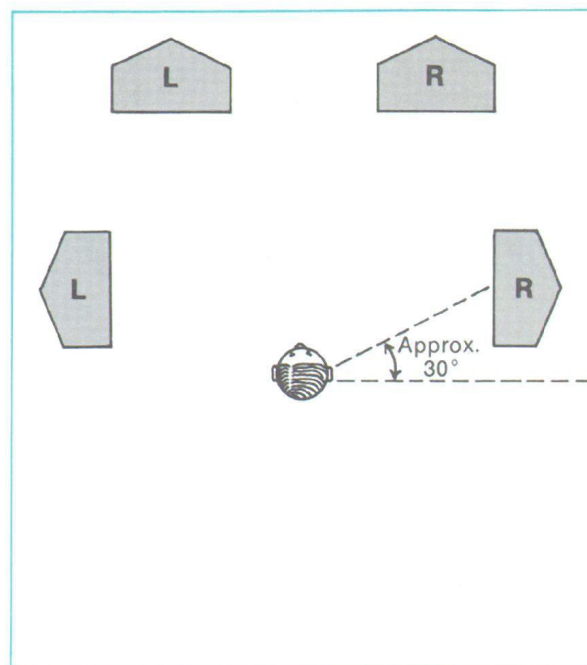
POWER RATING

Perhaps the most basic design decision for an amplifier is that concerning its power rating. Our mandate for the 1801 is that it be capable of satisfying the most demanding requirements for high-power music reproduction in the home. Now let's translate this mandate into a numerical power rating.

The higher the amplifier power the larger the dynamic range (ratio between the loudest and softest musical signals) that can be reproduced in your room. However, the characteristics of the human auditory process are such that a large increase in amplifier power produces only a small increase in perceived listening level. For example, it is necessary to *double* the amplifier power to produce a 3 db increase in sound level which is the first significantly discernible increase in listening level. And the amplifier power must be increased by ten times to only double the subjective listening level! This basic psychoacoustic data reveals how meaningless it is to select, for example, a 60 watt amplifier over a 50 watt amplifier with the expectation that the former will produce observably louder listening levels. Clearly, a factor of two is the smallest difference that is meaningful to consider in amplifier power ratings.

Having established that small percentage changes in amplifier power ratings are insignificant, let's now determine a practical upper limit for the amplifier power in a home music system. Interestingly enough, this limit is set by loudspeaker capabilities rather than by electronics technology. There is no point in designing an amplifier to deliver more power than the loudspeaker can handle. Most loudspeakers can be destroyed by amplifiers with ratings of only 100 watts rms* per channel. Even the best designed speakers should not be used with amplifiers delivering significantly greater than 250 watts rms per channel.

Therefore, we elected to design the 1801 to deliver



250 watts rms per channel into an 8 ohm load. For 4 ohm loads, however, there are significant applications that can benefit from more than 250 watts. In particular, many 4 ohm loads will consist of two pairs of 8 ohm speakers connected in parallel (Figure 1). Hence, we have designed the 1801 to deliver 400 watts rms per channel into 4 ohm loads. In this connection each speaker can be safely run at 200 watts while a total of 800 watts is delivered to all the speakers.

In summary, the 1801 delivers a total of 800 watts rms into 4 ohm loads and 500 watts into 8 ohm loads with both channels operating. This should satisfy the most demanding requirement. In order to achieve a noticeable increase in dynamic range over that provided by the 1801 it would be necessary to double its ratings. We don't think that serious amplifier or speaker designs will move in this direction in the foreseeable future.

FREQUENCY RESPONSE

Of all the specifications that have been traditionally used to measure amplifier performance, frequency response is perhaps the most important. Small deviations in the frequency response affect the sound more than is generally appreciated. For example, our research indicates that in order to assure no audible coloration on any music signals, the frequency response in the range from 30 Hz to 10 kHz should be flat within ± 0.25 db and the frequency response from 10 kHz to 15 kHz should be flat within ± 0.7 db. In the extremes of the spectrum, from 20 to 30 Hz and from 15 kHz to 20 kHz, a tolerance of ± 1.0 db is easily sufficient to guarantee no audible coloration. We believe that good amplifiers should meet these stringent frequency response criteria.

* The expression rms stands for root mean square. This term is technically applicable to voltage and current but not to power. Unfortunately it is in common use in the high fidelity industry.

TRANSIENT RESPONSE

This may come as a shock, but transient response is the most overrated specification parameter in the industry today. The facts are that if the frequency response is tightly controlled as discussed above, then, except for purely pathological cases involving specially designed phase shift networks, the transient response is irrelevant to the audible performance of the amplifier. If a design decision is made to specifically optimize, for example, the 10 kHz square wave transient response, then wide-bandwidth power transistors are required leading to increased cost, marginal stability circuits, and reduced reliability because of voltage breakdown problems associated with high-bandwidth transistors. This is a prime example of how the consumer pays for "specsmanship."

If you happen to measure the transient response of the 1801 and discover that it is pretty good, please don't think we are hypocritical. We have made no attempt to optimize it. It is good only because of some special feedback circuits that we use for other reasons. We have made absolutely no compromises in reliability or stability to cater to transient response.

OVERLOAD RECOVERY

This parameter is often confused with transient response because pulses are sometimes used to observe the overload characteristics. The difference is that transient response relates to normal operation of an amplifier while the pulses that are used to investigate the overload characteristics are such that they cause the amplifier to be driven beyond its design limits.

Large pulse-like peaks sometimes occur in musical signals and they may momentarily overload an amplifier. It takes an appreciable time for some amplifiers to recover from this condition and the amplifier generates audible transients during its recovery period. A well designed amplifier should recover from an overload in less than 25 microseconds.

INPUT IMPEDANCE

This is actually a very important parameter of an amplifier and one which has interesting design trade-offs. The lower the input impedance the more impressive the noise specifications become. However, low input impedances can interact with preamplifiers and other equipment to cause audible changes in the frequency response of the combined units—a factor that does not show up in any amplifier specification. To avoid this deterioration, the input impedance of an amplifier should be greater than 50,000 ohms. With this input impedance and careful circuit design, it is possible to obtain noise levels sufficiently low to assure inaudibility of the amplifier noise. We think that this is the best design decision.

NOISE AND HUM

How low should the noise and hum of an amplifier be so that it will not be audible when played through loudspeakers in your home? Let's make a few computations. The amplifier/speaker combination of the best music system should be capable of producing 115 dB instantaneous sound levels on musical passages when the amplifier is fully driven. If the amplifier has a signal-to-noise ratio of 100 dB then the noise level in the room caused by the amplifier will be only 15 dB—well below the ambient noise of any room and therefore inaudible. We think all high-power amplifiers should be designed to meet this specification.

DISTORTION

Distortion is a performance parameter frequently subject to specsmanship, to the detriment of amplifier reliability. For example, the designer can elect whether or not to allow the behavior of the amplifier at high frequencies to be determined by the frequency characteristics of the power transistors. The idea is to maintain a high value of feedback gain at high frequencies and, because of the inverse relationship between harmonic distortion and feedback gain, one can achieve impressively low values of distortion at the high end of the audio spectrum (above 10 KHz). Unfortunately, this is accomplished at the expense of increased vulnerability to transistor second breakdown (a form of voltage breakdown) and greater susceptibility to internal oscillations that can destroy the amplifier—quite a price to pay for inaudible improvements in distortion.

Harmonic distortion actually is significant in a practical sense only in the frequency range up to 10 KHz because above this range the harmonic distortion components all fall above 20 KHz and are inaudible. Basic psychoacoustic tests will show that total harmonic distortion less than 0.5 percent below 5 KHz and less than 1.0 percent between 5 and 10 KHz is inaudible on music or speech signals.

Intermodulation distortion is a measure of unwanted signals generated by the interaction of two input signals of different frequencies that are applied simultaneously. IM distortion less than 0.5 percent (as measured according to IHF standards) is inaudible on music or speech signals.

Our design decision was to meet these audible distortion criteria while maintaining a margin of safety in transistor operation through proper limiting of feedback gain above 10 KHz.* As a result, we can guarantee

* Since distortion at the rated power depends strongly on the AC line voltage, any measurements at this power level should be made at a line voltage of 120 volts.

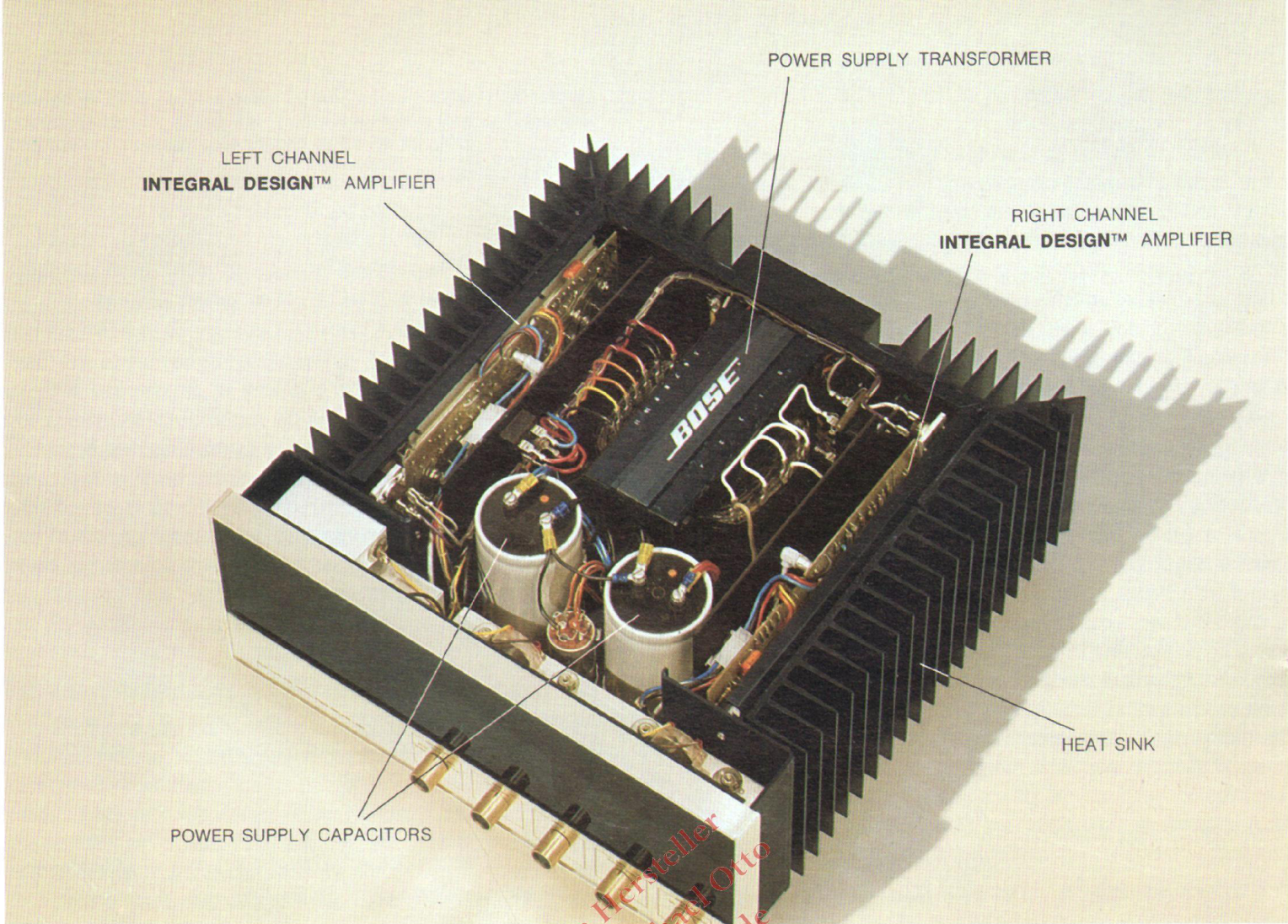


FIGURE 2 Major components of the 1801 which contribute to the achievement of its standard of reliability include a 41-lb. power transformer, computer-grade electrolytic power supply capacitors, extensive heat sink fin area, and the INTEGRAL DESIGN amplifier boards.

that the 1801 has no stability problems that might otherwise be encountered because of the large phase shifts of transistors at high frequencies. Furthermore, the potentially severe problem of maintaining original equipment performance upon replacement of a power transistor is completely avoided.

DAMPING FACTOR

The damping factor is an amplifier design parameter whose definition is very clear but whose effect has long been a subject of controversy. The damping factor DF can be expressed as follows:

$$DF = \frac{\text{minimum value of speaker impedance}}{\text{amplifier output impedance}}$$

Qualitatively it is known that too small damping factors creates audible deterioration of the sound emitted from the loudspeaker. But what constitutes too small?

As part of the 1801 research program we made a detailed analysis of the damping factor; and we are now prepared to state, precisely and unequivocally, conditions on the damping factor that guarantee freedom from any audible coloration. The analysis also re-

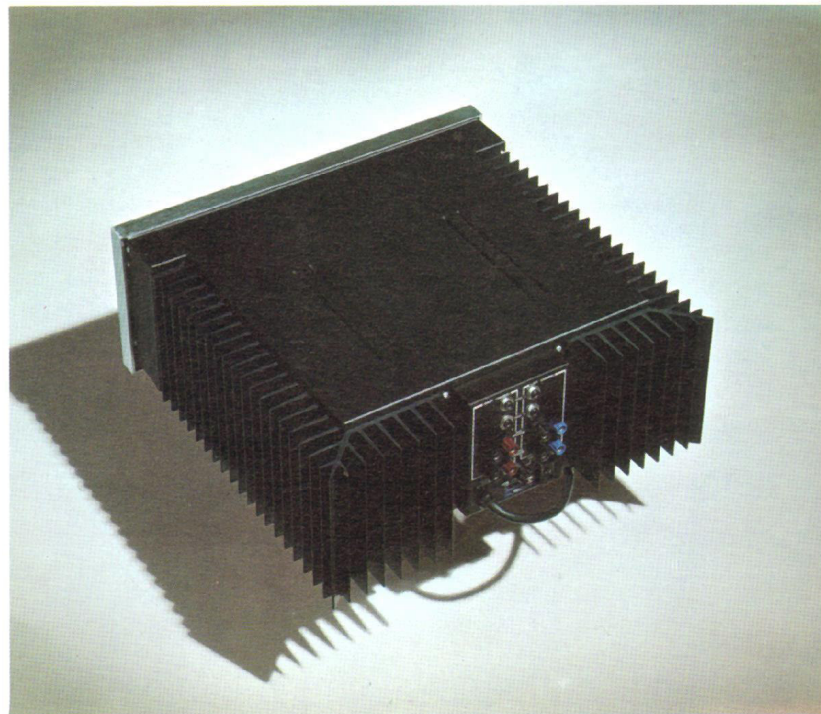
vealed that the speaker hookup wire, formerly neglected in DF calculations, has a very significant effect on overall system performance.

The result of the analysis is an equation that relates the maximum error E in the frequency response of any speaker to the damping factor DF and the wire factor WF (defined as the ratio of the speaker impedance to the hook-up wire resistance) as follows:

$$E \text{ (in db)} = 20 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{DF} + \frac{1}{WF} \right)$$

The frequency response error E should be less than 0.5 db to avoid audible coloration in the reproduced music. (As we mentioned under *Transient Response*, if the frequency response is correct we need not additionally consider transient response.) Let's see what this says about the damping factor. If, at first, we neglect the effect of hookup wire and we solve for DF in the above equation we find that DF must be greater than 16.9. However this does not allow for any speaker hookup wire. If now we allow for 20 ft. of #18 wire for connecting an 8 ohm speaker, the above equation dictates that: *the damping factor must be greater than 40.*

FIGURE 3 Rear view of the 1801 showing the extensive heat sink structure that conducts heat away from the power transistors for lower temperature operation and increased reliability.



In vacuum tube amplifiers, output transformers are required for impedance matching and the use of these transformers limits the damping factor to the range of 10 to 20 which, as we have seen, does not meet the criterion for the best music systems. However, with transistors no output transformers are needed and the better designed amplifiers today which do not use transformers easily meet the criterion of a damping factor of 40.

DESIGN FEATURES FOR INCREASED RELIABILITY

RELIABILITY THROUGH REDUCED STRESS ON POWER TRANSISTORS

The most critical components for the reliability of a high-power amplifier are the output power transistors. The greater the power demanded from a given transistor, the lower its reliability.

In order to increase the reliability of the 1801 over that of conventional amplifier designs, we have taken the unprecedented step of employing 14 silicon power transistors in each channel to deliver 250 watts output into 8 ohms. This results in substantially less power per transistor than is demanded by other high-power amplifiers we have reviewed. The resulting reduced stress on the power transistors represents a major factor in achieving the standard of reliability of the 1801 amplifier and contributes to our ability to give you a full *five-year warranty*.

RELIABILITY THROUGH UNUSUAL POWER TRANSFORMER

The 1801 has a 2 kilowatt power transformer which alone weighs 41 lbs.—almost the entire weight of some other high-power amplifiers (Figure 2). But what does this have to do with reliability? Interestingly enough it has a lot to do with the reliability of the output power transistors. A problem that plagues all amplifier design is the fact that the power supply voltage varies with the level of the music signal being amplified. For large signals the voltage is low and for small signals it is high. In order to effectively utilize a power transistor, on large music signals the power supply voltage should be close to the voltage rating of the tran-

sistor. But then, when the signal power decreases, the supply voltage increases, which increases the voltage stress on the power transistors. The purpose of our huge transformer is to limit the total variation of power supply voltage for the full signal range to only 6 percent, thereby protecting the power transistors.

In addition, the flux levels in the silicon steel laminations of the transformer have been kept low and large specially-designed copper windings are used for ultra-quiet operation.

RELIABILITY THROUGH INCREASED HEAT SINK AREA

As the temperature goes up, the life of solid state devices goes down. This is fundamental. For high reliability it is imperative to keep the power transistors (which generate most of the heat in the amplifier) operating at relatively low temperatures. There are two ways of achieving this result. A cooling fan can be used. This is a satisfactory solution for industrial applications but not for the reproduction of music in the home because of the noise created by fans. The other way is to use a very large area heat sink (fins) which carries the heat away from the power transistors and generates no noise.

We designed over 1,300 square inches of heat sink fin area into the 1801! Compare this with the heat sink area of any other amplifier. You won't have to measure the difference—one glance will be sufficient (Figure 3). The result—lower temperature operation with increased reliability.

RELIABILITY THROUGH 85°C COMPUTER GRADE CAPACITORS

Next to solid state devices, the largest cause of failure in electronics is electrolytic capacitors in power

supplies. Like transistors, capacitors are vulnerable to high temperatures. To solve this problem in the reliability-conscious computer industry, special capacitors were designed (at a much higher cost) with longer life. Then the even more stringent requirements of space and military applications needed more reliability than the 65°C computer capacitors could provide. The result was the development of a computer grade capacitor with a special 85°C rating and longer life—the best that can be made. We think that these are the capacitors that should be used in the power supply of the best amplifier—and they are.

RELIABILITY THROUGH A SPECIAL STARTING CIRCUIT

At the instant when an amplifier is switched on some of its components experience surges of current that far exceed those encountered in normal operation after start-up. These surges can shorten the life of capacitors and even of panel lights.

The situation is different in the 1801. When it is switched on, a special starting circuit acts to slowly apply current to the capacitors and to all other components including the panel lights. These components are brought smoothly up to their operating currents in less than one second and then a relay operates to bypass the starting circuit. This is just another of the many features of the 1801 that doesn't appear on specification sheets.

RELIABILITY THROUGH ELECTRONIC PROTECTION CIRCUITS

If you have had experience with solid state amplifiers, you have probably discovered that fuses do not act quickly enough to protect transistors in the event that you accidentally short-circuit the amplifier output terminals or otherwise connect improper loads. And you have learned that costly accidents of this type do occur.

To protect your investment and our workmanship, we have designed special fast-acting electronic circuits in the 1801 that stand by waiting for just such accidents. When needed, these circuits act virtually instantaneously to limit the currents in the power transistors to safe values. Upon removal of the improper load the

amplifier returns immediately to normal operation and the protection circuits automatically resume their stand-by duty. In this way you save the cost of replacing the power transistors and the inconvenience of changing fuses.

