

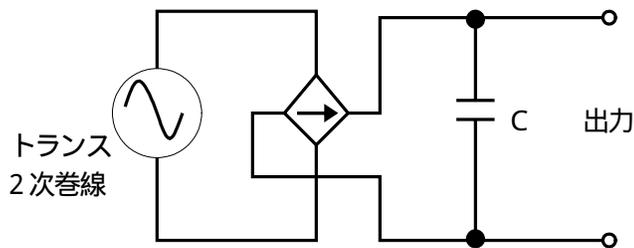
small-L 入力電源

カイキ日蝕仮面 (studio そんぴ)

オーディオアンプの電源に多く採用されているC (キャパシタンス) 入力型平滑回路の音質改善を検討し、small-L (インダクタ) 入力型への改造が効果的であるとの結論を得た。

* 電源のインピーダンス *

図1: C入力電源



C入力電源 (図1) の直流内部抵抗はトランスの2次巻線とダイオードの直列抵抗よりもずっと大きい。これは整流ダイオードが間欠的にしか導通していないため、C入力電源の宿命とも言える。

低域での電源インピーダンスを下げるにはCを大きくすればよいと考えがちだが、Cの直流抵抗はあくまで大きく (理論的には無限大)、超低域のインピーダンスをCに依存するのは感心できない。

電源インピーダンスを下げようとして巻線抵抗の小さいトランスを奢っても、充電が速やかに行われるようになってダイオードの導通時間をかえって短くしてしまうため、超低域インピーダンスは思うように下らない。

更に高域特性改善のため、CにESRのより小さい高速なものを採用すると導通時間はますます短くなってしまふ。

以上のように、C入力電源は超低域電源インピーダンスを劣化させる要素ばかりがひしめく過酷な環境である事が解る。

* ノイズリジェクション *

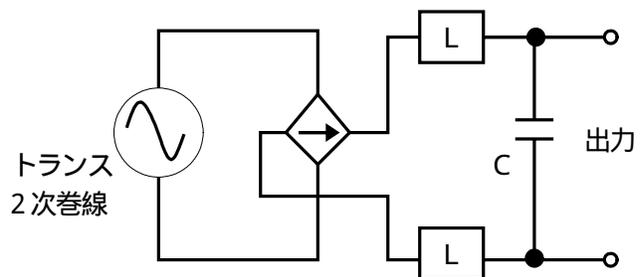
平滑回路は脈流の交流分 (リップル) を阻止する高域阻止型のフィルタである。C入力電源では平滑用のCとそれ以前の回路の内部抵抗とで構成されるRCフィルタと見る事ができる。ただし、Rは先述の超低域インピーダンスではなく、ダイオード導通時には巻線とダイオードのON抵抗、非導通時には開放となり、外から侵入するノイズに対してはかなり時定数の小さな

フィルタとなる。おまけにCは電解キャパシタなので超高域でのインピーダンスを低く保てず、ダイオードの導通時には超高域外来ノイズに対して素通り状態となる。最近出まわり始めた高速電解キャパシタでも、MHzのオーダーになると殆どドンダンの背比べ程度の差しか見られない。

ダイオードがスイッチングする際に発生するノイズについても同様で、C入力電源は根本的にノイズの多い電源と言える。

* small-L 入力電源 *

図2: L入力電源 (small-Lも同じ)



以上の弱点を改善するため、Cの前に小さなLを挿入してみる (図2)。回路的にはL入力電源のようだが、Lが小さいため臨界条件を満たしていないので、出力電圧を見る限りむしろC入力電源に近い、と言うよりは殆どC入力と変わらない。しかしLは超高域ノイズの阻止には貢献してくれそうだし、ダイオードのON/OFFの立ち上がりも多少なりとなだらかになるため、ここでのノイズ発生もかなり減る。そして臨界には程遠いながら導通時間を長くして超低域インピーダンスの低下も期待できる。充電時間が長くなれば当然充電電流のピークも抑えられるだろう。

果たして、実験の結果は予想を上回る音質改善が得られた。低域に粘りと腰が出て、高域がスッキリする。L入力電源のキャラクタを少しく得ている。A級/B級の境界のように、ここでも臨界を境に切り替わるのではなく連続的な変化で音質は変わるようだ。

