

ダンピング・ファクターの直線化に関する技術情報(一部簡略化)

パワーアンプのダンピング・ファクターDは、負荷インピーダンスRL(接続スピーカー、ただし測定上は8Ωの抵抗)をアンプの内部インピーダンスRiで割った値として定義されます。

ダンピング・ファクターの公式 : $D = RL / Ri$

D : ダンピング・ファクター(計算値)

RL : 負荷インピーダンス(接続スピーカー、測定上は8Ωの抵抗) ☆

Ri : アンプの内部インピーダンス(通常は1kHzで測定) ☆☆

一例として : パワーアンプの内部インピーダンスRi(1kHz) = 16mΩとします。

これを計算するとダンピング・ファクターは500となります。8Ω / 0.016Ω = 500 ☆☆☆

これは現代のトランジスター・アンプとして典型的な数値です。

(ちなみに純管球式アンプの1kHzでの内部インピーダンスは0.4Ωから4Ωの間で、従ってダンピング・ファクターは2~20となります)

技術的側面からの考察

上記のように現代のハイパワー・トランジスターアンプは、NFBを多量にかけるため内部インピーダンス(Ri)が極めて低く、従ってダンピング・ファクターが高くなります。ダンピング・ファクターが高いということは、例えば歪み率など重要な特性について非常に効果的であり、それ自体は望ましいものです。

一般に5kHzまではダンピング・ファクターは比較的均一で高い数値を示しますが、物理的な理由から(帯域の限界)それ以上の周波数では低下します。

ダンピング・ファクターの大きさと変化のしかたは、アンプに接続されたスピーカーの動作と、それに関連してアンプの制動力に影響を及ぼします。

理論と実際

一般に、理論上はダンピング・ファクターが高いほど、スピーカーの制動が利き、従って音質も優れているとされてきました。

しかし、必ずしもそうは言えません。

正しく言うなら、ダンピング・ファクターの低いアンプは、スピーカーの制動を十分に行うことができないとすべきです。

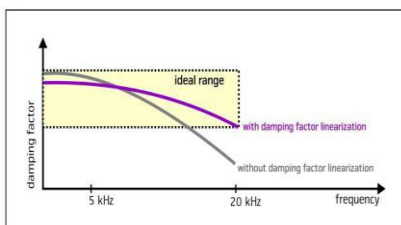
しかし、次のことは間違いありません。すなわちダンピング・ファクターを最大にしても、スピーカーの動作は最適にはならないということです。

結論を言えば、ダンピング・ファクターは実際上スピーカーにとって最適である範囲になければならず、また可能な限り周波数レンジ全体を通じて均一でなければなりません。

解決策: ダンピング・ファクターの直線化機能

この2つの要件(ダンピング・ファクターの最適な範囲に収めること、と直線性を維持すること)に適応するために、AMP II - Mk 3ではリアパネルに「**DAMPING FACTOR-ON**」スイッチを設けました。このスイッチを入れると、全帯域のダンピング・ファクターは、わずかに下がって最適な範囲に収まり、広い周波数帯域にわたって直線に近くなります。このプロセスでNFBを高く維持することには、全く影響はありません(上記参照)。またスイッチを入れずにおくとこの機能は働きません。裸のダンピング・ファクターは最大となりますが、5kHz以上では目に見えて低下します。ユーザーはその好みに応じて、この定ダンピング・ファクター機能を使用するかどうか選択することができます。

次の簡単な図は、ダンピング・ファクターの直線化機能の説明です。



ideal range

最適なダンピング・ファクターの範囲

With damping factor linearization

ダンピング・ファクター直線化の機能あり

Without damping factor linearization

ダンピング・ファクター直線化の機能なし

注釈

- ☆ スピーカーのインピーダンスは、どの周波数でも同じではありません。振動系の質量、振動板の変位と伝搬速度、ボイスコイルの逆起電力、クロスオーバー・ネットワークなどで形成されるいわゆる複合的負荷、すなわちダイナミック・インピーダンスによって特性が変わります。
- ☆☆ アンプの内部インピーダンスもまた、ダイナミックに変動します。従ってこの数値は特定の周波数における特定の振幅での特定の動作点に対するものにすぎません。さらにその決め方には種々の方式があります。
- ☆☆☆ 上記の計算には、スピーカー・ケーブルのインピーダンスおよび接触抵抗(バナナ・プラグ、Yラグなど)は含まれていません。実際にはこれらスピーカーの直列抵抗および接触抵抗が、内部インピーダンスに加わります。

Technical information on damping factor linearization (in a partly simplified form)

The damping factor D of a power amplifier is determined from the load resistance R_L (connected loudspeaker, but for the measurement assessment 8Ω resistance) divided by the internal resistance of the amplifier R_i .