INTEGRAL DESIGN™ AMPLIFIER— A BOSE FIRST THAT PRODUCES THREE MAJOR ADVANTAGES

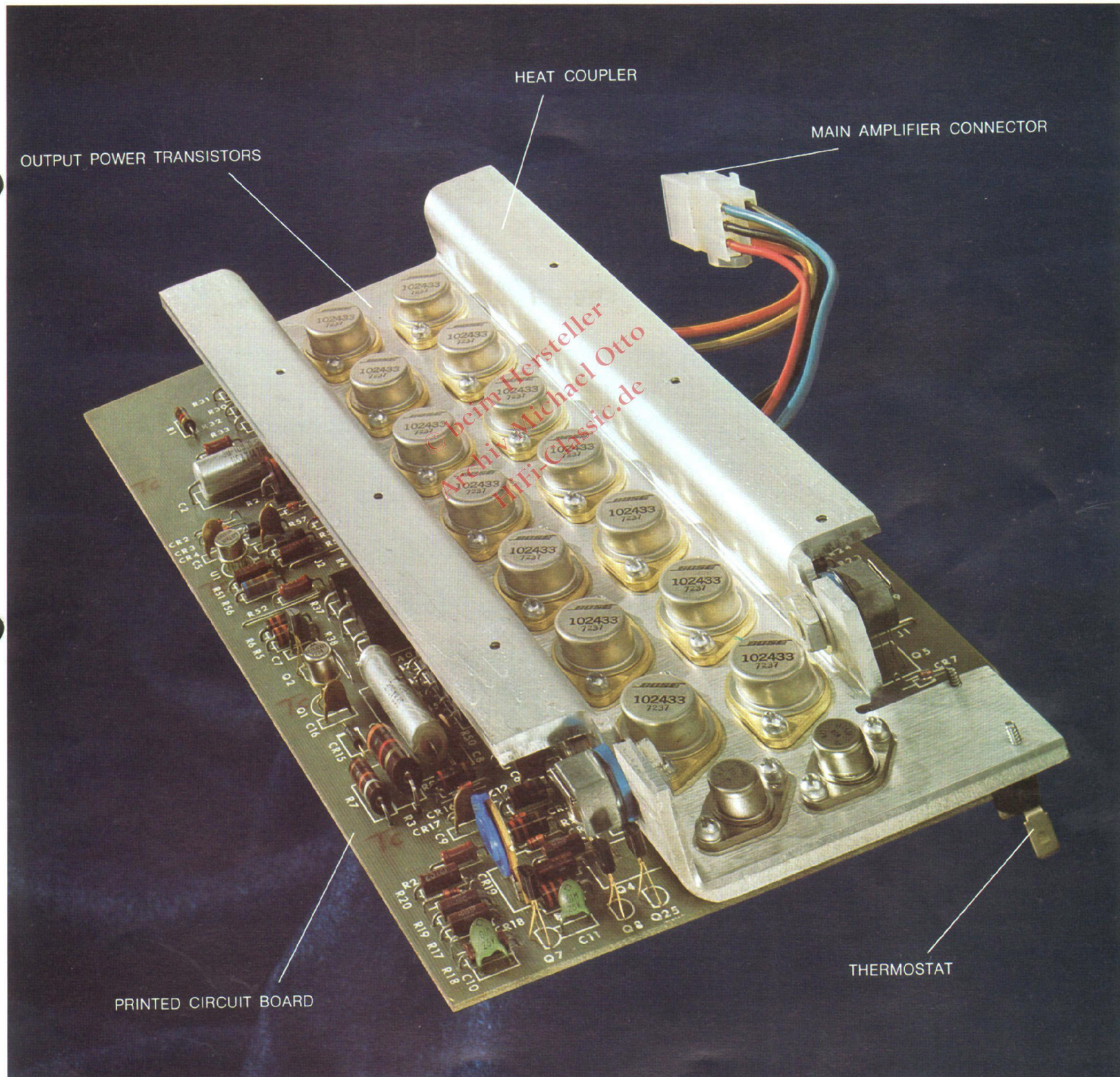
A serious problem arises with electronic equipment because its performance depends not only upon the electrical connections but, unfortunately, it often depends also upon the exact positioning and lengths of connecting wires. With hand wiring it is extremely difficult to maintain consistent performance in production units.

The development of printed circuits represented real progress in reproducibility by replacing, in some circuits, hand cut and positioned wires by photographically etched circuits. Success with the simple printed circuit board led to the concept of "modular construction" which basically amounts to a number of interconnected printed circuit boards. However, there still remained considerable hand wiring in connecting one printed circuit board to the next. In addition, circuits like the high-power stages of amplifiers did not lend themselves to printed circuit design because of the large amount of heat they generate. Thus, the printed circuit helped but did not eliminate the problems of making production units as good as the engineering prototype.

BOSE engineers have developed a new technique called INTEGRAL DESIGN which enables, for the first time, a complete channel of a high-power amplifier (including the power transistors) to be constructed on one photo-etched circuit board* (Figure 4). The PC board provides excellent thermal insulation between the power stage and the low-level stages of the amplifier while a device that we call a "heat coupler" conducts the heat generated by the power transistors out to the heat sinks (the heat coupler connects to the heat sinks when the board is in place).

* Patent applied for.

FIGURE 4 INTEGRAL DESIGN amplifier board representing one complete channel of the 1801, including the power transistors and temperature protection circuits. The heat coupler conducts the heat from the power transistors to a massive heat sink structure. Because of exceptional circuit accuracy and reproducibility, INTEGRAL DESIGN amplifier boards may be interchanged without making a single adjustment—a major advance in amplifier design.



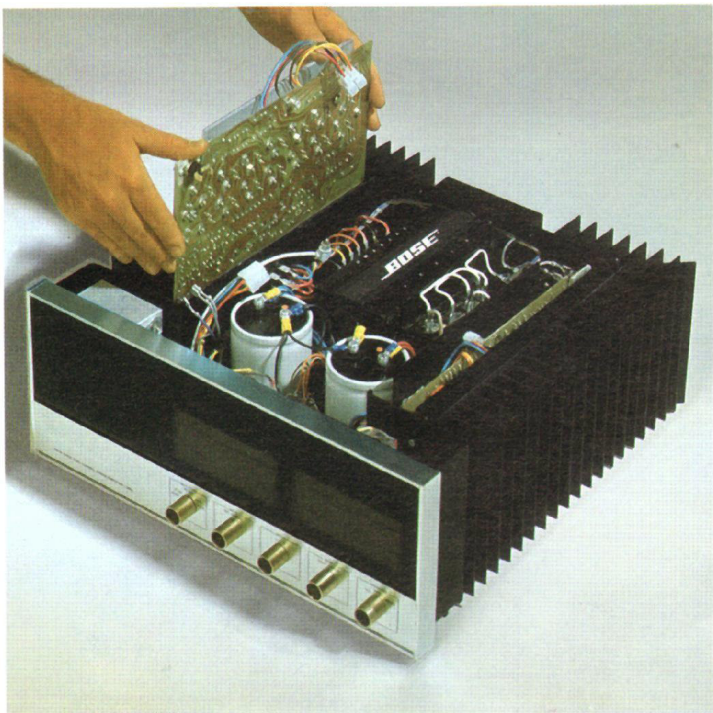


FIGURE 5 For ease of service, a complete INTEGRAL DESIGN amplifier board can be withdrawn from the 1801 simply by removing six screws and unplugging three connectors.

INTEGRAL DESIGN OFFERS THREE MAJOR ADVANCES

1. *Circuit Accuracy and Reproducibility*

INTEGRAL DESIGN provides a degree of circuit accuracy and reproducibility not possible with the conventional printed circuit approach because all connections between the low-level and the critical high-power circuits are now precisely controlled by photographic etching of the copper-clad, printed circuit board. The production control is so accurate that INTEGRAL DESIGN circuit boards may be interchanged between amplifiers without a single adjustment.

2. *A New Level of Quality Control*

INTEGRAL DESIGN allows a degree of electrical and environmental testing of the complete amplifier circuitry before assembly into the chassis that would be impractical in a conventionally assembled amplifier. Even the thermal sensing protective circuits are part of the INTEGRAL DESIGN board so that the amplifier can be put through its paces before assembly without fear of damage.

3. *Ease of Service*

Today a good part of the cost of servicing electronic equipment is labor. And a good part of the labor is often spent disassembling the product to gain access to the defective component. INTEGRAL DESIGN enables a complete amplifier channel of the 1801 to be removed and reinstalled in a matter of minutes (Figure 5).

MONITOR DISPLAY OPTION

The MONITOR DISPLAY option consists of a combination of two VU meters and two light emitting diode arrays whose functions complement each other to provide a complete visual monitoring system for music levels—a truly professional addition to a highly professional amplifier (Figure 6).

VU METERS

VU meters have long been the standard of the recording industry for monitoring music levels. Historically, the VU meter was designed to give a good compromise between indicating fast peaks and slowly varying average levels of music. Actually, one would like to be able to accurately monitor *both* the fast peaks, which can overload amplifiers, and the average level, which is critical for balancing channels.

However, the best meter is simply not fast enough to indicate these peaks in musical waveforms. But the VU meter can be redesigned to give a more meaningful indication of the average music level. This is accomplished in the 1801 by designing a meter that performs more integration on the signal than does the conventional VU meter. That is why we label the scales on the 1801 meters "INTEGRATED VU."

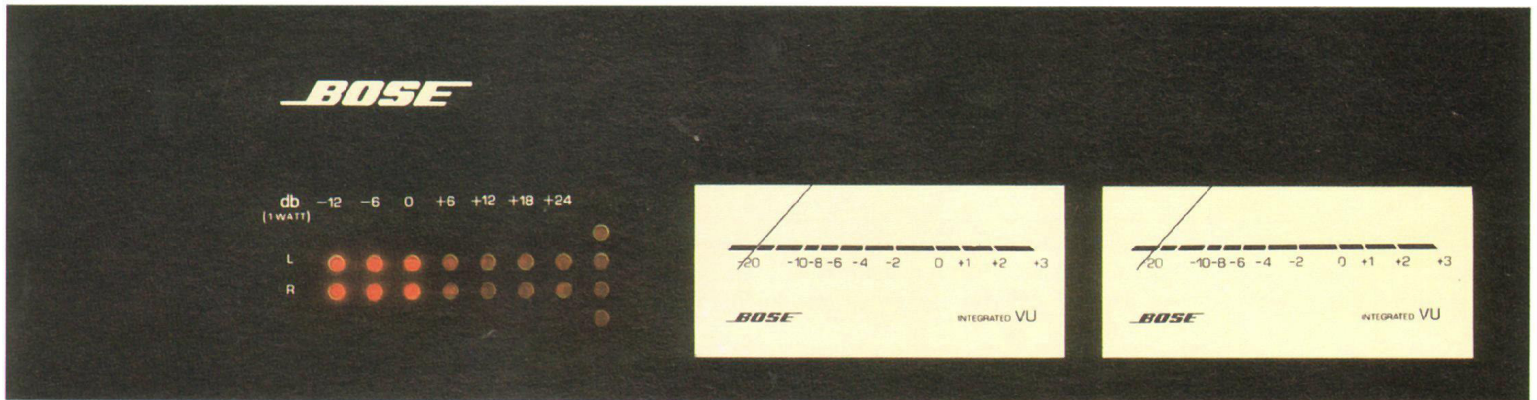
In the process of designing the INTEGRATED VU meter as a better indicator of averages, we have further sacrificed the already poor performance of a VU meter for indicating fast peaks. But the "Light Emitting Diode Array" of the 1801 display indicates fast peaks with a speed and accuracy that cannot be approached by any meter.

THE LIGHT EMITTING DIODE (L.E.D.) ARRAY

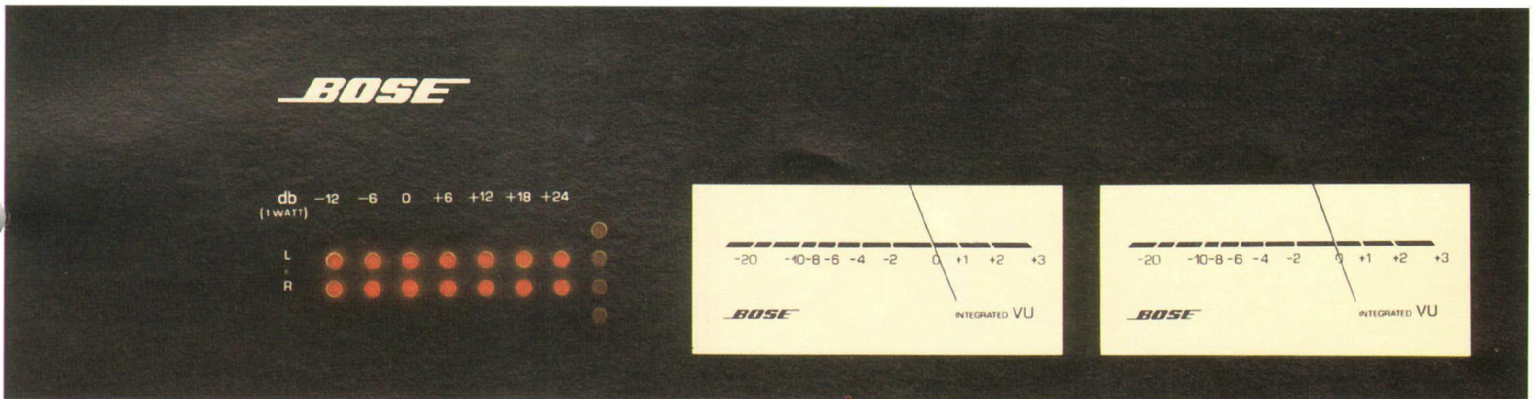
The L.E.D. is a small solid state device that emits light in response to an applied electrical signal. This recent breakthrough in indicating devices illuminates in less than one one-hundred-millionth of a second from the time it is electrically energized. Thus, the L.E.D.s precisely monitor the instantaneous music levels that really matter for equipment overloads. We predict that L.E.D.s will soon be used throughout the recording industry as the standard monitor display.

BOSE engineers have incorporated L.E.D.s into

(a)



(b)



(c)



FIGURE 6 The 1801 offers a meter and L.E.D. (light emitting diode) display option for visually monitoring the output power levels in the left and right channels. Three different levels of power output, equal for each channel, are indicated for a typical music signal. In (a), the L.E.D. reads 0db, corresponding to 1 watt output into 4 ohms. The +24db reading in (b) corresponds to 256 watts output. Amplifier clipping is shown by the condition represented in (c). In normal use, the integrated VU meters satisfactorily monitor average music levels (critical for channel balancing) while the L.E.D. displays precisely monitor instantaneous music levels (critical for amplifier overload).

special circuitry to produce a display with the following unique benefits:

1. *Instantaneous monitoring of amplifier clipping.*

No musical passage, however fast, can escape this monitor. Also, a special circuit computes how the amplifier clipping level varies with line voltage and load and automatically adjusts the L.E.D. clipping level indicators.

2. *A display whose illumination corresponds closely to the subjective perception of loudness.*

The display is logarithmic—successive diodes illuminate for 6 db increments in music level.

3. *A single display capable of monitoring a range of 4,000 to 1 in output power.*

No meters come even close to monitoring this large a dynamic range. A meter range switch can be used, but this is unsatisfactory since the switch does not extend the monitoring range. It merely positions the small meter range at different points on the full range of music signals and does not permit monitoring this full range.

The 1801 L.E.D. display not only monitors an enormous dynamic range, but it accomplishes this instantaneously so that all the peaks of the music are properly displayed.

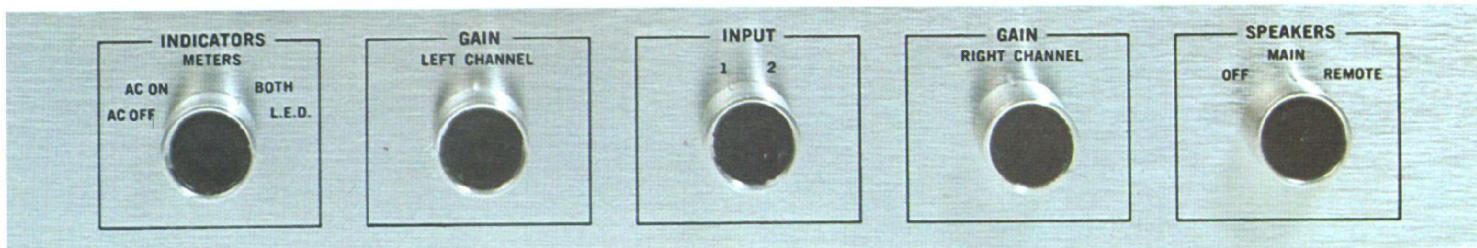


FIGURE 7 Control panel on the front of the 1801 for choosing the meter and/or L.E.D. displays, setting gains in the left and right channels, selecting one of two audio inputs, and connecting main or remote speaker systems.

CONTROLS

There are five front panel controls designed to make the 1801 flexible and convenient to use (Figure 7).

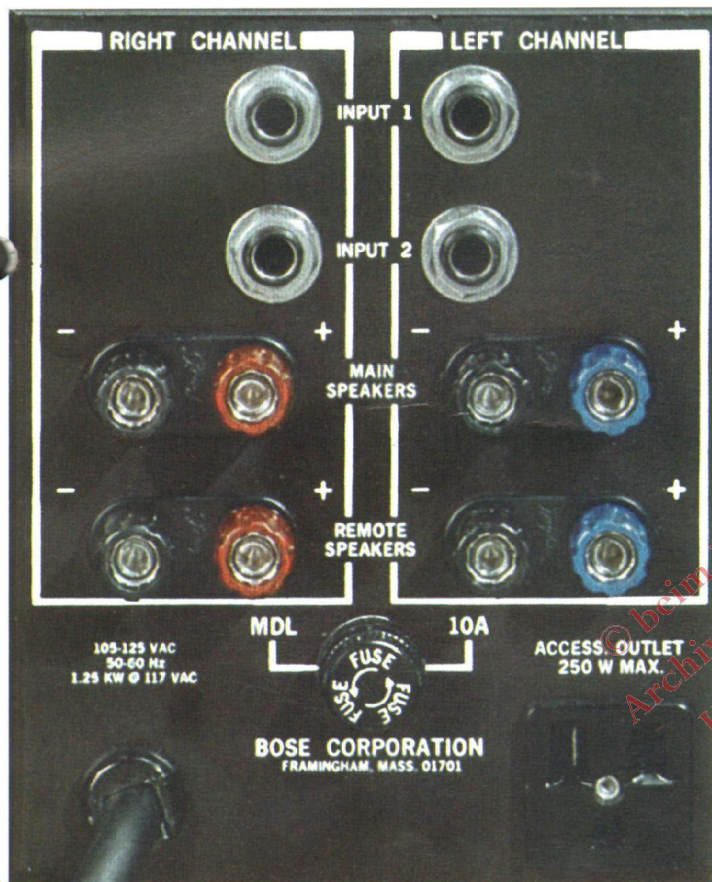
CONTROL	FUNCTION
<i>Indicators:</i>	Incorporates the AC On/Off switch and controls the desired combination of VU meters and L.E.D. monitors in the display option.
<i>Gain Controls:</i>	Separate controls for each channel provide a gain range of zero to thirty.
<i>Input:</i>	Enables selection between two inputs. This control can also be used to switch between equalized and unequalized sources.
<i>Speakers:</i>	Offers the convenience of selecting between main and remote speaker locations.

CONNECTIONS

The layout of the connector panel at the rear of the 1801 is designed for maximum ease in connecting the amplifier in a music system (Figure 8). Highly reliable ¼" phone jacks are used for the audio inputs. Binding post speaker terminals, which accept either speaker wire directly or standard dual banana plugs, are color coded for channel identification.

The 1801 is supplied with a three-wire grounded power cord for reasons of electrical safety. A 10 amp line fuse protects the house power line from short circuit. The accessory outlet incorporated in the connector panel provides a voltage source for other equipment (such as preamplifier) that can draw up to 250 watts of power.

FIGURE 8 Connector panel on the rear of the 1801 for connecting audio input signals and speakers. The panel also includes an accessory outlet to power other components and a line fuse to protect the house power line from short circuits.



ADDITIONAL DATA

Power Requirements: 60 watts at 120 VAC, quiescent; 1960 watts at 120 VAC, maximum.

Load Impedance: 4 ohms or greater. Complete stability with all speaker loads, regardless of capacitive or inductive character of the load.

Input Sensitivity: 1.5 volts for 250 watts output into 8 ohms.

Dimensions: 7 $\frac{3}{16}$ "H x 18"W x 18 $\frac{1}{2}$ "D, including knobs, which protrude $\frac{7}{8}$ " beyond the front panel.

Weight: 82 lbs., excluding shipping carton.

Finish: Brushed aluminum control panel; "black-out" display panel; black anodized heat sink and case.

Manufacture: The BOSE 1801 is manufactured in the USA. Patent rights pending.

Price: Basic Amplifier, \$799.00. With monitor display option, \$986.00.

Specifications and prices subject to change without notice.

OUR RECOMMENDATIONS

If you already have a good low-power amplifier and if you are satisfied with playing music at moderate listening levels that do not overload your amplifier, then you are wise to keep your present equipment. Spending more on the BOSE 1801, or on any other high-power amplifier, will bring no audible benefit at your present listening levels. (It is often said that a high-power amplifier will do a much better job at low volume levels than will a low-power amplifier because the former is almost idling... but this is just folklore.)

However, if you want to take full advantage of the ever increasing dynamic range on records and tapes, and if you want to enjoy the full impact of the fortissimos and grand crescendos at volume levels comparable to those of the live performance, we believe that the BOSE 1801 is by far the best amplifier to meet your needs.