* 検証 *

回路シミュレータで過渡波形の解析を行ってみる。small-L入力電源の電圧/電流波形はともにC入力のそれと大差ないように見えるが、Lの効果は現れている。

充電電流の立ち上がりの傾斜は1/2程度までなだらかになっているし、通電時間も1割程度長くなっている。充電電流のピークも5%程小さくなっている。

電圧のリップル波形ではやはり立ち上がり時の角度

がなだらかになっている。これにより高い周波数成分がかなり少なくなっているのが解る(図3, 図4)。

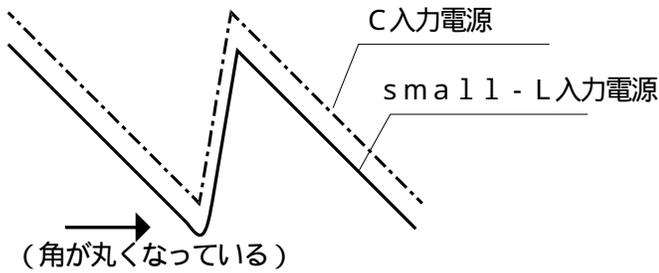


図3: 電圧リップル波形

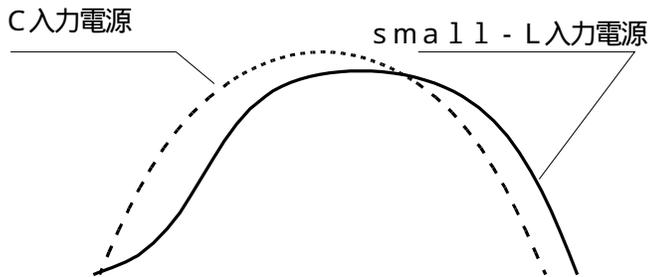


図4: 電流波形

ここに使用したLは高周波での特製が重要なのでラインノイズフィルタ用のトロイダルコイルを使った。ただし、ピーク電流まで飽和せずに通せるものを選ぶ必要がある。ラインフィルタをACラインに挿入すると力感を削がれた音になるのが普通だが、整流後に挿入したLに音質の変化は全く正反対に力感を増す。これはLの挿入がレギュレーションを劣化させていないばかりかむしろ改善している証拠と言えよう。

残念ながら、高周波ノイズ除去性能については実測する事はできなかったが、高周波ノイズを除去する目的でACラインに挿入されるTB社製「ノイズカットトランス」と類似の改善を中・高域の透明感に得ているので、高周波ノイズ除去特製もそれなりにあると考えていいだろう。特筆すべきは、高価なノイズカットトランスによっても、整流ダイオードの発生するノイズは取り除けないという点だ。L挿入によりダイオードのON/OFFは緩やかに行われるようになるため、「発生したノイズを食い止める」のではなく「ノイズの発生自体を抑える」効果となっている点にも注目されたい。

* 本格L入力電源の欠点 *

これまで挙げてきたC入力電源の欠点を、L入力電源ではことごとくクリアしている。ならばいっそL入力電源へ移行してしまえば万事解決するのではないか。

勿論、コストやスペースファクタの問題は別に解決せねばならないとしても。

外の場所とはかく、B級領域を使うパワーアンプの電源としては、L入力電源は不向きなのだ。Lに臨界以上の電流を流すという条件を満たすだけならAB級動作にしたりカウンター駆動との併用で電流がある値以下まで下がらないようにはできる。しかし、一時的に大電流を要求する瞬間にはレギュレーションが追いつかず、その後要求電流が減った直後にはサージが起きて大電圧が発生する恐れもある。C入力電源の方が都合のいい場合もあるのだ。その際、C入力電源の欠点のみを改善したsmall-L入力電源があれば音質上の不利に悩む事なく省エネルギーなアンプを採用できる。

* 非線形インピーダンス *

C入力電源の最大の問題は、負荷電流によってインピーダンスが変化する点にある。これを放置して整流ダイオードのノンリニアを問題にするなどナンセンスかも知れない。

A級アンプの音のよさの要素にも、平均電流が一定のためC入力電源のインピーダンス・ノンリニアの影響を受け難いという事があるのではないだろうか。事実、FETの2乗特製を使ってアイドル電流を節約したA級アンプは完全にA級動作であってもB級の音がする。

small-L入力電源は基本的にC入力電源なので、この点については抜本的な改善にはならない。やはり理想的にはL入力電源を多用したいところだ。

それでも、small-L電源によって、既存の製品の電源を僅かな改造で大幅に改善できると解った事は収穫であったと考えたい。事実、既に筆者の常用システム他数台のパワーアンプがこのL挿入によってカウンター駆動の採用に次ぐ飛躍的音質改善を果たしている。

これまで、L入力電源の臨界電流以下の領域についてあまり語られて来なかったが、波形シミュレータの導入により臨界以下でも不完全ながら効果がある事が判明した。パソコンの普及が意外な波及効果をもたらしつつある。今後もオプティマイザ等の導入により、人間の負担を軽減し独創性を伸ばせる環境づくりをめざしてゆきたい。

* 参考文献・使用ソフトウェア *

P S p i c e 評価版 (C Q 版)

岡村 勉夫 「PSPICEによるシミュレータ新活用法」