Physical equation: $D = R_L / R_i$

D : damping factor (calculated number)

R_L : load resistance (connected loudspeaker, for the measurement assessment 8Ω resistance) *

R_i : internal resistance of the amplifier (usually measured at 1 kHz) **

Example: A power amplifier has (at 1 kHz) the internal resistance $R_i = 16 \text{ m}\Omega$
The damping factor is then calculated to be 500. Physical equation: $8 \Omega / 0.016 \Omega = 500$ ***
This is a typical value for modern transistor power amplifiers.

(In comparison: at 1 kHz full tube power amplifiers usually have an internal resistance in the range of 0.4Ω to 4Ω and therefore a calculated damping factor in the range of 2 to 20)

Now to the technical part

As described above, due to the required high negative feedback reserve modern high power amplifiers with transistors have very low internal resistance (R_i) and therefore high damping factors. These high damping factors are desired because they have a very positive effect on important technical parameters, e.g. on distortion characteristics.

At 5 kHz the damping factor of a power amplifier is relatively linear and has a high value, but then for physical reasons (limitation of bandwidth) goes down with higher frequencies.

The degree and progress of the damping factor influence the in- and outswing behaviour and therefore the control of the connected loudspeaker by the power amplifier.

Claims and reality

Claims are often made that a higher damping factor is better for controlling the loudspeaker and therefore the system sounds better. This is not the case.

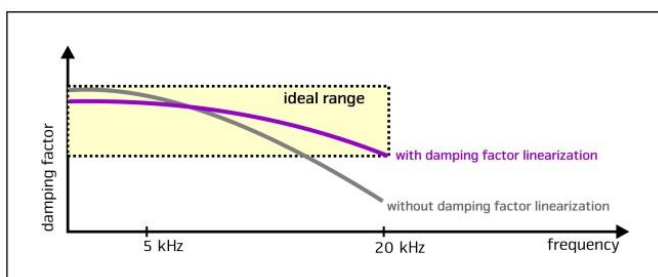
Correct is: a power amplifier with a very low damping factor is not able to sufficiently control the loudspeaker.

It is, however, true that: a loudspeaker does not have the best outswing behaviour with the maximum damping factor.

The truth: is that the value of the damping factor should in fact be within a certain range which is ideal for the loudspeaker and should also be linear for as long as possible over the frequency range.

Solution: damping factor linearization

In order to meet these two requirements (ideal range and linear curve), in the switch position "**DAMPING FACTOR – ON**" we lower the complete value of the damping factor slightly to the ideal value and then linearize it over a wide frequency range. In this process the advantageously high negative feedback reserves remain completely intact (see text above). If the push switch on the rear is not pressed, the function is not activated. The absolute damping factor is then maximized, but from 5 kHz decreases considerably. According to his preference, the ACCUSTIC ARTS® customer can choose to activate the damping factor linearization or not.



This following simplified diagram serves to illustrate damping factor linearization

Technical background:

- * Loudspeakers do not have the same resistance at all frequencies. They are characterized by dynamic resistance, whereby the so-called complex load is formed by the spring mass system, deflection and movement speed of the membrane, induced counter-voltage in the voice coil, and crossover.
- ** The internal resistance of a power amplifier is also a dynamic variable. It is only valid for a certain working point, with a certain frequency and for a certain modulation. In addition, it can be determined in a number of ways.
- *** These above-mentioned mathematical considerations do not take the loudspeaker cable resistance values or contact resistance (banana connector, cable lugs, etc.) into account. In reality these loudspeaker series resistance values and contact resistance values are naturally added to the internal resistance.