Five Year Warranty

The BOSE 1801 SOLID STATE DUAL CHANNEL POWER AMPLIFIER is warranted to be free of defects in workmanship and material for five years from the date of purchase. During that period, any defect that occurs in normal use will be repaired with no charge for parts or labor.

ein Relais die Start-Schaltung aus und umgeht diese. Dieses ist eine der vielen Besonderheiten des 1801, die man nicht auf Datenblättern finden wird.

Zuverlässigkeit durch elektronische Schutzschaltungen

Wenn Sie schon Erfahrungen mit Transistorverstärkern gemacht haben, so haben Sie vermutlich festgestellt, daß Schmelzsicherungen nicht schnell genug ansprechen, um Transistoren wirkungsvoll zu schützen. Dieses ist im Besonderen der Fall, wenn versehentlich die Ausgangsklemmen des Verstärkers kurzgeschlossen werden oder der Verstärker falsch belastet wird. Sie haben durch solche "Unfälle" vielleicht lernen müssen, daß teure Reparaturen notwendig geworden sind.

In unserem 1801 warten einige spezielle, schnell ansprechende Schutzschaltungen nur auf solche "Unfälle", um Ihre Investition und das Produkt unserer Arbeit zu schützen. Diese Schutzschaltungen begrenzen im Ernstfalle augenblicklich die Ströme in den Endstufentransistoren auf einen ungefährlichen Wert. Wird der unzulässige Belastungsfall beseitigt, dann nimmt der Verstärker sofort seinen Normalbetrieb auf und die Schutzschaltungen gehen automatisch in den Überwachungszustand. Auf diese einfache Weise sparen Sie die Kosten für den Ersatz von Leistungstransistoren oder Sie vermeiden das unbequeme Wechseln von Sicherungen.

"INTEGRAL DESIGN" - VERSTÄRKER

EINE BOSE - NEUENTWICKLUNG MIT DREI WESENTLICHEN VORTEILEN

Beim Bau elektronischer Geräte treten schwierige Probleme auf, wenn das Betriebsverhalten nicht nur von den elektrischen Verbindungen bestimmt wird, sondern - unglücklicherweise - auch in vielen Fällen von der genauen Lage und Länge der Verbindungsleitungen abhängt. Handverdrahtete Geräte bereiten oft außerordentliche Schwierigkeiten beim Einhalten von Fertigungstoleranzen in der Produktion.

Die Entwicklung von gedruckten Schaltungen bedeutete einen echten Fortschritt im Hinblick auf die Reproduzierbarkeit von Baugruppen. An die Stelle der von Hand verlegten und verlöteten Einzelleitungen traten fotografisch genau reproduzierte Platinen. Der relative Erfolg der einfachen "gedruckten Schaltung" führte zu dem Konzept der Modul-Systeme. Die einzelnen Platinen häuften sich zu einem System miteinander verbindender Einheiten. Es blieb immer noch ein beträchtlicher Teil "Handverdrahtung" übrig, wollte man die Schaltungen miteinander verbinden. Schaltungen wie Hochleistungsverstärkerstufen waren auf diese herkömmliche Weise nicht gerade einfach herzustellen, da sie beträchtliche Wärmemengen entwickeln. Die gedruckte Schaltung bedeutete zwar einen Fortschritt, beseitigte aber nicht das Problem, die Qualität der Massenfertigung auf dem Stande des Entwicklungsmusters zu halten.

Die BOSE-Ingenieure haben eine neue Technik entwickelt, die sie "Integral Design" nannten. Diese Technik gestattet erstmalig die Konstruktion eines kompletten Kanals eines Hochleistungsverstärkers (einschließlich der Leistungstransistoren) auf einer gedruckten Schaltplatine. (Patent angemeldet) (siehe Bild 4) Diese Platine garantiert außerordentlich gute thermische Entkopplung der Leistungsendstufe von den niederpegeligen Vorstufen des Verstärkers. Eine Vorrichtung, die wir "Wärmekoppler" nannten, leitet die entstehende Wärme der Endtransistoren zu den Kühlrippen. (Der Wärmekoppler ist in seiner normalen Betriebsposition mit den Kühlrippen mechanisch verbunden).

Bildunterschrift

Bild 4

Eine "Integral Design" Verstärkerplatine repräsentiert einen vollständigen Kanal des 1801, einschließlich der Endtransistoren und der Wärmeschutzschaltungen. Der Wärmekoppler leitet die in den Leistungstransistoren entstehende Wärme in die aufwendig dimensionierten Kühlrippen ab. Die außerordentlich engen Fertigungstoleranzen und hohe Reproduzierbarkeitsgüte gestatten den Austausch einzelner Platinen, ohne eine einzige Einstellung vornehmen zu müssen. Ein bedeutender Fortschritt im Verstärkerbau.

Bildunterschrift

Bild 5

Im Servicefalle kann leicht eine vollständige "Integral Design"-Verstärker-Platine entfernt werden. Dazu sind lediglich sechs Schrauben und drei Steckverbindungen zu lösen.

DIE DREI WESENTLICHSTEN VORTEILE DER "INTEGRAL DESIGN"-TECHNIK

1. Exakter Schaltungsaufbau und hohe Güte in der Reproduzierbarkeit

Die "Integral Design" - Technik macht einen so hohen Grad an Exaktheit und Reproduzierbarkeit im Schaltungsaufbau möglich, wie man sie mit der bisher bekannten Technologie der gedruckten Schaltungen nicht erreichen konnte. Es entfallen alle Probleme der elektrischen Verbindungen zwischen den niederpegeligen Vorstufen und den kritischen Hochleistungsstufen. Die Verbindungen sind mit dieser Technik präzise zu kontrollieren, da sie sich auf einer einzigen Kupferkaschierten Leiterplatine befinden, die mit fotografischer Genauigkeit reproduziert werden kann. Die Fertigungskontrolle wird auf diese Weise so präzise, daß "Integral Design"-Platinen zwischen verschiedenen Verstärkern beliebig ausgetauscht werden können, ohne eine einzige Einstellung vornehmen zu müssen.

2. Ein hoher Grad der Qualitätskontrolle wird möglich

Die "Integral Design" Technik macht einen Grad von elektrischer Prüfung unter verschiedenen Betriebsbedingungen der einzelnen kompletten Verstärkerplatinen möglich, ehe die Baugruppen in das Chassis eingefügt werden, wie dieses bei konventionell gefertigten Verstärkern außerordentlich unpraktisch wäre. Sogar die Thermosensoren der Schutzschaltungen sind Teil der Platine, sodaß umfassende strenge Prüfungen der Endmontage vorausgehen können. Auf diese Weise sind wir sicher, daß ein Schaden nicht mehr eintreten kann.

3. Einfachheit im Servicefalle

Die aufzuwendende Arbeitszeit stellt heute bei elektronischen Geräten einen hohen Kostenfaktor dar. Ein beträchtlicher Teil der Zeit geht dadurch verloren, daß man das Gerät erst einmal völlig auseinandernehmen muß, um an die defekten Bauteile zu gelangen. Die "Integral Design" Technik macht das Ausbauen und Wiedereinsetzen eines kompletten Verstärkerkanals im 1801 in wenigen Minuten möglich. (Siehe Bild 5)

DIE AUSFÜHRUNG MIT MONITOR-ANZEIGE

Die Verstärker Ausführung mit Monitor-Anzeige besteht aus einer Kombination von zwei VU-Metern und zwei Reihen Lumineszenzdioden. Beide Anzeigeeinrichtungen ergänzen sich zu einem einzigartigen visuellen Monitor-Anzeige-System für die Signalüberwachung. Eine wahrhaft professionelle Zusatzeinrichtung für einen professionellen Verstärker höchster Qualität (siehe Bild 6).

Die VU-Meter

VU-Meter sind seit langem eine Standardeinrichtung für die Überwachung der Signalpegel in der Studio-Aufnahmetechnik. Historisch gesehen bildete die Entwicklung der VU-Meter einen guten Kompromiß zwischen der Anzeige steiler Spannungsspitzen und langsam verlaufenden Änderungen des mittleren Pegels eines musikalischen Signals. Es bestand aber schon seit langem der Wunsch, beide Signalanteile präziser zu überwachen. Einmal die steilen Spannungsanstiege, die einen Verstärker übersteuern können und zum zweiten, die durchschnittlichen Signalpegel, die für eine kritische Balance der Kanäle wichtig sind.

Die besten Zeigerinstrumente sind jedoch einfach nicht trägheitslos genug für die Anzeige steiler Spannungsanstiege in musikalischen Signalformen. Die VU-Meter können jedoch weiterentwickelt werden, um eine sehr viel bessere und aussagekräftigere Anzeigeeinrichtung für die durchschnittlichen Signalpegel musikalisch gesehen abzugeben. Wir haben dieses im 1801 durch die Entwicklung eines Messinstrumentes erreicht, das einen höheren Integrationsgrad als herkömmliche VU-Meter aufweist. Dieses ist auch der Grund dafür, daß auf den Skalen der Ausdruck "Integrated VU" aufgedruckt ist.

Im Laufe der Entwicklung unseres neuen Instrumententyps haben wir die ohnehin unzureichende Anzeigemöglichkeit solcher Instrumente für steile Spannungsanstiege weiter aufgegeben, um zu einer besseren Anzeige des durchschnittlichen Signalpegels zu gelangen. Unsere Anzeige-Einrichtung mit Luminiszenzdiode jedoch macht die Überwachung schnellster Spannungsanstiege mit einer Geschwindigkeit und Genauigkeit möglich, die durch kein Zeigerinstrument je erreicht werden könnte.

Die Luminiszenzdiode-Kette (L.E.D. - Array)

Die L.E.D. (Licht emittierende Diode) ist ein kleines Halbleiter-Bauelement, das bei Zuführung eines elektrischen Signals Licht aussendet. Diese jüngste Neuentwicklung auf dem Gebiet der Anzeige-Einrichtungen leuchtet in weniger als einer hundertmillionstel Sekunde nach Zuführung elektrischer Energie auf. L.E.D.s können aber daher als Präzisions-Monitore für plötzliche Signalanstiege verwendet werden. Die schnellen Anstiegsspitzen sind von größtem Interesse, wenn man Überlastungen in Geräten effektiv vermeiden will. Wir möchten hier schon voraussagen, dass L.E.D.'s recht bald zum Standardinstrumentarium der Studioteknik für Präzisionsmonitor-Anzeigen gehören werden.

Die BOSE-Ingenieure haben L.E.D.-Anzeigen mit Spezialschaltungen gekoppelt, die eine Anzeige-Einrichtung mit folgenden einzigartigen Vorteilen bietet:

1. Sofortiges Anzeigen beim "Clippen" des Verstärkers

Keine noch so schnelle musikalische Passage entgeht dieser Monitor-Anzeige. Darüberhinaus bewertet eine spezielle Schaltung, wie sich die Begrenzung im Verstärker mit der Netzspannung und Belastung ändert und regelt automatisch die L.E.D.-Anzeige für die Überlast.

2. Eine Lichtanzeigeeinrichtung, die eng mit dem subjektiv empfundenen Lautheitseindruck gekoppelt ist.

Die Anzeige erfolgt logarithmisch - die Diodekette leuchtet schrittweise für 6 dB-Anstiege im musikalischen Signalpegel auf.

3. Eine einzige Anzeigeeinrichtung für einen Bereich der Ausgangsleistung im Verhältnis 4000 : 1

Kein bisher bekanntes Anzeigeelement kann auch nur annähernd einem derartig großen Dynamikbereich überwachen. Herkömmliche Instrumente können zwar in ihrer Empfindlichkeit umgeschaltet werden. Dieses ist aber ungenügend, da dadurch der Anzeigebereich nicht vergrößert wird. Der Umschalter kann lediglich den engen Bereich eines Anzeige-Instrumentes für verschiedene Teilbereiche innerhalb des ganzen musikalischen Signalbereiches nutzbar machen, niemals aber für eine Beurteilung des Gesamtbereiches eingesetzt werden.

Die L.E.D.-Anzeige im 180l überstreicht also nicht nur einen enormen Dynamikbereich, sondern zeigt die Spannungsspitzen in den Signalen auch augenblicklich genauestens an.

Bildunterschrift

Bild 6

Der 1801 ist wahlweise erhältlich mit einer Monitoreinrichtung, die aus der Kombination von Meßinstrumenten und Leuchtdiodenketten besteht. Beide Anzeigen ermöglichen die Überwachung der Ausgangsleistung im linken und rechten Kanal. Drei verschiedene Pegel für die Ausgangsleistung - für beide Kanäle gleich - werden für ein typisches Musiksignal im Bild dargestellt. Im Beispiel (a) zeigt die Leuchtdiodenkette 0 dB entsprechend 1 Watt Ausgangsleistung an 4 Ohm. Die +24 dB Anzeige im Bild (b) entspricht 256 Watt, während die Übersteuerung des Verstärkers durch Bild (c) verdeutlicht wird. Im normalen Betriebsfalle zeigen die "Integrated VU Meter" zufriedenstellend den durchschnittlichen Signalpegel an (wichtig für die Einstellung der Balance). Die Leuchtdiodenkette stellt präzise die Augenblickswerte der Musiksignale dar (wichtig für die Übersteuerungsanzeige.)

Bildunterschrift

Bild 7

Das Bedienfeld an der Frontplatte des 1801 ermöglicht, wahlweise die Meßinstrumente und/oder die L.E.D.-Anzeige einzuschalten; Die Pegel für den linken und rechten Kanal getrennt einzustellen; einen von zwei möglichen Eingängen anzuwählen und den Ausgang wahlweise auf zwei Gruppen von Lautsprechern zu schalten.

BEDIENORGANE

An der Frontplatte befinden sich fünf Einstellknöpfe, die den 1801 zu einem flexiblen und leicht zu bedienenden Instrument machen (siehe Bild 7).

BEZEICHNUNG

FUNKTION

Indicators:	Dieser Schalter dient als Einschalter des gesamten Gerätes und gestattet die Wahl zwischen der gewünschten VU-Meter- oder Leuchtdioden-anzeige in der Verstärkerausführung mit Monitoranzeige
Gain Controls:	Die beiden mit "Gain" bezeichneten Einsteller dienen zur Verstärkungseinstellung. Der Bereich der Verstärkung erstreckt sich von 0 bis 30.
Input:	Mit diesem Schalter können zwei verschiedene Eingänge angewählt werden. Man kann hiermit beispielsweise entzerrte und lineare Spannungsquellen vergleichen.
Speakers:	Dieser Schalter ermöglicht den wahlweisen Betrieb einer Hauptlautsprechergruppe oder einer entfernt installierten Gruppe.

ANSCHLUSSMÖGLICHKEITEN

Das Anschlußfeld an der Rückseite des 1801 ist übersichtlich gestaltet und erleichtert so die Eingliederung des Verstärkers in eine Musikanlage (siehe Bild 8). Zuverlässige 1/4 Zoll Klinkenbuchsen werden für die Eingänge benutzt. Schraubanschlüsse, die gleichzeitig für Bananenstecker geeignet sind, dienen zum Anschluß der Lautsprecherkabel. Die Buchsen sind für beide Kanäle in verschiedenen Farben ausgeführt.

Aus Sicherheitsgründen ist das Netzkabel 3-adrig. Eine 10 Ampere Netzsicherung schützt die Haushaltssicherungen im Kurzschlußfalle. Für den Anschluß weiterer Geräte (z.B. eines Vorverstärkers) ist eine Netzsteckdose vorgesehen. Dort können Verbraucher bis zu 250 Watt Leistungsaufnahme angeschlossen werden.

Bildunterschrift

Bild 8

Das Anschlußfeld an der Rückseite des 1801 enthält die Signaleingänge und die Lautsprecherausgangsklemmen. Eine Netzsteckdose ermöglicht den Anschluß weiterer Geräte und eine Sicherung schützt die Haushaltssicherung im Kurzschlußfalle.

ZUSÄTZLICHE ANGABEN

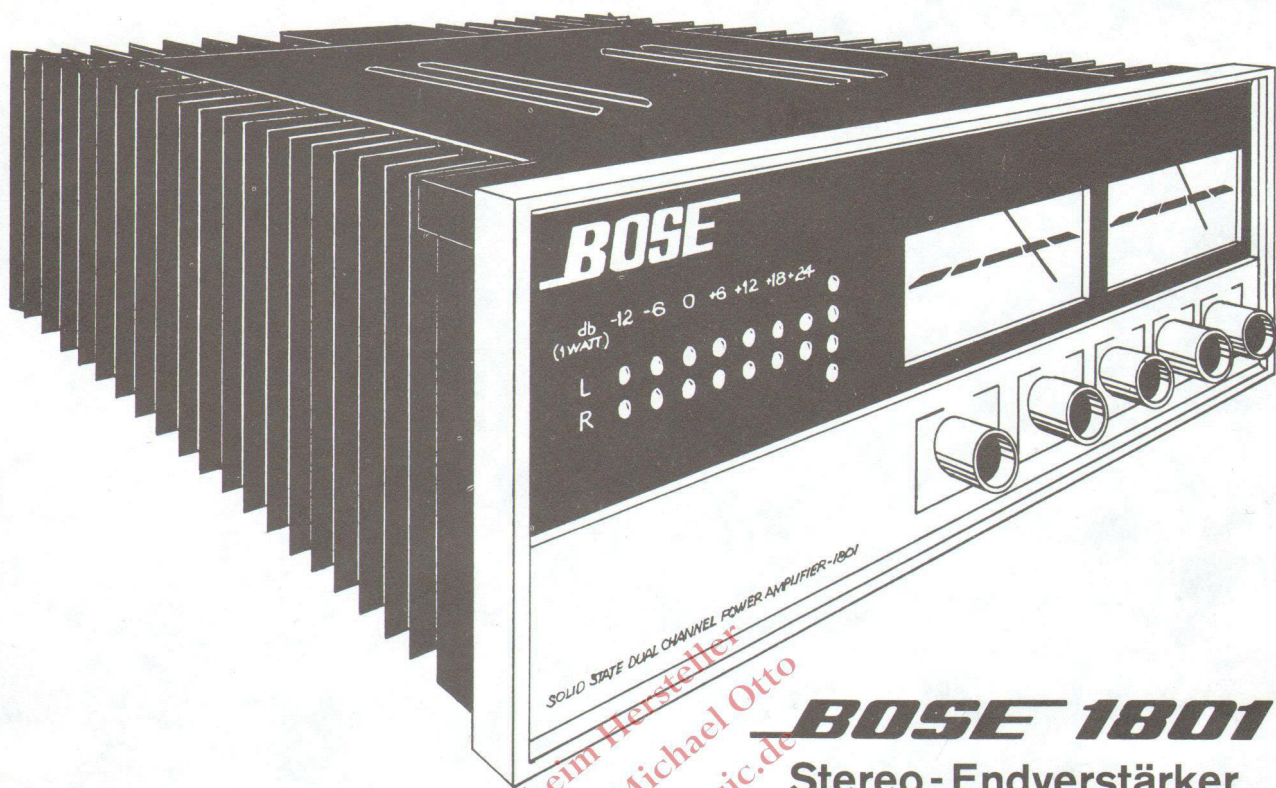
Leistungsaufnahme:	60 Watt bei 120 Volt im Leerlauf, 1960 Watt bei 120 Volt und voller Last.
Abschlußimpedanz:	4 Ohm oder größer. Absolute Stabilität für alle angeschlossenen Lasten, unabhängig vom kapazitiven oder induktiven Charakter der angeschlossenen Verbraucher.
Eingangsempfindlichkeit:	1,5 Volt für eine Ausgangsleistung von 250 Watt, mit 8 Ohm abgeschlossen.
Abmessungen:	Höhe: 19 cm Breite: 47 cm Tiefe: 48,5 cm Einschließlich der Bedienungsknöpfe, die 2,2 cm über die Frontplatte hinausragen.
Gewicht:	ca. 37 kg, ohne Verpackung
Ausführung:	Frontplatte aus gebürstetem Aluminium, "black out" Anzeigenfeld, schwarz eloxierte Kühlrippen und Gehäuse.
Herstellung:	Der BOSE 1801 wird in den USA hergestellt. Patente sind angemeldet.
Preis:	1801 A mit Monitor-Anzeige DM 3.930,- 1801 B ohne Monitor-Anzeige DM 3.200,-

Daten und Preise können sich ohne vorherige Bekanntgabe ändern.

UNSERE EMPFEHLUNGEN

Wenn Sie bereits einen guten Verstärker mit kleiner Leistung besitzen und damit zufrieden sind, Musik in bescheidener Lautstärke ohne Überlastung Ihres Verstärkers zu hören, sind Sie gut beraten, das Gerät weiter im Gebrauch zu behalten. Mehr Geld für den BOSE 1801 oder irgendeinen anderen Verstärker hoher Leistung auszugeben, bringt Ihnen keinerlei Vorteil, wenn Sie bei der gewohnten Lautstärke bleiben. (Es wird oft behauptet, daß ein Verstärker hoher Leistung besser klingt als ein Verstärker kleiner Leistung, weil ersterer bei kleinen Lautstärken beinahe im Leerlauf betrieben wird - dieses ist jedoch ein Märchen.)

Wollen Sie aber den sich immer mehr ausweitenden Dynamikbereich von Schallplatte und Tonband voll nutzen, hören Sie gern Musik mit der ergreifenden Urgewalt des Fortissimo und grandiose Crescendi mit Lautstärken, die dem lebendigen Konzerteindruck entsprechen - dann glauben wir, Ihnen den BOSE 1801 als den bei weitem besten Verstärker für Ihre Ansprüche empfehlen zu können.



© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

BOSE 1801™
Stereo - Endverstärker
vorläufiger Prospekt - Text

Volltransistor - Stereo - Endstufe

" Immer dann, wenn wir für den 1801 überhaupt technische Einzelheiten oder Daten angeben, nennen wir nicht irgendwelche Zahlen, sondern nur das absolut notwendige Minimum im Hinblick auf die diskutierten Parameter, die für die hörbare Perfektion notwendig sind. "

"... es gibt doch tatsächlich nur ein Kriterium von Bedeutung. Es ist dasjenige, das immer über allen unseren Bemühungen gestanden hat und unseren Ruf begründet. Der Stereo-Endverstärker 1801 fügt einem elektrischen Signal keinerlei hörbare Verzerrungen oder Verfärbungen hinzu. Dies gilt für seinen gesamten Leistungsbereich von 500 Watt rms an einer Last von 8 Ohm, beide Kanäle betrieben, oder 800 Watt rms mit einer Last von 4 Ohm, ebenfalls beide Kanäle betrieben. Der 1801 dient also allein dazu, die Leistung eines musikalischen Signals zu verstärken."

BETRACHTUNGEN DER VERSTÄRKER - TECHNOLOGIEN UND DEREN ENTWICKLUNG

Die Kriterien, nach denen die Qualitäten von Leistungsverstärkern beurteilt werden, wurden vor mehr als zwei Jahrzehnten aufgestellt. Sie schließen zunächst den Frequenzgang, die harmonischen Verzerrungen, Intermodulationsverzerrungen, Impulsverhalten und den Störabstand ein. Der Stand der technischen Entwicklung hat bereits seit langem einen Punkt überschritten, der es ermöglichte, Verstärker zu entwickeln, die eine ausreichende Gewähr dafür boten, daß keines der angegebenen Kriterien mehr hörbare Verfärbungen verursachte.

Die Entwicklungsingenieure haben sich andererseits durch neue bestechende technologische Möglichkeiten, angetrieben durch die Verkaufsorganisationen, hinreißen lassen, die zahlenmäßigen Daten für Leistungsverstärker über den Punkt hinaus zu "verbessern", der hinsichtlich der tatsächlich hörbaren Vorteile keinerlei Gewinn mehr bringt. Dieses "Zahlenspiel" ist bedauerlicherweise so teuer für den Endverbraucher wie es eine Herausforderung für den Entwicklungsingenieur darstellt. Wir haben unsere Entscheidungen bei der Entwicklung ganz besonders nach den Forderungen des Endverbrauchers getroffen. Lassen Sie uns im einzelnen aufzeigen, in welcher Form der Verbraucher letztlich für eine technologische Überdimensionierung ohne praktischen Nutzen bezahlen muß:

1. Verminderte Zuverlässigkeit
2. Hörbar verschlechtertes Gesamtverhalten der Übertragungskette, bedingt durch Rückwirkungen des Endverstärkers auf die Geräte, die ihn ansteuern
3. Erhöhter Preis ohne hörbare Klangverbesserung

Aufgrund der vorausgegangenen Überlegungen ist es einleuchtend, daß grundlegende Entscheidungen gefällt werden mußten, ehe ein Entwicklungsprogramm für einen neuen Verstärker definiert werden konnte. Erst als das Konzept vorlag, konnten wir Entscheidungen über den Aufbau der Schaltungen und die zu verwendenden Bauteile treffen. Wir wollen Ihnen daher unser Entwicklungskonzept und die daraus resultierenden Entscheidungen darstellen.

DAS B O S E - KONZEPT DER TECHNISCHEN DATEN

Es ist ein typisches Kennzeichen unserer Zeit, daß künstlich eine Nachfrage nach bestimmten Dingen geschaffen wird, ohne daß dafür ein echtes Bedürfnis vorliegt. In unserem Falle ist es in der Tat verführerisch, durch die Vielzahl der Bedienungsknöpfe oder durch bloße Zahlenangaben technische Überlegenheit vorzutäuschen. Der Endverbraucher zahlt heute in vielen Fällen mehr für die angeblich "besseren" Daten, ohne zu wissen, ob diese tatsächlich im praktischen Betrieb einen Fortschritt darstellen. Oft trifft gerade letzteres nicht zu. Wir hoffen, daß wir mit dem Erscheinen des BOSE 1801 eine Entwicklung eingeleitet haben, die das Produkt und seine technische Beschreibung ausschließlich an dem Nutzwert für den Endverbraucher und nicht an werbetekhnisch eindrucksvollen Zahlenangaben orientiert. In diese Richtung haben wir einen bedeutungsvollen Schritt getan.

Immer dann, wenn wir für den 1801 überhaupt technische Einzelheiten oder Daten angeben, nennen wir nicht irgendwelche Zahlen, sondern nur das absolut notwendige Minimum im Hinblick auf die diskutierten Parameter, die für die hörbare Perfektion notwendig sind.

Der 1801 hat zwar in allen Fällen bessere Daten, dieses trägt jedoch in keiner Weise dazu bei, ihn in seinen wesentlichen Eigenschaften zu verbessern. Daher stellen die reinen Datenangaben keinen Vorteil für den Endverbraucher dar. Zusätzlich zu den notwendigen Daten erklären wir Ihnen für welche grundsätzlichen Entwicklungsprinzipien wir uns entschieden haben. Sie können damit den 1801 weit besser einschätzen und seine Gebrauchsvorteile erkennen.

Doch lassen wir für einen Augenblick alle meßtechnischen Überlegungen einmal beiseite. Es gibt doch tatsächlich nur ein Kriterium von Bedeutung. Es ist dasjenige, das immer über allen unseren Bemühungen gestanden hat und unseren Ruf begründet. Der Stereo-Endverstärker 1801 fügt einem elektrischen Signal keinerlei hörbare Verzerrungen oder Verfärbungen hinzu. Dies gilt für seinen gesamten Leistungsbereich von 500 500 Watt rms an einer Last von 8 Ohm, beide Kanäle betrieben, oder 800 Watt rms mit einer Last von 4 Ohm, ebenfalls beide Kanäle betrieben. Der 1801 dient also allein dazu, die Leistung eines musikalischen Signals zu verstärken.

Wir laden Sie ein, diesen Test selbst zu machen. Viele Bose-Fachhändler haben geeignete Umschalteneinrichtungen, die Ihnen einen A-B-Vergleich zwischen dem Eingang und dem Ausgang des 1801 gestatten.

DAS B O S E - KONZEPT DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG

Von Grund auf wurde der 1801 als ein völlig neuer Verstärker konzipiert und nicht aus einem herkömmlichen Typ entwickelt. Dies hatte zur Folge, daß in jedem Entwicklungsstadium viele grundsätzliche Entscheidungen zu treffen waren. Dazu gehörten beispielsweise: die Auslegung der elektronischen Schaltungen, die Bemessung und Dimensionierung der Bauteile, die Eigenschaften der Ein- und Ausgänge, die Bedienungsorgane, die Aussteuerungsanzeigen und die Übertragungseigenschaften. Wir entschieden uns immer so, daß ein maximaler Gewinn für den Endverbraucher erzielt wurde. Dieses Ziel stand ungeachtet aller Tradition oder Konvention - auch um den Preis sinnloser Datenverbesserung - stets im Vordergrund. Lassen Sie uns einige unserer Entscheidungen diskutieren und sehen, ob Sie uns zustimmen:

Leistungsbemessung

Die vielleicht wichtigste Entscheidung bei der Entwicklung eines Endverstärkers ist die Bemessung der Ausgangsleistung. Unsere Forderung für den 1801 war, daß er allerhöchsten Ansprüchen für eine Musikübertragungsanlage im Wohnraum genügen sollte. Lassen Sie uns diese Forderung nun einmal zahlenmäßig als Ausgangsleistung ausdrücken.

Je höher die Ausgangsleistung eines Endverstärkers ist, desto größer ist der Dynamikbereich (Verhältnis vom lautesten zum leisesten musikalischen Signal), der im Wohnraum erreicht werden kann. Es ist jedoch eine natürliche Eigenschaft des menschlichen Hörvermögens, daß ein großer Zuwachs an zugeführter Verstärkerleistung nur eine kleine Änderung des subjektiv empfundenen Lautstärkeindrucks bewirkt.

Es ist beispielsweise notwendig, die Verstärkerleistung zu verdoppeln, um einen Lautstärkeanstieg von nur 3 dB zu erzielen. Das ist ein Lautstärkeschritt, der mit Sicherheit überhaupt erst unterscheidbar ist. Die Verstärkerleistung müßte also verzehnfacht werden, um nur einen subjektiven Eindruck der doppelten Lautstärke zu erzielen!

Diese grundlegenden psychoakustischen Gegebenheiten zeigen eindeutig, wie sinnlos es ist, einen 60 Watt Verstärker beispielsweise einem 50 Watt Verstärker vorzuziehen und zu erwarten, daß ersterer in irgendeiner Weise in der Lage wäre, einen merkbar größeren Lautheitseindruck zu erzeugen. Aus diesen Tatsachen ergibt sich also ganz klar, daß der Faktor 2 die kleinste Einheit von Bedeutung ist, wenn man Verstärkerleistungen betrachtet.

Wenn also feststeht, daß geringfügige Leistungsänderungen von wenigen Prozenten bei Verstärkern bedeutungslos sind, dann wollen wir nun die praktische obere Grenze für eine Musikübertragungsanlage für den Wohnraum bestimmen. Es ist sicherlich nicht ohne Interesse, daß diese Grenze durch die Belastbarkeit der Lautsprecher vorgegeben ist und nicht durch die Grenzen, die uns die Elektronik etwa setzt. Es ist natürlich völlig sinnlos, einen Verstärker zu entwickeln, der mehr Leistung entwickelt, als der Lautsprecher aufnehmen kann. Die meisten Lautsprecher heute sind zerstörbar, wenn eine Verstärkerleistung von nur 100 Watt rms pro Kanal zur Verfügung steht. (Die Bezeichnung rms steht für "root mean square". Dieser Ausdruck darf technisch für Spannung oder Strom Anwendung finden, ist aber an sich unzulässig für die Leistung. Bedauerlicherweise ist er in der HiFi-Industrie weit verbreitet.)

Sogar die besten Lautsprecher, die man heute bauen kann, sollten nicht mit Verstärkern angesteuert werden, die mehr als 250 Watt rms pro Kanal an Leistung zur Verfügung stellen. Aus diesem Grunde haben wir uns entschlossen, den 1801 mit einer Ausgangsleistung von 250 Watt rms pro Kanal an einer Last von 8 Ohm zu entwickeln. Es kann natürlich von Vorteil sein, daß diese Leistung bei einer Belastung mit 4 Ohm überschritten wird. Beispielsweise können 2 Lautsprecher von 8 Ohm Impedanz parallel geschaltet werden (siehe Bild 1). Deshalb liefert der 1801 an 4 Ohm eine Leistung von 400 Watt rms pro Kanal. Bei dieser Anschlußtechnik kann jeder Lautsprecher unterhalb seiner maximalen Belastbarkeitsgrenze betrieben werden, während der Verstärker die Summe von 800 Watt an die Lautsprecher abgeben kann.

Um noch einmal zusammenzufassen: Der 1801 ist imstande, eine Gesamtleistung von 800 Watt rms in eine Last von 4 Ohm bzw. 500 Watt rms in eine Last von 8 Ohm einzuspeisen; Jeweils beim Betrieb beider Kanäle. Damit sollten selbst extremste Anforderungen voll erfüllt werden können. Um eine überhaupt merkbare Erhöhung des Dynamikumfangs des 1801 zu erreichen, müßte man seine Leistung verdoppeln. Wir glauben nicht, daß ernstzunehmende Verstärker- oder Lautsprecherentwicklungen sich in absehbarer Zeit in diese Richtung bewegen könnten.

Bildunterschrift

Bild 1

Eine zweikanalige Anordnung von vier Lautsprechern nach dem Direct/Reflecting^R Prinzip, bei der vom 1801 eine maximale Leistung von 800 Watt gefordert werden kann. (Das muß man einmal gehört haben, um sich den Klangeindruck überhaupt vorstellen zu können!)

Frequenzgang

Die wichtigste aller traditionellen Messungen für die Beurteilung eines Leistungsverstärkers ist die des Frequenzumfanges. Kleinste Abweichungen im Frequenzgang beeinflussen das Klangbild weit mehr als dieses allgemein angenommen wird. So haben beispielsweise unsere Untersuchungen ergeben, daß der Frequenzgang im Bereich von 30 Hz bis 10 kHz eine maximale Toleranz von $+0,25$ dB und von 10 kHz bis 15 kHz höchstens $-0,7$ dB aufweisen soll, um sicherzustellen, daß keinerlei hörbare Verfärbungen eines musikalischen Signals wahrgenommen werden können. In den Extrembereichen des hörbaren Klangspektrums von 20 bis 30 Hz und von 15 kHz bis 20 kHz darf eine Toleranz von $+1$ dB zugelassen werden, damit mit Sicherheit keine Verfärbungen hörbar werden. Wir glauben, daß jeder gute Verstärker unbedingt diese strengen Frequenzgangkriterien einhalten sollte.

Impulsverhalten

Das Folgende wird sicherlich viele schockieren, aber leider ist das Impulsverhalten der am meisten überbewertete Parameter der Leistungsdaten in der Industrie. Es ist eine Tatsache, daß das Impulsverhalten völlig irrelevant für die hörbare Qualität eines Verstärkers ist, vorausgesetzt, der Frequenzgang ist so eng toleriert, wie im vorigen Absatz beschrieben. Es sei hier bewußt abgesehen von einigen Spezialfällen, in denen Phasenschiebernetzwerke angewendet werden. Würde man bei der Entwicklung beispielsweise die Entscheidung treffen, ausgerechnet bei 10 kHz das Rechteckimpulsverhalten zu optimieren, so müßte man Endstufentransistoren mit großer Bandbreite verwenden. Dieses würde zu erhöhten Kosten führen, würde aufwendige Stabilisierungsschaltungen notwendig machen und die Zuverlässigkeit der Schaltung bedeutend vermindern, da der Spannungsdurchbruch von Transistoren mit großer Bandbreite ein Problem darstellt. Dieses ist ein erstklassiges Beispiel dafür, welchen Preis der Endverbraucher für "Datengläubigkeit" zu zahlen hätte.

Wenn Sie nun doch das Impulsverhalten des 1801 messen und dabei entdecken, daß es doch erstaunlich gut ist, dann denken Sie bitte nicht, wir stehen nicht zu dem vorher Gesagten. Wir haben jedoch überhaupt keine Anstrengungen gemacht, das Impulsverhalten zu optimieren. Es ist nur deshalb so gut, weil wir aus anderen Gründen spezielle Rückkopplungsschaltungen eingefügt haben. Wir sind absolut keine Kompromisse eingegangen, etwa die Zuverlässigkeit und Stabilität gegen das Impulsverhalten einzuhandeln.

Erholzeit bei Überlast

Dieser Parameter wird oft mit Impulsverhalten verwechselt, da meist Impulse verwendet werden, um das Überlastverhalten zu untersuchen. Der Unterschied ist folgender: Impulsverhalten bezieht sich auf den Normalbetrieb des Verstärkers. Das Überlastverhalten des Verstärkers wird mit Impulsen gemessen, die ihn bis über seine normalen Kenndaten hinaus aussteuern.

Große impulsartige Signalspitzen treten manchmal in musikalischen Signalen auf. Diese können einen Verstärker kurzzeitig überlasten. Viele Verstärker benötigen eine beachtliche Zeitspanne, sich von diesem Überlastfall zu erholen und erzeugen hörbare Störspitzen während dieser Erholphase. Ein richtig dimensionierter Verstärker soll sich in weniger als 25 Mikrosekunden vom Überlastfalle erholen.

Eingangsimpedanz

Dieses ist tatsächlich ein sehr wichtiger Parameter für einen Verstärker, der außerdem interessante Aspekte bei der Entwicklung hat. Macht man die Eingangsimpedanz klein, so werden die Daten für den Störabstand recht eindrucksvoll. Kleine Eingangsimpedanzen können jedoch auf den Vorverstärker oder andere Geräte rückwirken und so hörbare Änderungen des Frequenzganges der zusammenschalteten Geräte verursachen. Diesen wichtigen Punkt werden Sie vergeblich in allen Verstärkerdaten suchen. Die Eingangsimpedanz eines Verstärkers soll daher größer als 50.000 Ohm sein, um mit Sicherheit derartige Verfälschungen auszuschließen. Eingangsimpedanzen dieser Größenordnung und sorgfältiger Schaltungsaufbau machen einen Störabstand möglich, der ausreichend groß ist, um unhörbar zu bleiben. Wir sind sicher, daß dieses die beste Entscheidung beim Entwurf war.

Rauschen und Brummen

Welcher Störabstand (Rauschen und Netzbrummen) wäre für einen guten Verstärker zu fordern, um sicher zu sein, daß diese Störungen in einer Heimstereoanlage unhörbar bleiben? Dazu einige Berechnungen: Die Verstärker-Lautsprecher-Kombination der hochwertigsten Musikanlage sollte in der Lage sein, 115 dB Spitzenschallpegel in musikalischen Passagen zu liefern, wenn der Verstärker voll "ausgefahren" wird. Wenn nun der Verstärker einen Störabstand von 100 dB aufweist, dann beträgt der Störpegel im Raum nur 15 dB, der durch den Verstärker hervorgerufen wird. Dieser Wert ist weit unter dem Störpegel eines jeden Raumes und daher absolut unhörbar. Wir glauben, alle Hochleistungsstufen sollten diesen Wert erreichen.

Verzerrungen

Die Verzerrungen gehören zu den Parametern bei der Beurteilung eines Leistungsverstärkers, die besonders der "Datengläubigkeit" unterliegen - sehr zum Nachteil für die Zuverlässigkeit des Verstärkers. Der Entwicklungsingenieur hat die Wahl, das Verhalten des Verstärkers bei hohen Frequenzen zu bestimmen. Dieses ist jedoch abhängig von der Frequenzcharakteristik der verwendeten Leistungstransistoren. Es ist sein Ziel, einen hohen Wert für die Rückkopplung bei hohen Frequenzen zu erhalten, weil ein umgekehrt proportionales Verhalten zwischen den harmonischen Verzerrungen und der Rückkopplung besteht. Man kann auf diese Weise beeindruckend niedrige Werte für die harmonischen Verzerrungen am oberen Ende des Hörspektrums (oberhalb 10 KHz) erzielen. Unglücklicherweise geht dieses auf Kosten erhöhter Gefahr für die Zerstörung der Transistoren durch "second breakdown". (Eine Form des Spannungsdurchbruches bei Transistoren). Auch intern auftretende Schwingungen können so den Verstärker zerstören. Dieser Preis wäre für unhörbare Verbesserungen des Klirrgradverhaltens zu zahlen.

Die harmonischen Verzerrungen haben deshalb nur im Frequenzbereich bis zu 10 KHz eine praktische Bedeutung. Oberhalb dieses Bereiches liegen sie über 20 KHz und bleiben unhörbar. Grundlegende psychoakustische Tests haben ergeben, daß ein harmonischer Klirrgrad von insgesamt 0,5 Prozent unterhalb 5 KHz und weniger als 1 Prozent zwischen 5 bis 10 KHz bei Musik- oder Sprachsignalen unhörbar ist.

Intermodulationsverzerrungen entstehen durch gegenseitige Beeinflussung zweier unterschiedlicher Frequenzen, die gleichzeitig eingespeist werden. IM-Verzerrungen von weniger als 0,5 Prozent (gemessen nach IHF-Norm) bleiben bei Musik- oder Sprachsignalen ebenfalls unhörbar.

Unser Entschluß war, die Kriterien für die Unhörbarkeit der Verzerrungen zu erfüllen und dennoch eine hohe Sicherheitsspanne für die Transistoren zu erhalten. Wir haben dieses durch die richtig dimensionierte Begrenzung der Rückkopplung oberhalb 10 KHz erreicht.^{+))}

+) Da die Verzerrungen bei der angegebenen Ausgangsleistung stark von der Netzspannung abhängen, muß jede Messung unbedingt bei der angegebenen Netzspannung von 120 Volt vorgenommen werden.

Zusammenfassend können wir Ihnen garantieren, daß der 1801 überhaupt keine Stabilitätsprobleme aufweist, die üblicherweise durch die großen Phasenschiebungen von Transistoren bei hohen Frequenzen auftreten. Darüberhinaus wird das möglicherweise schwerwiegende Problem des Einhaltens der angegebenen originalen Leistungskriterien bei Austausch eines Transistors absolut vermieden.

Bildunterschrift

Bild 2

Einige der hauptsächlichsten Bauteile, die zum Standard der erreichten Zuverlässigkeit beitragen: der Netztransformator von ca. 18 kg, die Elektrolytkondensatoren für das Netzteil in der für Computer geforderten Qualität, die ausgedehnten Kühlelemente und die INTEGRAL DESIGN Verstärker-Platinen.

Dämpfungsfaktor

Der Dämpfungsfaktor ist ein in seiner Definition sehr klarer Parameter, jedoch sind seine Auswirkungen schon seit langem umstritten. Der Dämpfungsfaktor DF kann folgendermaßen mathematisch ausgedrückt werden:

$$DF = \frac{\text{Minimalwert der Lautsprecherimpedanz}}{\text{Ausgangsimpedanz des Verstärkers}}$$

Qualitativ betrachtet weiß man, daß ein zu kleiner Dämpfungsfaktor eine hörbare Beeinträchtigung des Klangeindruckes verursacht. Was jedoch bedeutet "zu klein" ?

Ein Teil des Entwicklungsprogrammes des 1801 bezog sich auf eine detaillierte Analyse des Dämpfungsfaktors. Heute sind wir in der Lage, präzise und unwiderruflich die Bedingungen für den Dämpfungsfaktor zu nennen, die eine absolute Gewähr für eine verfärbungsfreie Wiedergabe bieten. Unsere Analyse hat aber auch aufgedeckt,

daß die Lautsprecherleitungen entscheidend in die Betrachtungen des Gesamtsystems eingehen. Ein Punkt, der bei früheren DF Berechnungen völlig vernachlässigt worden war.

Das Resultat der Analyse mündet in die folgende Gleichung, die den maximalen Fehler E im Frequenzgangverhalten eines jeden Lautsprechers zum Dämpfungsfaktor DF und dem Kabelfaktor WF (definiert als das Verhältnis der Lautsprecherimpedanz zum Widerstand des Verbindungskabels) wie folgt in Beziehung setzt:

$$E \text{ (in dB)} = 20 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{DF} + \frac{1}{WF} \right)$$

Um hörbare Verfärbungen bei der übertragenen Musik zu vermeiden, soll der Frequenzgangfehler E kleiner als 0,5 dB sein. (Wie wir schon unter "Impulsverhalten" dargelegt haben, genügt es, daß der Frequenzgang die angegebenen Toleranzen einhält. Deshalb können wir hier das Impulsverhalten außer Betracht lassen). Lassen Sie uns nun überlegen, was das über den Dämpfungsfaktor aussagt. Wenn wir zunächst einmal das Anschlußkabel außer Betracht lassen und die Gleichung nach DF auflösen, so finden wir, daß DF größer als 16,9 sein muß. Dieses gilt jedoch nur unter Vernachlässigung eines jeden Verbindungskabels. Wäre das Anschlußkabel etwa 6,5 m lang und hätte einen Drahtdurchmesser von 1 mm beim Anschluß eines 8 Ohm Lautsprechers so folgt aus der Gleichung, Der Dämpfungsfaktor muß größer als 40 sein.

In Röhrenverstärkern waren Ausgangstransformatoren notwendig, um die richtige Impedanzanpassung zu besorgen. Die Verwendung der Transformatoren begrenzte den Dämpfungsfaktor auf den Bereich von 10 bis 20. Wir haben aber gesehen, daß dieses die Kriterien für ein Musik-Übertragungssystem von höchster Qualität nicht erfüllt. In transistorverstärkern werden natürlich keine Ausgangstransformatoren benötigt. Jeder gute Transistorverstärker heutiger Bauart ohne Ausgangstransformatoren kann daher die Forderung nach einem Dämpfungsfaktor von 40 leicht erfüllen.

Bildunterschrift

Bild 3

Die Rückansicht des 1801 zeigt die ausgedehnten Kühlelemente, die die Wärme der Endtransistoren ableiten. Das Arbeiten der Endstufe in einem niedrigeren Temperaturbereich hat erhöhte Zuverlässigkeit zur Folge.

BESONDERE KONSTRUKTIONSMERKMALE FÜR ERHÖHTE ZUVERLÄSSIGKEIT

Zuverlässigkeit durch verminderte Beanspruchung der Endtransistoren

Die Endtransistoren eines Hochleistungsverstärkers sind bei weitem das kritischste Bauteil im Hinblick auf die Dauerstandfestigkeit. Je höher die geforderte Leistung eines Endtransistors ist, desto niedriger ist seine Zuverlässigkeit.

Um nun die Dauerstandfestigkeit des 1801 gegenüber bisher bekannten Verstärkerkonstruktionen zu erhöhen, haben wir durch die Verwendung von 14 Leistungstransistoren pro Kanal einen konstruktiven Schritt getan, der bisher ohne Beispiel ist. Damit stellen wir die angegebene Ausgangsleistung von 250 Watt in eine 8 Ohm-Last sicher. Durch diese Maßnahme erreichen wir, daß bei weitem weniger Leistung pro Transistor abgegeben werden muß, als dieses bei anderen Endstufen mit hoher Ausgangsleistung notwendig ist, die wir uns vergleichsweise angesehen haben. Die aus dieser Konstruktion resultierende erheblich verminderte Anforderung an den einzelnen Endtransistor stellt einen der wichtigsten Faktoren unseres neuen Standards an Standfestigkeit für den 1801 dar und trägt wesentlich dazu bei, daß wir Ihnen volle fünf Jahre Garantie gewähren können.

Zuverlässigkeit durch einen ungewöhnlichen Netztransformator

Der 1801 besitzt einen 2 Kilowatt Netztransformator, der allein ca. 18 kg wiegt. (siehe Bild 2) Dieses ist fast das Gesamtgewicht anderer Hochleistungsverstärker. Aber was hat das nun mit Zuverlässigkeit zu tun? Interessanterweise hat es eine Menge mit der Standfestigkeit der Ausgangstransistoren zu tun. Ein Problem, das alle Verstärker-Konstrukteure plagt, ist die Tatsache, daß die Speisespannung mit dem Pegel des zu verstärkenden musikalischen Signals schwankt. Bei großen Signalamplituden ist diese Speisespannung klein und umgekehrt ist sie bei kleinen Signalen hoch. Um aber einen Leistungstransistor optimal zu betreiben, sollte die Speisespannung bei großen Signalen möglichst dicht bei der angegebenen Betriebsspannung des Transistors liegen. Aber gerade dann, wenn die Signalleistung abfällt, steigt die Speisespannung wieder an. Dieses führt zu einer wesentlich erhöhten Spannungsbeanspruchung der Leistungstransistoren. Der Grund für die Verwendung unseres riesigen Netztransformator ist deshalb in der Forderung zu suchen, diese Variationen in der Speisespannung zu begrenzen. Für den gesamten Signalbereich lassen wir nur 6 Prozent zu und schützen so die Leistungstransistoren.

Dieser Transformator bietet einen zusätzlichen Vorteil: Der Induktionsfluß in den Silizium-Stahl-Schichtungen konnte niedrig gehalten werden, während besonders konstruierte Kupferwicklungen lautlosen Betrieb garantieren.

Zuverlässigkeit durch vergrößerte Kühlrippen

Wenn die Temperatur ansteigt, sinkt die Lebenszeit eines Halbleiters. Dieses ist eine fundamentale Tatsache. Für höchste Zuverlässigkeit ist es daher unerlässlich, die Ausgangstransistoren (sie erzeugen die meiste Wärme in einem Verstärker) in einem relativ niedrigen Temperaturbereich zu betreiben. Dieses kann man auf zweierlei Weise erreichen: Ein Ventilator könnte verwendet werden.

Eine durchaus befriedigende Lösung für industrielle Anwendungen, aber leider ~~nicht~~ ^{nur} für eine Musikanlage im Wohnraum, denn Ventilatoren erzeugen ~~einmal~~ Geräusche. Die zweite Möglichkeit wäre die Verwendung einer sehr großen Fläche von Kühlrippen, die ebenfalls die Wärme von den Endtransistoren ableitet und keinerlei Geräusche verursacht.

Wir haben mehr als 8.800 Quadratzentimeter Kühlfläche bei der Konstruktion des 1801 vorgesehen! Vergleichen Sie dieses mit der Kühlfläche irgendeines anderen Verstärkers. Sie brauchen aber nicht nachzumessen; ein kurzer Blick auf den 1801 genügt (siehe Bild 3). Das Resultat: Betrieb in einem niedrigen Temperaturbereich bei erhöhter Zuverlässigkeit.

Bildunterschrift

Bild 3

Die Rückansicht des 1801 zeigt die ausgedehnte Kühlrippenkonstruktion, die die Wärme der Leistungstransistoren ableitet. Der Betrieb im niedrigen Temperaturbereich garantiert erhöhte Zuverlässigkeit.

Zuverlässigkeit durch die Verwendung von 85°C - Computer-Kondensatoren

Neben den Halbleiter-Bauelementen bilden Elektrolyt-Kondensatoren in Netzteilen eine Gefahrenquelle beim Ausfall der Elektronik. Ähnlich wie Transistoren sind Kondensatoren durch hohe Temperaturen sehr verwundbar. Um dieses Problem zu lösen, wurden für die auf höchste Zuverlässigkeit bedachte Computerindustrie spezielle Kondensatoren entwickelt, die zwar wesentlich mehr kosten, aber bedeutend länger halten. Die Raumfahrt und militärische Anwendungsbereiche forderten jedoch noch höhere Temperaturbereiche als dieses durch die für 65°C entwickelten Computer-Kondensatoren gegeben war. Dieses führte zur Entwicklung eines neuen Typs von Kondensatoren für die Computerindustrie mit einem Temperaturbereich bis 85°C und wesentlich längerer Lebensdauer - das Beste, das man heute herzustellen in der Lage ist. Wir dachten, daß diese Kondensatoren im Netzteil des besten Verstärkers verwendet werden sollten und haben sie genommen.

Zuverlässigkeit durch Verwendung einer speziellen Start-Schaltung

Im Augenblick des Einschaltens eines Verstärkers werden einige Bauteile in einem Übermaß beansprucht, das weit über die Beanspruchung während des Normalbetriebes hinausgeht. Solche Stromstöße können die Lebensdauer von Kondensatoren wie auch Skalenlämpchen beträchtlich verkürzen.

Dieses ist jedoch anders im 1801. Wird er eingeschaltet, so liefert eine besondere Start-Schaltung langsam den Strom für die Kondensatoren und alle anderen Bauteile inklusive der Skalenlämpchen. Alle Bauelemente werden sanft auf ihre Nennströme gesteuert. Dieses geschieht innerhalb einer Sekunde und erst danach schaltet

ein Relais die Start-Schaltung aus und umgeht diese. Dieses ist eine der vielen Besonderheiten des 1801, die man nicht auf Datenblättern finden wird.

Zuverlässigkeit durch elektronische Schutzschaltungen

Wenn Sie schon Erfahrungen mit Transistorverstärkern gemacht haben, so haben Sie vermutlich festgestellt, daß Schmelzsicherungen nicht schnell genug ansprechen, um Transistoren wirkungsvoll zu schützen. Dieses ist im Besonderen der Fall, wenn versehentlich die Ausgangsklemmen des Verstärkers kurzgeschlossen werden oder der Verstärker falsch belastet wird. Sie haben durch solche "Unfälle" vielleicht lernen müssen, daß teure Reparaturen notwendig geworden sind.

In unserem 1801 warten einige spezielle, schnell ansprechende Schutzschaltungen nur auf solche "Unfälle", um Ihre Investition und das Produkt unserer Arbeit zu schützen. Diese Schutzschaltungen begrenzen im Ernstfalle augenblicklich die Ströme in den Endstufentransistoren auf einen ungefährlichen Wert. Wird der unzulässige Belastungsfall beseitigt, dann nimmt der Verstärker sofort seinen Normalbetrieb auf und die Schutzschaltungen gehen automatisch in den Überwachungszustand. Auf diese einfache Weise sparen Sie die Kosten für den Ersatz von Leistungstransistoren oder Sie vermeiden das unbequeme Wechseln von Sicherungen.

"INTEGRAL DESIGN" - VERSTÄRKER EINE BOSE - NEUENTWICKLUNG MIT DREI WESENTLICHEN VORTEILEN

Beim Bau elektronischer Geräte treten schwierige Probleme auf, wenn das Betriebsverhalten nicht nur von den elektrischen Verbindungen bestimmt wird, sondern - unglücklicherweise - auch in vielen Fällen von der genauen Lage und Länge der Verbindungsleitungen abhängt. Handverdrahtete Geräte bereiten oft außerordentliche Schwierigkeiten beim Einhalten von Fertigungstoleranzen in der Produktion.

Die Entwicklung von gedruckten Schaltungen bedeutete einen echten Fortschritt im Hinblick auf die Reproduzierbarkeit von Baugruppen. An die Stelle der von Hand verlegten und verlöteten Einzelleitungen traten fotografisch genau reproduzierte Platinen. Der relative Erfolg der einfachen "gedruckten Schaltung" führte zu dem Konzept der Modul-Systeme. Die einzelnen Platinen häuften sich zu einem System miteinander zu verbindender Einheiten. Es blieb immer noch ein beträchtlicher Teil "Handverdrahtung" übrig, wollte man die Schaltungen miteinander verbinden. Schaltungen wie Hochleistungsverstärkerstufen waren auf diese herkömmliche Weise nicht gerade einfach herzustellen, da sie beträchtliche Wärmemengen entwickeln. Die gedruckte Schaltung bedeutete zwar einen Fortschritt, beseitigte aber nicht das Problem, die Qualität der Massenfertigung auf dem Stande des Entwicklungsmusters zu halten.

Die BOSE-Ingenieure haben eine neue Technik entwickelt, die sie "Integral Design" nannten. Diese Technik gestattet erstmalig die Konstruktion eines kompletten Kanals eines Hochleistungsverstärkers (einschließlich der Leistungstransistoren) auf einer gedruckten Schaltplatine. (Patent angemeldet) (siehe Bild 4) Diese Platine garantiert außerordentlich gute thermische Entkopplung der Leistungsendstufe von den niederpegeligen Vorstufen des Verstärkers. Eine Vorrichtung, die wir "Wärmekoppler" nannten, leitet die entstehende Wärme der Endtransistoren zu den Kühlrippen. (Der Wärmekoppler ist in seiner normalen Betriebsposition mit den Kühlrippen mechanisch verbunden).

Bildunterschrift
Bild 4

Eine "Integral Design" Verstärkerplatine repräsentiert einen vollständigen Kanal des 1801, einschließlich der Endtransistoren und der Wärmeschutzschaltungen. Der Wärmekoppler leitet die in den Leistungstransistoren entstehende Wärme in die aufwendig dimensionierten Kühlrippen ab. Die außerordentlich engen Fertigungstoleranzen und hohe Reproduzierbarkeitsgüte gestatten den Austausch einzelner Platinen, ohne eine einzige Einstellung vornehmen zu müssen. Ein bedeutender Fortschritt im Verstärkerbau.

Bildunterschrift
Bild 5

Im Servicefalle kann leicht eine vollständige "Integral Design"-Verstärker-Platine entfernt werden. Dazu sind lediglich sechs Schrauben und drei Steckverbindungen zu lösen.

DIE DREI WESENTLICHSTEN VORTEILE DER "INTEGRAL DESIGN"-TECHNIK

1. Exakter Schaltungsaufbau und hohe Güte in der Reproduzierbarkeit

Die "Integral Design" - Technik macht einen so hohen Grad an Exaktheit und Reproduzierbarkeit im Schaltungsaufbau möglich, wie man sie mit der bisher bekannten Technologie der gedruckten Schaltungen nicht erreichen konnte. Es entfallen alle Probleme der elektrischen Verbindungen zwischen den niederpegeligen Vorstufen und den kritischen Hochleistungsstufen. Die Verbindungen sind mit dieser Technik präzise zu kontrollieren, da sie sich auf einer einzigen Kupferkaschierten Leiterplatine befinden, die mit fotografischer Genauigkeit reproduziert werden kann. Die Fertigungskontrolle wird auf diese Weise so präzise, daß "Integral Design"-Platinen zwischen verschiedenen Verstärkern beliebig ausgetauscht werden können, ohne eine einzige Einstellung vornehmen zu müssen.

2. Ein hoher Grad der Qualitätskontrolle wird möglich

Die "Integral Design" Technik macht einen Grad von elektrischer Prüfung unter verschiedenen Betriebsbedingungen der einzelnen kompletten Verstärkerplatinen möglich, ehe die Baugruppen in das Chassis eingefügt werden, wie dieses bei konventionell gefertigten Verstärkern außerordentlich unpraktisch wäre. Sogar die Thermosensoren der Schutzschaltungen sind Teil der Platine, sodaß umfassende strenge Prüfungen der Endmontage vorausgehen können. Auf diese Weise sind wir sicher, daß ein Schaden nicht mehr eintreten kann.

3. Einfachheit im Servicefalle

Die aufzuwendende Arbeitszeit stellt heute bei elektronischen Geräten einen hohen Kostenfaktor dar. Ein beträchtlicher Teil der Zeit geht dadurch verloren, daß man das Gerät erst einmal völlig auseinandernehmen muß, um an die defekten Bauteile zu gelangen. Die "Integral Design" Technik macht das Ausbauen und Wiedereinsetzen eines kompletten Verstärkerkanals im 1801 in wenigen Minuten möglich. (Siehe Bild 5)

DIE AUSFÜHRUNG MIT MONITOR-ANZEIGE

Die Verstärker Ausführung mit Monitor-Anzeige besteht aus einer Kombination von zwei VU-Metern und zwei Reihen Lumineszenzdioden. Beide Anzeigeeinrichtungen ergänzen sich zu einem einzigartigen visuellen Monitor-Anzeige-System für die Signalüberwachung. Eine wahrhaft professionelle Zusatzeinrichtung für einen professionellen Verstärker höchster Qualität (siehe Bild 6).

Die VU-Meter

VU-Meter sind seit langem eine Standardeinrichtung für die Überwachung der Signalpegel in der Studio-Aufnahmetechnik. Historisch gesehen bildete die Entwicklung der VU-Meter einen guten Kompromiß zwischen der Anzeige steiler Spannungsspitzen und langsam verlaufenden Änderungen des mittleren Pegels eines musikalischen Signals. Es bestand aber schon seit langem der Wunsch, beide Signalanteile präziser zu überwachen. Einmal die steilen Spannungsanstiege, die einen Verstärker übersteuern können und zum zweiten, die durchschnittlichen Signalpegel, die für eine kritische Balance der Kanäle wichtig sind.

Die besten Zeigerinstrumente sind jedoch einfach nicht trägheitslos genug für die Anzeige steiler Spannungsanstiege in musikalischen Signalformen. Die VU-Meter können jedoch weiterentwickelt werden, um eine sehr viel bessere und aussagekräftigere Anzeigeeinrichtung für die durchschnittlichen Signalpegel musikalisch gesehen abzugeben. Wir haben dieses im 1801 durch die Entwicklung eines Messinstrumentes erreicht, das einen höheren Integrationsgrad als herkömmliche VU-Meter aufweist. Dieses ist auch der Grund dafür, daß auf den Skalen der Ausdruck "Integrated VU" aufgedruckt ist.

Im Laufe der Entwicklung unseres neuen Instrumententyps haben wir die ohnehin unzureichende Anzeigemöglichkeit solcher Instrumente für steile Spannungsanstiege weiter aufgegeben, um zu einer besseren Anzeige des durchschnittlichen Signalpegels zu gelangen. Unsere Anzeige-Einrichtung mit Lumineszenzdiode jedoch macht die Überwachung schnellster Spannungsanstiege mit einer Geschwindigkeit und Genauigkeit möglich, die durch kein Zeigerinstrument je erreicht werden könnte.

Die Lumineszenzdiode-Kette (L.E.D. - Array)

Die L.E.D. (Licht emittierende Diode) ist ein kleines Halbleiter-Bauelement, das bei Zuführung eines elektrischen Signals Licht aussendet. Diese jüngste Neuentwicklung auf dem Gebiet der Anzeige-Einrichtungen leuchtet in weniger als einer hundertmillionstel Sekunde nach Zuführung elektrischer Energie auf. L.E.D.s können aber daher als Präzisions-Monitore für plötzliche Signalanstiege verwendet werden. Die schnellen Anstiegsspitzen sind von größtem Interesse, wenn man Überlastungen in Geräten effektiv vermeiden will. Wir möchten hier schon voraussagen, dass L.E.D.'s recht bald zum Standardinstrumentarium der Studioteknik für Präzisionsmonitor-Anzeigen gehören werden.

Die BOSE-Ingenieure haben L.E.D.-Anzeigen mit Spezialschaltungen gekoppelt, die eine Anzeige-Einrichtung mit folgenden einzigartigen Vorteilen bietet:

1. Sofortiges Anzeigen beim "Clipping" des Verstärkers

Keine noch so schnelle musikalische Passage entgeht dieser Monitor-Anzeige. Darüberhinaus bewertet eine spezielle Schaltung, wie sich die Begrenzung im Verstärker mit der Netzspannung und Belastung ändert und regelt automatisch die L.E.D.-Anzeige für die Überlast.

2. Eine Lichtanzeigeeinrichtung, die eng mit dem subjektiv empfundenen Lautheitseindruck gekoppelt ist.

Die Anzeige erfolgt logarithmisch - die Diodekette leuchtet schrittweise für 6 dB-Anstiege im musikalischen Signalpegel auf.

3. Eine einzige Anzeigeeinrichtung für einen Bereich der Ausgangsleistung im Verhältnis 4000 : 1

Kein bisher bekanntes Anzeigeelement kann auch nur annähernd einem derartig großen Dynamikbereich überwachen. Herkömmliche Instrumente können zwar in ihrer Empfindlichkeit umgeschaltet werden. Dieses ist aber ungenügend, da dadurch der Anzeigebereich nicht vergrößert wird. Der Umschalter kann lediglich den engen Bereich eines Anzeige-Instrumentes für verschiedene Teilbereiche innerhalb des ganzen musikalischen Signalbereiches nutzbar machen, niemals aber für eine Beurteilung des Gesamtbereiches eingesetzt werden.

Die L.E.D.-Anzeige im 1801 überstreicht also nicht nur einen enormen Dynamikbereich, sondern zeigt die Spannungsspitzen in den Signalen auch augenblicklich genauestens an.

Bildunterschrift

Bild 6

Der 1801 ist wahlweise erhältlich mit einer Monitoreinrichtung, die aus der Kombination von Meßinstrumenten und Leuchtdiodenketten besteht. Beide Anzeigen ermöglichen die Überwachung der Ausgangsleistung im linken und rechten Kanal. Drei verschiedene Pegel für die Ausgangsleistung - für beide Kanäle gleich - werden für ein typisches Musiksignal im Bild dargestellt. Im Beispiel (a) zeigt die Leuchtdiodenkette 0 dB entsprechend 1 Watt Ausgangsleistung an 4 Ohm. Die +24 dB Anzeige im Bild (b) entspricht 256 Watt, während die Übersteuerung des Verstärkers durch Bild (c) verdeutlicht wird. Im normalen Betriebsfalle zeigen die "Integrated VU Meter" zufriedenstellend den durchschnittlichen Signalpegel an (wichtig für die Einstellung der Balance). Die Leuchtdiodenkette stellt präzise die Augenblickswerte der Musiksignale dar (wichtig für die Übersteuerungsanzeige.)

Bildunterschrift

Bild 7

Das Bedienfeld an der Frontplatte des 1801 ermöglicht, wahlweise die Meßinstrumente und/oder die L.E.D.-Anzeige einzuschalten; Die Pegel für den linken und rechten Kanal getrennt einzustellen; einen von zwei möglichen Eingängen anzuwählen und den Ausgang wahlweise auf zwei Gruppen von Lautsprechern zu schalten.

BEDIENORGANE

An der Frontplatte befinden sich fünf Einstellknöpfe, die den 1801 zu einem flexiblen und leicht zu bedienenden Instrument machen (siehe Bild 7).

BEZEICHNUNG	FUNKTION
Indicators:	Dieser Schalter dient als Einschalter des gesamten Gerätes und gestattet die Wahl zwischen der gewünschten VU-Meter- oder Leuchtdioden-anzeige in der Verstärkerausführung mit Monitoranzeige
Gain Controls:	Die beiden mit "Gain" bezeichneten Einsteller dienen zur Verstärkungseinstellung. Der Bereich der Verstärkung erstreckt sich von 0 bis 30.
Input:	Mit diesem Schalten können zwei verschiedene Eingänge angewählt werden. Man kann hiermit beispielsweise entzerrte und lineare Spannungsquellen vergleichen
Speakers:	Dieser Schalter ermöglicht den wahlweisen Betrieb einer Hauptlautsprechergruppe oder einer entfernt installierten Gruppe.

ANSCHLUSSMÖGLICHKEITEN

Das Anschlußfeld an der Rückseite des 1801 ist übersichtlich gestaltet und erleichtert so die Eingliederung des Verstärkers in eine Musikanlage (siehe Bild 8). Zuverlässige 1/4 Zoll Klinkenbuchsen werden für die Eingänge benutzt. Schraubanschlüsse, die gleichzeitig für Bananenstecker geeignet sind, dienen zum Anschluß der Lautsprecherkabel. Die Buchsen sind für beide Kanäle in verschiedenen Farben ausgeführt.

Aus Sicherheitsgründen ist das Netzkabel 3-adrig. Eine 10 Ampere Netzsicherung schützt die Haushaltssicherungen im Kurzschlußfalle. Für den Anschluß weiterer Geräte (z.B. eines Vorverstärkers) ist eine Netzsteckdose vorgesehen. Dort können Verbraucher bis zu 250 Watt Leistungsaufnahme angeschlossen werden.

Bildunterschrift
Bild 8

Das Anschlußfeld an der Rückseite des 1801 enthält die Signaleingänge und die Lautsprecherausgangsklemmen. Eine Netzsteckdose ermöglicht den Anschluß weiterer Geräte und eine Sicherung schützt die Haushaltssicherung im Kurzschlußfalle.

ZUSÄTZLICHE ANGABEN

Leistungsaufnahme: 60 Watt bei 120 Volt im Leerlauf,
1960 Watt bei 120 Volt und voller Last.

Abschlußimpedanz: 4 Ohm oder größer. Absolute Stabilität
für alle angeschlossenen Lasten, unabhängig
vom kapazitiven oder induktiven Charakter
der angeschlossenen Verbraucher.

Eingangsempfindlichkeit: 1,5 Volt für eine Ausgangsleistung von
250 Watt, mit 8 Ohm abgeschlossen.

Abmessungen: Höhe: 19 cm Breite: 47 cm
Tiefe: 48,5 cm
Einschließlich der Bedienungsknöpfe, die
2,2 cm über die Frontplatte hinausragen.

Gewicht: ca. 37 kg, ohne Verpackung

Ausführung: Frontplatte aus gebürstetem Aluminium,
"black out" Anzeigenfeld, schwarz eloxierte
Kühlrippen und Gehäuse.

Herstellung: Der BOSE 1801 wird in den USA hergestellt.
Patente sind angemeldet.

Preis: 1801 A mit Monitor-Anzeige DM 3.930,-
1801 B ohne Monitor-Anzeige DM 3.200,-

Daten und Preise können sich ohne vorherige Bekanntgabe ändern.

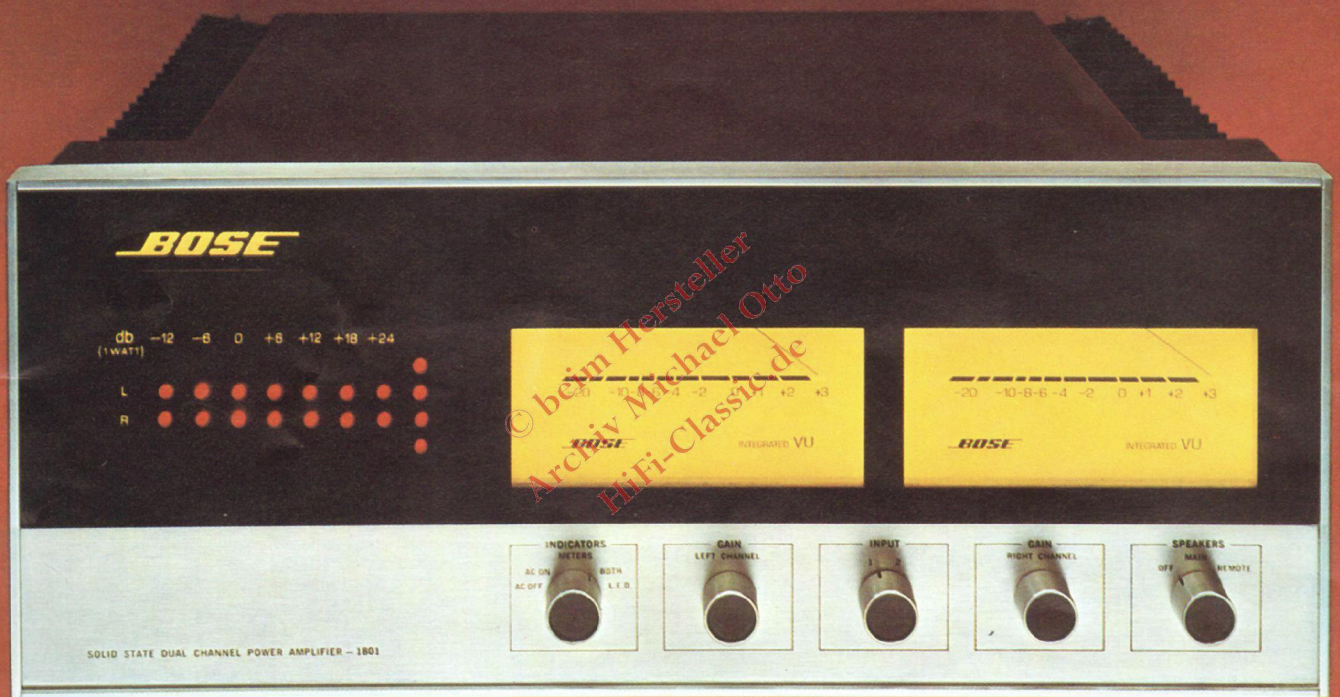
UNSERE EMPFEHLUNGEN

Wenn Sie bereits einen guten Verstärker mit kleiner Leistung besitzen und damit zufrieden sind, Musik in bescheidener Lautstärke ohne Überlastung Ihres Verstärkers zu hören, sind Sie gut beraten, das Gerät weiter im Gebrauch zu behalten. Mehr Geld für den BOSE 1801 oder irgendeinen anderen Verstärker hoher Leistung auszugeben, bringt Ihnen keinerlei Vorteil, wenn Sie bei der gewohnten Lautstärke bleiben. (Es wird oft behauptet, daß ein Verstärker hoher Leistung besser klingt als ein Verstärker kleiner Leistung, weil ersterer bei kleinen Lautstärken beinahe im Leerlauf betrieben wird - dieses ist jedoch ein Märchen.)

Wollen Sie aber den sich immer mehr ausweitenden Dynamikbereich von Schallplatte und Tonband voll nutzen, hören Sie gern Musik mit der ergreifenden Urgewalt des Fortissimo und grandiose Crescendi mit Lautstärken, die dem lebendigen Konzerteindruck entsprechen - dann glauben wir, Ihnen den BOSE 1801 als den bei weitem besten Verstärker für Ihre Ansprüche empfehlen zu können.

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

BOSE 1801



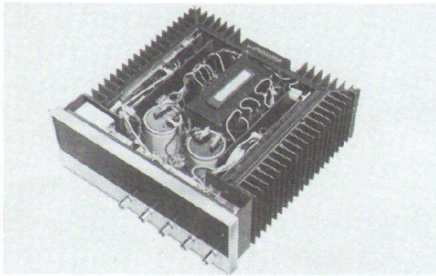
Das Kraftwerk.

Alle Hochleistungs-Verstärker sind gut.

Der anspruchsvolle Musikliebhaber hat zur Zeit die Wahl zwischen rund einem Dutzend großer Stereoverstärker. Alle mit guten Übertragungseigenschaften. Einige sind sogar hörmäßig perfekt. Und trotzdem – der BOSE 1801 nimmt eine Sonderstellung ein. Denn neben der hörbaren Perfektion spielen Betriebssicherheit, lange Lebensdauer der Bauteile und Servicefreundlichkeit eine entscheidende Rolle, will man auf Jahre ungetrübten Hörgenuß erleben. Es ist bezeichnend, daß Weltstars, wie James Last, Neil Diamond, Vicky Leandros, Peter Alexander u. v. a. BOSE-Hochleistungsverstärker jedem anderen Produkt vorziehen.

Lassen Sie uns die 5 wichtigsten Unterschiede gegenüber anderen guten Verstärkern erläutern:

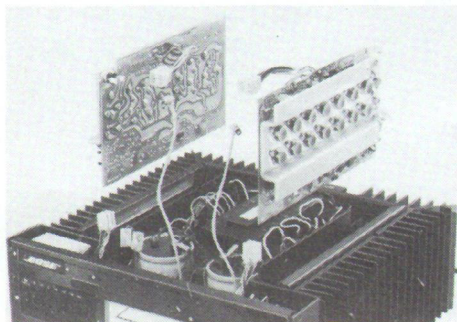
Unterschied 1: Das Netzteil



Der Netztransformator des BOSE 1801 wiegt 18 kg (!). Das ist das Gesamtgewicht anderer Verstärker. Doch nur ein Netzteil dieser Größe garantiert die reine, unverfälschte Wiedergabe von tiefen Bässen und dynamischen Musikstücken. Schützt die hochwertigen Leistungstransistoren vor Zerstörung. Ist frei von Netzbrummen. Und reduziert die Erholzeit bei Überlast auf 25 Mikrosekunden; einem Wert, der die Verzerrungen absolut unhörbar werden läßt.

Unterschied 2: Die »Integral Design Technik«

Der 1801 ist der einzige Endver-



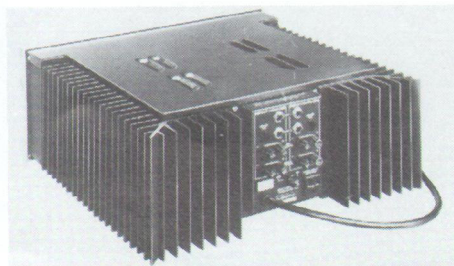
stärker, bei dem alle Bauelemente eines Verstärkerkanals auf einer einzigen Platine untergebracht sind. Die Zuverlässigkeit und damit die Wiedergabequalität elektronischer Systeme wird bestimmt von der genauen Lage und exakten Länge der Verbindungsleitungen. Zwar wurden in der Entwicklung gedruckter Schaltungen Fortschritte erzielt – die Verbindung zwischen den gedruckten Schaltungen geschieht aber nach wie vor mit manueller Verdrahtung. Resultat: die Wiedergabequalität der Serienprodukte ist oft schlechter als die des Labormusters. BOSE hat deshalb bereits bei der Konstruktion nach einem anderen, besseren Weg gesucht und mit der »Integral Design Technik« auch gefunden.

Die Vorteile für den Konsumenten:

1. Jeder 1801 ist hörbar perfekt. Die Fertigungstoleranzen sind so eng, daß die Verstärkerplatinen untereinander austauschbar sind. Ohne Neueinstellung. Ohne Einschränkung der perfekten Funktion. Das ist mit manueller Verdrahtung unmöglich.
2. Die Platinen werden vor dem Einbau unter realen Betriebsbedingungen kontrolliert. Im Gegensatz zu den Endverstärkern konventioneller Verdrahtungstechnik, die erst nach dem Einbau durchgemessen werden können.
3. Beim 1801 läßt sich ein Verstärkerkanal in Minuten gegen einen anderen Kanal austauschen. Bei konventionellen Verstärkern dagegen braucht man viel Zeit, um überhaupt erst einmal an das defekte Teil heranzukommen. Zeit, die letztlich der Besitzer zahlen muß.

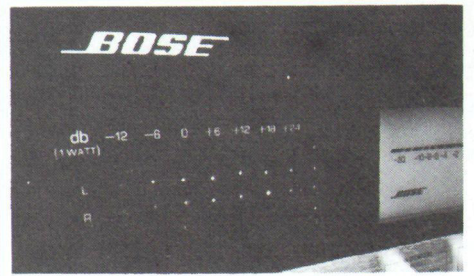
Unterschied 3: Die Kühlkörper

Der BOSE 1801 hat eine Kühlfläche von 8.800 Quadratzentimetern.



Dies ist entscheidend für die Lebensdauer der teuren, hochwertigen Leistungstransistoren. Den 1801 können Sie stundenlang mit jeder Leistung »fahren«. Das Gehäuse wird höchstens handwarm.

Unterschied 4: Die Leuchtdioden



Der BOSE 1801 hat eine L.E.D.-Kette (L.E.D. = Light Emitting Diode). Die Dioden zeigen innerhalb einer hundertmillionstel Sekunde die genaue Ausgangsleistung an. Im Gegensatz zu konventionellen VU-Metern, die nur den Durchschnittswert anzeigen. Sie erkennen also sofort, ob Sie den Verstärker übersteuern.

Unterschied 5: Syncom®-Computer Qualitätskontrolle

Jeder Baustein einer HiFi-Anlage ist nur so gut wie die Fertigungskontrolle. Je enger die Toleranzgrenzen gehalten werden können, umso höher die Wiedergabequalität und umso höher die Betriebssicherheit. Aus diesem Grunde hat die BOSE Corporation den Syncom®-Computer entwickelt. Geräte, die diesen Test durchlaufen, wurden den schärfsten und genauesten Fertigungskontrollen unterzogen, die heute überhaupt möglich sind. Bis zum heutigen Tag ist BOSE der einzige HiFi-Hersteller, der über diesen Meß-Computer verfügt.

Der Vorteil für den Konsumenten: volle 5 Jahre Garantie auf Material und Verarbeitung.

Fachleute über den BOSE 1801

Zum Schluß ein neutrales Urteil. Fachleute haben mehrere Hochleistungs-Verstärker ausführlich getestet. Die ermittelten Daten garantieren bei allen Verstärkern einwandfreie Wiedergabequalität. Und doch: »Würde man uns die Pistole auf die Brust setzen«, so die Tester in der Zeitschrift »Fonotest«, »dann würden wir uns für den BOSE 1801 entscheiden.«

BOSE®

BRD: BOSE Europa GmbH, Postfach 1160
6380 Bad Homburg, Tel. (0 61 72) 4 20 42
Schweiz: BOSE AG Swiss, Weiherweg 32
4054 Basel, Tel. 22 24 34
Generalvertrieb für Österreich:
Bräuer & Weineck, Spittelwiese 7
4020 Linz/Do., Tel. 2 78 03

Hi-Fi-Verstärker**Keine hörbaren Verzerrungen**

Ein neuartiger Hi-Fi-Endverstärker der für unkonventionelle Technik bekannten amerikanischen Firma Bose hat eine Wiedergabequalität erreicht, die wohl nicht mehr zu übertreffen ist. Weitere Verbesserungen in der Wiedergabetechnik könnten vom Ohr jedenfalls nicht mehr wahrgenommen werden.

Die Frage nach der sinnvollen Grenze der Perfektion ist bei Hi-Fi-Geräten, bei denen minimale technische Verbesserungen zu hohem Mehrpreis führen, stark umstritten. Dabei gibt es doch ein sicheres Kriterium zur Beurteilung der Qualität: das menschliche Ohr. Diese Erkenntnis wandte Professor Dr. Amar Bose, Wissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology, bei der Entwick-

lung eines neuen Hi-Fi-Endverstärkers (Bose 1801) an.

Dieses Kraftpaket ist zwar für höchste Leistung (2×250 Watt rms) ausgelegt. Ein 18 kg schwerer 2-kW-Trafo, überdimensionierte Kondensatoren, Kühlrippen von fast $0,9 \text{ m}^2$ Fläche sowie elektronisch-thermische Schutzschaltungen bieten zudem eine Sicherheit, wie sie nicht einmal im professionellen Einsatz (z. B. Diskotheken) üblich ist.

Bose macht aber kein Hehl daraus, daß sich manche Daten, z. B. der 10-kHz-Rechteckdurchgang, noch weiter verbessern ließen. Aber solche Feinheiten erforderten einen nicht vertretbar hohen Aufwand, der den Preis bald in astronomische Höhen schnellen ließe. Dabei wären diese Verbesserungen wohl mit dem Meßgerät nachweisbar, jedoch auch von geschulten Ohren nicht zu hören.

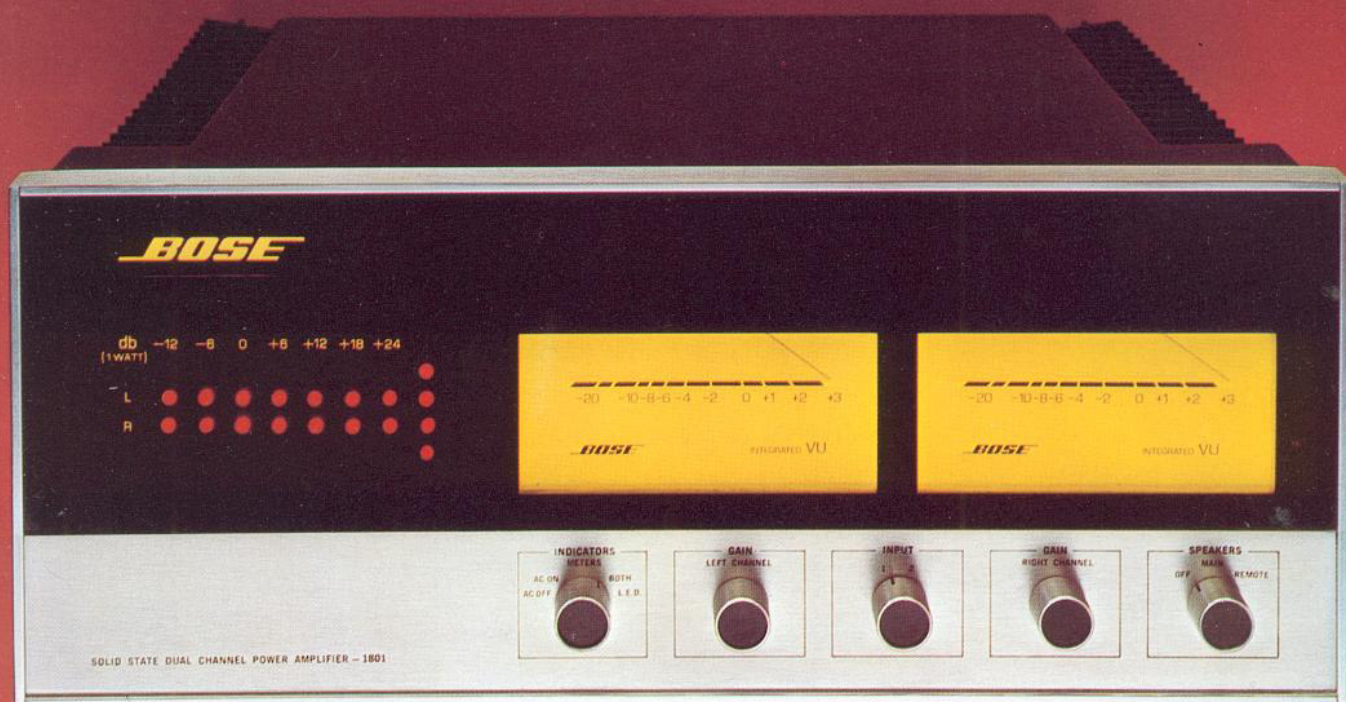
Das Gerät kostet 3930 Mark mit imposanten, aber (im Heimgebrauch) überflüssigen Anzeigeinstrumenten und 3200 Mark ohne diese Instrumente. Das ist bei der gebotenen Leistung nicht zuviel; immerhin gibt es Endverstärker auch zum doppelten Preis.

Dennoch sollte, wer mit dem Bose 1801 liebäugelt, bedenken, daß seine Qualität nur dann voll zur Geltung kommt, wenn auch die anderen Hi-Fi-Komponenten (Tuner, Plattenspieler, Tonbandgerät, Vorverstärker, Lautsprecher) gleichwertig sind.



Beim Bose-Endverstärker 1801 für Hi-Fi-Spezialisten gibt es keine hörbaren Verzerrungen mehr. Er kostet (wie abgebildet) 3930 Mark, ohne die Anzeigeinstrumente 3200 Mark.

BOSE 1801



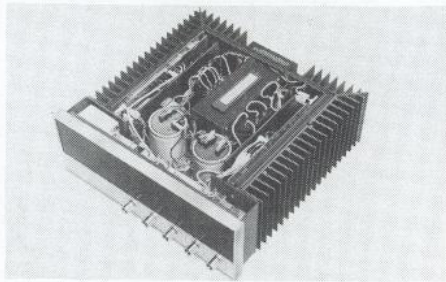
Das Kraftwerk.

Alle Hochleistungs-Verstärker sind gut.

Der anspruchsvolle Musikliebhaber hat zur Zeit die Wahl zwischen rund einem Dutzend großer Stereoverstärker. Alle mit guten Übertragungseigenschaften. Einige sind sogar hörmäßig perfekt. Und trotzdem – der BOSE 1801 nimmt eine Sonderstellung ein. Denn neben der hörbaren Perfektion spielen Betriebssicherheit, lange Lebensdauer der Bauteile und Servicefreundlichkeit eine entscheidende Rolle, will man auf Jahre ungetrübten Hörgenuß erleben. Es ist bezeichnend, daß Weltstars, wie James Last, Neil Diamond, Vicky Leandros, Peter Alexander u. v. a. BOSE-Hochleistungsverstärker jedem anderen Produkt vorziehen.

Lassen Sie uns die 5 wichtigsten Unterschiede gegenüber anderen guten Verstärkern erläutern:

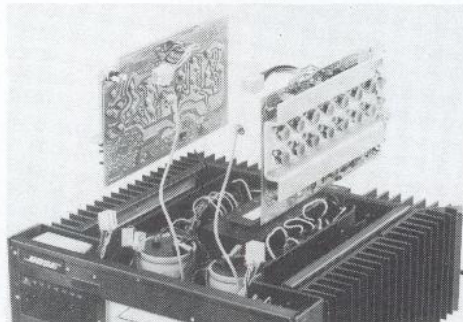
Unterschied 1: Das Netzteil



Der Netztransformator des BOSE 1801 wiegt 18 kg (!). Das ist das Gesamtgewicht anderer Verstärker. Doch nur ein Netzteil dieser Größe garantiert die reine, unverfälschte Wiedergabe von tiefen Bässen und dynamischen Musikstücken. Schützt die hochwertigen Leistungstransistoren vor Zerstörung. Ist frei von Netzbrummen. Und reduziert die Erholzeit bei Überlast auf 25 Mikrosekunden; einem Wert, der die Verzerrungen absolut unhörbar werden läßt.

Unterschied 2: Die »Integral Design Technik«

Der 1801 ist der einzige Endver-



stärker, bei dem alle Bauelemente eines Verstärkerkanals auf einer einzigen Platine untergebracht sind.

Die Zuverlässigkeit und damit die Wiedergabequalität elektronischer Systeme wird bestimmt von der genauen Lage und exakten Länge der Verbindungsleitungen. Zwar wurden in der Entwicklung gedruckter Schaltungen Fortschritte erzielt – die Verbindung zwischen den gedruckten Schaltungen geschieht aber nach wie vor mit manueller Verdrahtung. Resultat: die Wiedergabequalität der Serienprodukte ist oft schlechter als die des Labormusters.

BOSE hat deshalb bereits bei der Konstruktion nach einem anderen, besseren Weg gesucht und mit der »Integral Design Technik« auch gefunden.

Die Vorteile für den Konsumenten:

1. Jeder 1801 ist hörbar perfekt.

Die Fertigungstoleranzen sind so eng, daß die Verstärkerplatinen untereinander austauschbar sind. Ohne Neueinstellung. Ohne Einschränkung der perfekten Funktion. Das ist mit manueller Verdrahtung unmöglich.

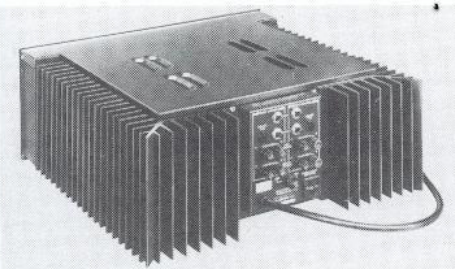
2. Die Platinen werden vor dem Einbau unter realen Betriebsbedingungen kontrolliert. Im Gegensatz zu den Endverstärkern konventioneller Verdrahtungstechnik, die erst nach dem Einbau durchgemessen werden können.

3. Beim 1801 läßt sich ein Verstärkerkanal in Minuten gegen einen anderen Kanal austauschen. Bei konventionellen Verstärkern dagegen braucht man viel Zeit, um überhaupt erst einmal an das defekte Teil heranzukommen.

Zeit, die letztlich der Besitzer zahlen muß.

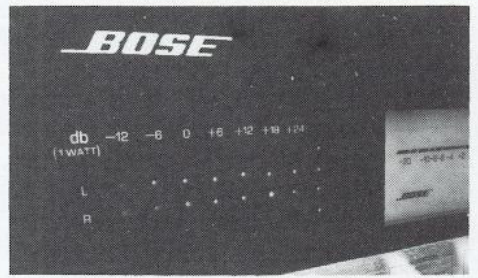
Unterschied 3: Die Kühlkörper

Der BOSE 1801 hat eine Kühlfläche von 8.800 Quadratzentimetern.



Dies ist entscheidend für die Lebensdauer der teuren, hochwertigen Leistungstransistoren. Den 1801 können Sie stundenlang mit jeder Leistung »fahren«. Das Gehäuse wird höchstens handwarm.

Unterschied 4: Die Leuchtdioden



Der BOSE 1801 hat eine L.E.D.-Kette (L.E.D. = Light Emitting Diode). Die Dioden zeigen innerhalb einer hundertmillionstel Sekunde die genaue Ausgangsleistung an. Im Gegensatz zu konventionellen VU-Metern, die nur den Durchschnittswert anzeigen. Sie erkennen also sofort, ob Sie den Verstärker übersteuern.

Unterschied 5: Syncom®-Computer Qualitätskontrolle

Jeder Baustein einer HiFi-Anlage ist nur so gut wie die Fertigungskontrolle. Je enger die Toleranzgrenzen gehalten werden können, umso höher die Wiedergabequalität und umso höher die Betriebssicherheit. Aus diesem Grunde hat die BOSE Corporation den Syncom®-Computer entwickelt. Geräte, die diesen Test durchlaufen, wurden den schärfsten und genauesten Fertigungskontrollen unterzogen, die heute überhaupt möglich sind. Bis zum heutigen Tag ist BOSE der einzige HiFi-Hersteller, der über diesen Meß-Computer verfügt.

Der Vorteil für den Konsumenten: volle 5 Jahre Garantie auf Material und Verarbeitung.

Fachleute über den BOSE 1801

Zum Schluß ein neutrales Urteil. Fachleute haben mehrere Hochleistungs-Verstärker ausführlich getestet. Die ermittelten Daten garantieren bei allen Verstärkern einwandfreie Wiedergabequalität. Und doch: »Würde man uns die Pistole auf die Brust setzen«, so die Tester in der Zeitschrift »Fonotest«, »dann würden wir uns für den BOSE 1801 entscheiden.«

BOSE®

BRD: BOSE Europa GmbH, Postfach 1160
6380 Bad Homburg, Tel. (0 61 72) 4 20 42
Schweiz: BOSE AG Swiss, Weiherweg 32
4054 Basel, Tel. 22 24 34
Generalvertrieb für Österreich:
Bräuer & Weineck, Spittelwiese 7
4020 Linz/Do., Tel. 2 78 03



BOSE 1801™
Stereo - Endverstärker
vorläufiger Prospekt - Text

Volltransistor - Stereo - Endstufe

" Immer dann, wenn wir für den 1801 überhaupt technische Einzelheiten oder Daten angeben, nennen wir nicht irgendwelche Zahlen, sondern nur das absolut notwendige Minimum im Hinblick auf die diskutierten Parameter, die für die hörbare Perfektion notwendig sind. "

"... es gibt doch tatsächlich nur ein Kriterium von Bedeutung. Es ist dasjenige, das immer über allen unseren Bemühungen gestanden hat und unseren Ruf begründet. Der Stereo-Endverstärker 1801 fügt einem elektrischen Signal keinerlei hörbare Verzerrungen oder Verfärbungen hinzu. Dies gilt für seinen gesamten Leistungsbereich von 500 Watt rms an einer Last von 8 Ohm, beide Kanäle betrieben, oder 800 Watt rms mit einer Last von 4 Ohm, ebenfalls beide Kanäle betrieben. Der 1801 dient also allein dazu, die Leistung eines musikalischen Signals zu verstärken."

BETRACHTUNGEN DER VERSTÄRKER - TECHNOLOGIEN UND DEREN ENTWICKLUNG

Die Kriterien, nach denen die Qualitäten von Leistungsverstärkern beurteilt werden, wurden vor mehr als zwei Jahrzehnten aufgestellt. Sie schließen zunächst den Frequenzgang, die harmonischen Verzerrungen, Intermodulationsverzerrungen, Impulsverhalten und den Störabstand ein. Der Stand der technischen Entwicklung hat bereits seit langem einen Punkt überschritten, der es ermöglichte, Verstärker zu entwickeln, die eine ausreichende Gewähr dafür boten, daß keines der angegebenen Kriterien mehr hörbare Verfärbungen verursachte.

Die Entwicklungsingenieure haben sich andererseits durch neue bestechende technologische Möglichkeiten, angetrieben durch die Verkaufsorganisationen, hinreißen lassen, die zahlenmäßigen Daten für Leistungsverstärker über den Punkt hinaus zu "verbessern", der hinsichtlich der tatsächlich hörbaren Vorteile keinerlei Gewinn mehr bringt. Dieses "Zahlenspiel" ist bedauerlicherweise so teuer für den Endverbraucher wie es eine Herausforderung für den Entwicklungsingenieur darstellt. Wir haben unsere Entscheidungen bei der Entwicklung ganz besonders nach den Forderungen des Endverbrauchers getroffen. Lassen Sie uns im einzelnen aufzeigen, in welcher Form der Verbraucher letztlich für eine technologische Überdimensionierung ohne praktischen Nutzen bezahlen muß:

1. Verminderte Zuverlässigkeit
2. Hörbar verschlechtertes Gesamtverhalten der Übertragungskette, bedingt durch Rückwirkungen des Endverstärkers auf die Geräte, die ihn ansteuern
3. Erhöhter Preis ohne hörbare Klangverbesserung

Aufgrund der vorausgegangenen Überlegungen ist es einleuchtend, daß grundlegende Entscheidungen gefällt werden mußten, ehe ein Entwicklungsprogramm für einen neuen Verstärker definiert werden konnte. Erst als das Konzept vorlag, konnten wir Entscheidungen über den Aufbau der Schaltungen und die zu verwendenden Bauteile treffen. Wir wollen Ihnen daher unser Entwicklungskonzept und die daraus resultierenden Entscheidungen darstellen.

DAS B O S E - KONZEPT DER TECHNISCHEN DATEN

Es ist ein typisches Kennzeichen unserer Zeit, daß künstlich eine Nachfrage nach bestimmten Dingen geschaffen wird, ohne daß dafür ein echtes Bedürfnis vorliegt. In unserem Falle ist es in der Tat verführerisch, durch die Vielzahl der Bedienungsknöpfe oder durch bloße Zahlenangaben technische Überlegenheit vorzutäuschen. Der Endverbraucher zahlt heute in vielen Fällen mehr für die angeblich "besseren" Daten, ohne zu wissen, ob diese tatsächlich im praktischen Betrieb einen Fortschritt darstellen. Oft trifft gerade letzteres nicht zu. Wir hoffen, daß wir mit dem Erscheinen des BOSE 1801 eine Entwicklung eingeleitet haben, die das Produkt und seine technische Beschreibung ausschließlich an dem Nutzwert für den Endverbraucher und nicht an werbetechnisch eindrucksvollen Zahlenangaben orientiert. In diese Richtung haben wir einen bedeutungsvollen Schritt getan.

Immer dann, wenn wir für den 1801 überhaupt technische Einzelheiten oder Daten angeben, nennen wir nicht irgendwelche Zahlen, sondern nur das absolut notwendige Minimum im Hinblick auf die diskutierten Parameter, die für die hörbare Perfektion notwendig sind.

Der 1801 hat zwar in allen Fällen bessere Daten, dieses trägt jedoch in keiner Weise dazu bei, ihn in seinen wesentlichen Eigenschaften zu verbessern. Daher stellen die reinen Datenangaben keinen Vorteil für den Endverbraucher dar. Zusätzlich zu den notwendigen Daten erklären wir Ihnen für welche grundsätzlichen Entwicklungsprinzipien wir uns entschieden haben. Sie können damit den 1801 weit besser einschätzen und seine Gebrauchsvorteile erkennen.

Doch lassen wir für einen Augenblick alle meßtechnischen Überlegungen einmal beiseite. Es gibt doch tatsächlich nur ein Kriterium von Bedeutung. Es ist dasjenige, das immer über allen unseren Bemühungen gestanden hat und unseren Ruf begründet. Der Stereo-Endverstärker 1801 fügt einem elektrischen Signal keinerlei hörbare Verzerrungen oder Verfärbungen hinzu. Dies gilt für seinen gesamten Leistungsbereich von 500 500 Watt rms an einer Last von 8 Ohm, beide Kanäle betrieben, oder 800 Watt rms mit einer Last von 4 Ohm, ebenfalls beide Kanäle betrieben. Der 1801 dient also allein dazu, die Leistung eines musikalischen Signals zu verstärken.

Wir laden Sie ein, diesen Test selbst zu machen. Viele Bose-Fachhändler haben geeignete Umschalteinrichtungen, die Ihnen einen A-B-Vergleich zwischen dem Eingang und dem Ausgang des 1801 gestatten.

DAS B O S E - KONZEPT DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG

Von Grund auf wurde der 1801 als ein völlig neuer Verstärker konzipiert und nicht aus einem herkömmlichen Typ entwickelt. Dies hatte zur Folge, daß in jedem Entwicklungsstadium viele grundsätzliche Entscheidungen zu treffen waren. Dazu gehörten beispielsweise: die Auslegung der elektronischen Schaltungen, die Bemessung und Dimensionierung der Bauteile, die Eigenschaften der Ein- und Ausgänge, die Bedienungsorgane, die Aussteuerungsanzeigen und die Übertragungseigenschaften. Wir entschieden uns immer so, daß ein maximaler Gewinn für den Endverbraucher erzielt wurde. Dieses Ziel stand ungeachtet aller Tradition oder Konvention - auch um den Preis sinnloser Datenverbesserung - stets im Vordergrund. Lassen Sie uns einige unserer Entscheidungen diskutieren und sehen, ob Sie uns zustimmen:

Leistungsbemessung

Die vielleicht wichtigste Entscheidung bei der Entwicklung eines Endverstärkers ist die Bemessung der Ausgangsleistung. Unsere Forderung für den 1801 war, daß er allerhöchsten Ansprüchen für eine Musikübertragungsanlage im Wohnraum genügen sollte. Lassen Sie uns diese Forderung nun einmal zahlenmäßig als Ausgangsleistung ausdrücken.

Je höher die Ausgangsleistung eines Endverstärkers ist, desto größer ist der Dynamikbereich (Verhältnis vom lautesten zum leisesten musikalischen Signal), der im Wohnraum erreicht werden kann. Es ist jedoch eine natürliche Eigenschaft des menschlichen Hörvermögens, daß ein großer Zuwachs an zugeführter Verstärkerleistung nur eine kleine Änderung des subjektiv empfundenen Lautstärkeindrucks bewirkt.

Es ist beispielsweise notwendig, die Verstärkerleistung zu verdoppeln, um einen Lautstärkeanstieg von nur 3 dB zu erzielen. Das ist ein Lautstärkeschritt, der mit Sicherheit überhaupt erst unterscheidbar ist. Die Verstärkerleistung müßte also verzehnfacht werden, um nur einen subjektiven Eindruck der doppelten Lautstärke zu erzielen!

Diese grundlegenden psychoakustischen Gegebenheiten zeigen eindeutig, wie sinnlos es ist, einen 60 Watt Verstärker beispielsweise einem 50 Watt Verstärker vorzuziehen und zu erwarten, daß ersterer in irgendeiner Weise in der Lage wäre, einen merkbar größeren Lautheitseindruck zu erzeugen. Aus diesen Tatsachen ergibt sich also ganz klar, daß der Faktor 2 die kleinste Einheit von Bedeutung ist, wenn man Verstärkerleistungen betrachtet.

Wenn also feststeht, daß geringfügige Leistungsänderungen von wenigen Prozenten bei Verstärkern bedeutungslos sind, dann wollen wir nun die praktische obere Grenze für eine Musikübertragungsanlage für den Wohnraum bestimmen. Es ist sicherlich nicht ohne Interesse, daß diese Grenze durch die Belastbarkeit der Lautsprecher vorgegeben ist und nicht durch die Grenzen, die uns die Elektronik etwa setzt. Es ist natürlich völlig sinnlos, einen Verstärker zu entwickeln, der mehr Leistung entwickelt, als der Lautsprecher aufnehmen kann. Die meisten Lautsprecher heute sind zerstörbar, wenn eine Verstärkerleistung von nur 100 Watt rms pro Kanal zur Verfügung steht. (Die Bezeichnung rms steht für "root mean square". Dieser Ausdruck darf technisch für Spannung oder Strom Anwendung finden, ist aber an sich unzulässig für die Leistung. Bedauerlicherweise ist er in der HiFi-Industrie weit verbreitet.)

Sogar die besten Lautsprecher, die man heute bauen kann, sollten nicht mit Verstärkern angesteuert werden, die mehr als 250 Watt rms pro Kanal an Leistung zur Verfügung stellen. Aus diesem Grunde haben wir uns entschlossen, den 1801 mit einer Ausgangsleistung von 250 Watt rms pro Kanal an einer Last von 8 Ohm zu entwickeln. Es kann natürlich von Vorteil sein, daß diese Leistung bei einer Belastung mit 4 Ohm überschritten wird. Beispielsweise können 2 Lautsprecher von 8 Ohm Impedanz parallel geschaltet werden (siehe Bild 1). Deshalb liefert der 1801 an 4 Ohm eine Leistung von 400 Watt rms pro Kanal. Bei dieser Anschlußtechnik kann jeder Lautsprecher unterhalb seiner maximalen Belastbarkeitsgrenze betrieben werden, während der Verstärker die Summe von 800 Watt an die Lautsprecher abgeben kann.

Um noch einmal zusammenzufassen: Der 1801 ist imstande, eine Gesamtleistung von 800 Watt rms in eine Last von 4 Ohm bzw. 500 Watt rms in eine Last von 8 Ohm einzuspeisen; Jeweils beim Betrieb beider Kanäle. Damit sollten selbst extremste Anforderungen voll erfüllt werden können. Um eine überhaupt merkbare Erhöhung des Dynamikumfangs des 1801 zu erreichen, müßte man seine Leistung verdoppeln. Wir glauben nicht, daß ernstzunehmende Verstärker- oder Lautsprecherentwicklungen sich in absehbarer Zeit in diese Richtung bewegen könnten.

Bildunterschrift

Bild 1

Eine zweikanalige Anordnung von vier Lautsprechern nach dem Direct/Reflecting^R Prinzip, bei der vom 1801 eine maximale Leistung von 800 Watt gefordert werden kann. (Das muß man einmal gehört haben, um sich den Klangeindruck überhaupt vorstellen zu können!)

Frequenzgang

Die wichtigste aller traditionellen Messungen für die Beurteilung eines Leistungsverstärkers ist die des Frequenzumfanges. Kleinste Abweichungen im Frequenzgang beeinflussen das Klangbild weit mehr als dieses allgemein angenommen wird. So haben beispielsweise unsere Untersuchungen ergeben, daß der Frequenzgang im Bereich von 30 Hz bis 10 kHz eine maximale Toleranz von $\pm 0,25$ dB und von 10 kHz bis 15 kHz höchstens $\pm 0,7$ dB aufweisen soll, um sicherzustellen, daß keinerlei hörbare Verfärbungen eines musikalischen Signals wahrgenommen werden können. In den Extrembereichen des hörbaren Klangspektrums von 20 bis 30 Hz und von 15 kHz bis 20 kHz darf eine Toleranz von ± 1 dB zugelassen werden, damit mit Sicherheit keine Verfärbungen hörbar werden. Wir glauben, daß jeder gute Verstärker unbedingt diese strengen Frequenzgangkriterien einhalten sollte.

Impulsverhalten

Das Folgende wird sicherlich viele schockieren, aber leider ist das Impulsverhalten der am meisten überbewertete Parameter der Leistungsdaten in der Industrie. Es ist eine Tatsache, daß das Impulsverhalten völlig irrelevant für die hörbare Qualität eines Verstärkers ist, vorausgesetzt, der Frequenzgang ist so eng toleriert, wie im vorigen Absatz beschrieben. Es sei hier bewußt abgesehen von einigen Spezialfällen, in denen Phasenschiebernetzwerke angewendet werden. Würde man bei der Entwicklung beispielsweise die Entscheidung treffen, ausgerechnet bei 10 kHz das Rechteckimpulsverhalten zu optimieren, so müßte man Endstufentransistoren mit großer Bandbreite verwenden. Dieses würde zu erhöhten Kosten führen, würde aufwendige Stabilisierungsschaltungen notwendig machen und die Zuverlässigkeit der Schaltung bedeutend vermindern, da der Spannungsdurchbruch von Transistoren mit großer Bandbreite ein Problem darstellt. Dieses ist ein erstklassiges Beispiel dafür, welchen Preis der Endverbraucher für "Datengläubigkeit" zu zahlen hätte.

Wenn Sie nun doch das Impulsverhalten des 1801 messen und dabei entdecken, daß es doch erstaunlich gut ist, dann denken Sie bitte nicht, wir stehen nicht zu dem vorher Gesagten. Wir haben jedoch überhaupt keine Anstrengungen gemacht, das Impulsverhalten zu optimieren. Es ist nur deshalb so gut, weil wir aus anderen Gründen spezielle Rückkopplungsschaltungen eingefügt haben. Wir sind absolut keine Kompromisse eingegangen, etwa die Zuverlässigkeit und Stabilität gegen das Impulsverhalten einzuhandeln.

Erholzeit bei Überlast

Dieser Parameter wird oft mit Impulsverhalten verwechselt, da meist Impulse verwendet werden, um das Überlastverhalten zu untersuchen. Der Unterschied ist folgender: Impulsverhalten bezieht sich auf den Normalbetrieb des Verstärkers. Das Überlastverhalten des Verstärkers wird mit Impulsen gemessen, die ihn bis über seine normalen Kenndaten hinaus aussteuern.

Große impulsartige Signalspitzen treten manchmal in musikalischen Signalen auf. Diese können einen Verstärker kurzzeitig überlasten. Viele Verstärker benötigen eine beachtliche Zeitspanne, sich von diesem Überlastfall zu erholen und erzeugen hörbare Störspitzen während dieser Erholphase. Ein richtig dimensionierter Verstärker soll sich in weniger als 25 Mikrosekunden vom Überlastfalle erholen.

Eingangsimpedanz

Dieses ist tatsächlich ein sehr wichtiger Parameter für einen Verstärker, der außerdem interessante Aspekte bei der Entwicklung hat. Macht man die Eingangsimpedanz klein, so werden die Daten für den Störabstand recht eindrucksvoll. Kleine Eingangsimpedanzen können jedoch auf den Vorverstärker oder andere Geräte rückwirken und so hörbare Änderungen des Frequenzganges der zusammengeschalteten Geräte verursachen. Diesen wichtigen Punkt werden Sie vergeblich in allen Verstärkerdaten suchen. Die Eingangsimpedanz eines Verstärkers soll daher größer als 50.000 Ohm sein, um mit Sicherheit derartige Verfälschungen auszuschließen. Eingangsimpedanzen dieser Größenordnung und sorgfältiger Schaltungsaufbau machen einen Störabstand möglich, der ausreichend groß ist, um unhörbar zu bleiben. Wir sind sicher, daß dieses die beste Entscheidung beim Entwurf war.

Rauschen und Brummen

Welcher Störabstand (Rauschen und Netzbrummen) wäre für einen guten Verstärker zu fordern, um sicher zu sein, daß diese Störungen in einer Heimstereoanlage unhörbar bleiben? Dazu einige Berechnungen: Die Verstärker-Lautsprecher-Kombination der hochwertigsten Musikanlage sollte in der Lage sein, 115 dB Spitzenschallpegel in musikalischen Passagen zu liefern, wenn der Verstärker voll "ausgefahren" wird. Wenn nun der Verstärker einen Störabstand von 100 dB aufweist, dann beträgt der Störpegel im Raum nur 15 dB, der durch den Verstärker hervorgerufen wird. Dieser Wert ist weit unter dem Störpegel eines jeden Raumes und daher absolut unhörbar. Wir glauben, alle Hochleistungsstufen sollten diesen Wert erreichen.

Verzerrungen

Die Verzerrungen gehören zu den Parametern bei der Beurteilung eines Leistungsverstärkers, die besonders der "Datengläubigkeit" unterliegen - sehr zum Nachteil für die Zuverlässigkeit des Verstärkers. Der Entwicklungsingenieur hat die Wahl, das Verhalten des Verstärkers bei hohen Frequenzen zu bestimmen. Dieses ist jedoch abhängig von der Frequenzcharakteristik der verwendeten Leistungstransistoren. Es ist sein Ziel, einen hohen Wert für die Rückkopplung bei hohen Frequenzen zu erhalten, weil ein umgekehrt proportionales Verhalten zwischen den harmonischen Verzerrungen und der Rückkopplung besteht. Man kann auf diese Weise beeindruckend niedrige Werte für die harmonischen Verzerrungen am oberen Ende des Hörspektrums (oberhalb 10 KHz) erzielen. Unglücklicherweise geht dieses auf Kosten erhöhter Gefahr für die Zerstörung der Transistoren durch "second breakdown". (Eine Form des Spannungsdurchbruches bei Transistoren). Auch intern auftretende Schwingungen können so den Verstärker zerstören. Dieser Preis wäre für unhörbare Verbesserungen des Klirrgradverhaltens zu zahlen.

Die harmonischen Verzerrungen haben deshalb nur im Frequenzbereich bis zu 10 KHz eine praktische Bedeutung. Oberhalb dieses Bereiches liegen sie über 20 KHz und bleiben unhörbar. Grundlegende psychoakustische Tests haben ergeben, daß ein harmonischer Klirrgrad von insgesamt 0,5 Prozent unterhalb 5 KHz und weniger als 1 Prozent zwischen 5 bis 10 KHz bei Musik- oder Sprachsignalen unhörbar ist.

Intermodulationsverzerrungen entstehen durch gegenseitige Beeinflussung zweier unterschiedlicher Frequenzen, die gleichzeitig eingespeist werden. IM-Verzerrungen von weniger als 0,5 Prozent (gemessen nach IHF-Norm) bleiben bei Musik- oder Sprachsignalen ebenfalls unhörbar.

Unser Entschluß war, die Kriterien für die Unhörbarkeit der Verzerrungen zu erfüllen und dennoch eine hohe Sicherheitsspanne für die Transistoren zu erhalten. Wir haben dieses durch die richtig dimensionierte Begrenzung der Rückkopplung oberhalb 10 KHz erreicht.

+) Da die Verzerrungen bei der angegebenen Ausgangsleistung stark von der Netzspannung abhängen, muß jede Messung unbedingt bei der angegebenen Netzspannung von 120 Volt vorgenommen werden.

Zusammenfassend können wir Ihnen garantieren, daß der 1801 überhaupt keine Stabilitätsprobleme aufweist, die üblicherweise durch die großen Phasenschiebungen von Transistoren bei hohen Frequenzen auftreten. Darüberhinaus wird das möglicherweise schwerwiegende Problem des Einhaltens der angegebenen originalen Leistungskriterien bei Austausch eines Transistors absolut vermieden.

Bildunterschrift

Bild 2

Einige der hauptsächlichsten Bauteile, die zum Standard der erreichten Zuverlässigkeit beitragen: der Netztransformator von ca. 18 kg, die Elektrolytkondensatoren für das Netzteil in der für Computer geforderten Qualität; die ausgedehnten Kühlelemente und die INTEGRAL DESIGN Verstärker-Platinen.

Dämpfungsfaktor

Der Dämpfungsfaktor ist ein in seiner Definition sehr klarer Parameter, jedoch sind seine Auswirkungen schon seit langem umstritten. Der Dämpfungsfaktor DF kann folgendermaßen mathematisch ausgedrückt werden:

$$DF = \frac{\text{Minimalwert der Lautsprecherimpedanz}}{\text{Ausgangsimpedanz des Verstärkers}}$$

Qualitativ betrachtet weiß man, daß ein zu kleiner Dämpfungsfaktor eine hörbare Beeinträchtigung des Klangeindruckes verursacht. Was jedoch bedeutet "zu klein" ?

Ein Teil des Entwicklungsprogrammes des 1801 bezog sich auf eine detaillierte Analyse des Dämpfungsfaktors. Heute sind wir in der Lage, präzise und unwiderruflich die Bedingungen für den Dämpfungsfaktor zu nennen, die eine absolute Gewähr für eine verfärbungsfreie Wiedergabe bieten. Unsere Analyse hat aber auch aufgedeckt,

daß die Lautsprecherleitungen entscheidend in die Betrachtungen des Gesamtsystems eingehen. Ein Punkt, der bei früheren DF Berechnungen völlig vernachlässigt worden war.

Das Resultat der Analyse mündet in die folgende Gleichung, die den maximalen Fehler E im Frequenzgangverhalten eines jeden Lautsprechers zum Dämpfungsfaktor DF und dem Kabelfaktor WF (definiert als das Verhältnis der Lautsprecherimpedanz zum Widerstand des Verbindungskabels) wie folgt in Beziehung setzt:

$$E \text{ (in dB)} = 20 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{DF} + \frac{1}{WF} \right)$$

Um hörbare Verfärbungen bei der übertragenen Musik zu vermeiden, soll der Frequenzgangfehler E kleiner als 0,5 dB sein. (Wie wir schon unter "Impulsverhalten" dargelegt haben, genügt es, daß der Frequenzgang die angegebenen Toleranzen einhält. Deshalb können wir hier das Impulsverhalten außer Betracht lassen). Lassen Sie uns nun überlegen, was das über den Dämpfungsfaktor aussagt. Wenn wir zunächst einmal das Anschlußkabel außer Betracht lassen und die Gleichung nach DF auflösen, so finden wir, daß DF größer als 16,9 sein muß. Dieses gilt jedoch nur unter Vernachlässigung eines jeden Verbindungskabels. Wäre das Anschlußkabel etwa 6,5 m lang und hätte einen Drahtdurchmesser von 1 mm beim Anschluß eines 8 Ohm Lautsprechers so folgt aus der Gleichung: Der Dämpfungsfaktor muß größer als 40 sein.

In Röhrenverstärkern waren Ausgangstransformatoren notwendig, um die richtige Impedanzanpassung zu besorgen. Die Verwendung der Transformatoren begrenzte den Dämpfungsfaktor auf den Bereich von 10 bis 20. Wir haben aber gesehen, daß dieses die Kriterien für ein Musik-Übertragungssystem von höchster Qualität nicht erfüllt. In transistorverstärkern werden natürlich keine Ausgangstransformatoren benötigt. Jeder gute Transistorverstärker heutiger Bauart ohne Ausgangstransformatoren kann daher die Forderung nach einem Dämpfungsfaktor von 40 leicht erfüllen.

Bildunterschrift

Bild 3

Die Rückansicht des 1801 zeigt die ausgedehnten Kühlelemente, die die Wärme der Endtransistoren ableiten. Das Arbeiten der Endstufe in einem niedrigeren Temperaturbereich hat erhöhte Zuverlässigkeit zur Folge.

BESONDERE KONSTRUKTIONSMERKMALE FÜR ERHÖHTE ZUVERLÄSSIGKEIT

Zuverlässigkeit durch verminderte Beanspruchung der Endtransistoren

Die Endtransistoren eines Hochleistungsverstärkers sind bei weitem das kritischste Bauteil im Hinblick auf die Dauerstandfestigkeit. Je höher die geforderte Leistung eines Endtransistors ist, desto niedriger ist seine Zuverlässigkeit.

Um nun die Dauerstandfestigkeit des 1801 gegenüber bisher bekannten Verstärkerkonstruktionen zu erhöhen, haben wir durch die Verwendung von 14 Leistungstransistoren pro Kanal einen konstruktiven Schritt getan, der bisher ohne Beispiel ist. Damit stellen wir die angegebene Ausgangsleistung von 250 Watt in eine 8 Ohm-Last sicher. Durch diese Maßnahme erreichen wir, daß bei weitem weniger Leistung pro Transistor abgegeben werden muß, als dieses bei anderen Endstufen mit hoher Ausgangsleistung notwendig ist, die wir uns vergleichsweise angesehen haben. Die aus dieser Konstruktion resultierende erheblich verminderte Anforderung an den einzelnen Endtransistor stellt einen der wichtigsten Faktoren unseres neuen Standards an Standfestigkeit für den 1801 dar und trägt wesentlich dazu bei, daß wir Ihnen volle fünf Jahre Garantie gewähren können.

Zuverlässigkeit durch einen ungewöhnlichen Netztransformator

Der 1801 besitzt einen 2 Kilowatt Netztransformator, der allein ca. 18 kg wiegt. (siehe Bild 2) Dieses ist fast das Gesamtgewicht anderer Hochleistungsverstärker. Aber was hat das nun mit Zuverlässigkeit zu tun? Interessanterweise hat es eine Menge mit der Standfestigkeit der Ausgangstransistoren zu tun. Ein Problem, das alle Verstärker-Konstrukteure plagt, ist die Tatsache, daß die Speisespannung mit dem Pegel des zu verstärkenden musikalischen Signals schwankt. Bei großen Signalamplituden ist diese Speisespannung klein und umgekehrt ist sie bei kleinen Signalen hoch. Um aber einen Leistungstransistor optimal zu betreiben, sollte die Speisespannung bei großen Signalen möglichst dicht bei der angegebenen Betriebsspannung des Transistors liegen. Aber gerade dann, wenn die Signalleistung abfällt, steigt die Speisespannung wieder an. Dieses führt zu einer wesentlich erhöhten Spannungsbeanspruchung der Leistungstransistoren. Der Grund für die Verwendung unseres riesigen Netztransformator ist deshalb in der Forderung zu suchen, diese Variationen in der Speisespannung zu begrenzen. Für den gesamten Signalbereich lassen wir nur 6 Prozent zu und schützen so die Leistungstransistoren.

Dieser Transformator bietet einen zusätzlichen Vorteil: Der Induktionsfluß in den Silizium-Stahl-Schichtungen konnte niedrig gehalten werden, während besonders konstruierte Kupferwicklungen lautlosen Betrieb garantieren.

Zuverlässigkeit durch vergrößerte Kühlrippen

Wenn die Temperatur ansteigt, sinkt die Lebenszeit eines Halbleiters. Dieses ist eine fundamentale Tatsache. Für höchste Zuverlässigkeit ist es daher unerlässlich, die Ausgangstransistoren (sie erzeugen die meiste Wärme in einem Verstärker) in einem relativ niedrigen Temperaturbereich zu betreiben. Dieses kann man auf zweierlei Weise erreichen: Ein Ventilator könnte verwendet werden.

Eine durchaus befriedigende Lösung für industrielle Anwendungen, aber leider nichts für eine Musikanlage im Wohnraum, denn Ventilatoren erzeugen ~~einmal~~ Geräusche. Die zweite Möglichkeit wäre die Verwendung einer sehr großen Fläche von Kühlrippen, die ebenfalls die Wärme von den Endtransistoren ableitet und keinerlei Geräusche verursacht.

Wir haben mehr als 8.800 Quadratcentimeter Kühlfläche bei der Konstruktion des 1801 vorgesehen! Vergleichen Sie dieses mit der Kühlfläche irgendeines anderen Verstärkers. Sie brauchen aber nicht nachzumessen; ein kurzer Blick auf den 1801 genügt (siehe Bild 3). Das Resultat: Betrieb in einem niedrigen Temperaturbereich bei erhöhter Zuverlässigkeit.

Bildunterschrift

Bild 3

Die Rückansicht des 1801 zeigt die ausgedehnte Kühlrippenkonstruktion, die die Wärme der Leistungstransistoren ableitet. Der Betrieb im niedrigen Temperaturbereich garantiert erhöhte Zuverlässigkeit.

Zuverlässigkeit durch die Verwendung von 85°C - Computer-Kondensatoren

Neben den Halbleiter-Bauelementen bilden Elektrolyt-Kondensatoren in Netzteilen eine Gefahrenquelle beim Ausfall der Elektronik. Ähnlich wie Transistoren sind Kondensatoren durch hohe Temperaturen sehr verwundbar. Um dieses Problem zu lösen, wurden für die auf höchste Zuverlässigkeit bedachte Computerindustrie spezielle Kondensatoren entwickelt, die zwar wesentlich mehr kosten, aber bedeutend länger halten. Die Raumfahrt und militärische Anwendungsbereiche forderten jedoch noch höhere Temperaturbereiche als dieses durch die für 65°C entwickelten Computer-Kondensatoren gegeben war. Dieses führte zur Entwicklung eines neuen Typs von Kondensatoren für die Computerindustrie mit einem Temperaturbereich bis 85°C und wesentlich längerer Lebensdauer - das Beste, das man heute herzustellen in der Lage ist. Wir dachten, daß diese Kondensatoren im Netzteil des besten Verstärkers verwendet werden sollten und haben sie genommen.

Zuverlässigkeit durch Verwendung einer speziellen Start-Schaltung

Im Augenblick des Einschaltens eines Verstärkers werden einige Bauteile in einem Übermaß beansprucht, das weit über die Beanspruchung während des Normalbetriebes hinausgeht. Solche Stromstöße können die Lebensdauer von Kondensatoren wie auch Skalenlämpchen beträchtlich verkürzen.

Dieses ist jedoch anders im 1801. Wird er eingeschaltet, so liefert eine besondere Start-Schaltung langsam den Strom für die Kondensatoren und alle anderen Bauteile inklusive der Skalenlämpchen. Alle Bauelemente werden sanft auf ihre Nennströme gesteuert. Dieses geschieht innerhalb einer Sekunde und erst danach schaltet