

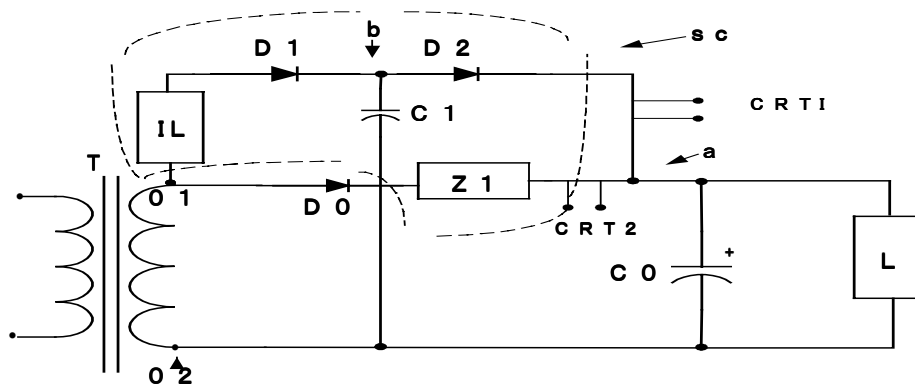
電池電源を超える、第 2 世代シリーズ電源モジュール Development of Second Generation Series Power Supply Module Exceeding Battery-operated Power Supply

出川 三郎
SABUROU DEGAWA
A&R Lab

Abstract:

AES2005 技術発表した第 2 世代シリーズ電源の回路定数をフーリエ解析から分析、整理することで、電池電源を超える電源インピーダンスの低い理想の直流電源となる、電源モジュールの開発に成功しました。

From the Fourier Analysis, by making analysis and arrangement of circuit constant of the Second Generation Series Power Supply which I have made technological announcement to AES2005, I have succeeded in the development of Power Supply Module which turns out to be ideal DC Power Supply with lower impedance exceeding battery-operated DC power supply.



回路説明

メイン回路 D 0 が整流 C 0 と L に電流が流れますが、毎整流ごと C 0 の過渡現象 (C 0 は電圧がかかるとショート状態から内部抵抗が上昇) により負荷電流欠落が発生する。

Explanation of Circuit:

The current in main circuit D 0 flows to rectifying current C 0 and L, but load current loss is generated due to transient phenomenon of C 0 (When voltage is applied, internal resistance of C 0 goes up from short-circuit condition.)

Z1の働き

補助整流回路 (SC) はメイン回路と同等以上の整流電流が必要なため、両回路のバランスをとるためのインピーダンスマッチング素子である。

Function of Z1:

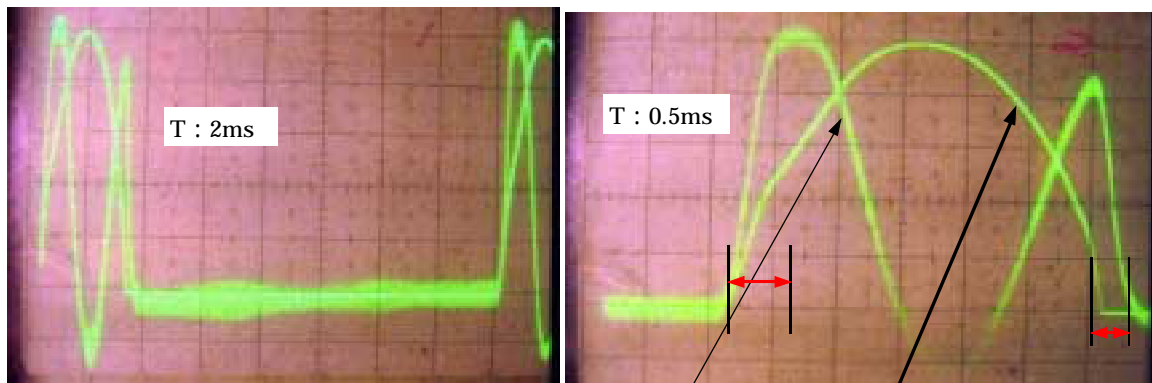
Sub-rectifying circuit (SC), which requires equal or more rectifying current than main circuit, functions as impedance matching device to keep the balance of both circuits.

補助整流回路 (SC) の働き

補助整流回路 (SC) はメイン整流回路の D_1 整流が開始時間に C_0 のショート時間帯のキャリアを補うため、 C_1 から C_0 へキャリアを移管する時間、補助整流 D_1 の整流開始時間を遅らせる必須条件 (コンデンサは充電時開始と同時に放電が出来なくなる) が必要である。

Function of Sub-Rectifying Circuit (SC):

To complement carriers of short-circuit time zone of C_0 at start time of D_1 rectifying current in main rectifying circuit, sub-rectifying circuit (SC) is required as essential condition to delay time to transfer the carriers from C_1 to C_0 , and also to delay start time of rectification in sub-rectifying D_1 (Capacitor is capable of discharging right at the start of recharging.).



↔ 負荷に電流が流れていない時間

コンデンサの過渡現象 (毎サイクル C_0 のショート状態に流れ込む) 電流、の時間帯

D2 整流波形

D0 整流波形

Time current is not flowing to load D2 Rectifying Waveform D0 Rectifying Waveform

Current time zone for capacitor's transient phenomenon (Current flowing into C_0 with short-circuit condition at every cycle.)

実測波形

D2 整流波形は D0 整流開始時 C_0 ショート状態に C_1 から流れ込む電流波形、逆説的にこれがない

ときはこの面積分，D0の整流電流はショート状態C0に流れ込む間、負荷回路は作動できないことになる。

Waveform Actually Measured

Rectifying Waveform D2 is the current waveform flowing from C1 into short-circuit condition of C0 at rectification start time of D0. Paradoxically, without this, load current does not function during the time when rectifying current of D0 flows into C0 with short-circuit condition for this area.

Fourier Analysis

The 1st 2nd generation of power supply circuit

従来のシリーズ電源と第二世代シリーズ電源の差を検証するため、リップルとリップル P-P の間で起こる、電流欠落のために発生するノイズレベルに着目しました。

To verify the difference between the conventional series power supply and 2nd generation power supply, I have Paid attention to the noise level generated due to the loss in the current between ripple and ripple P-P.

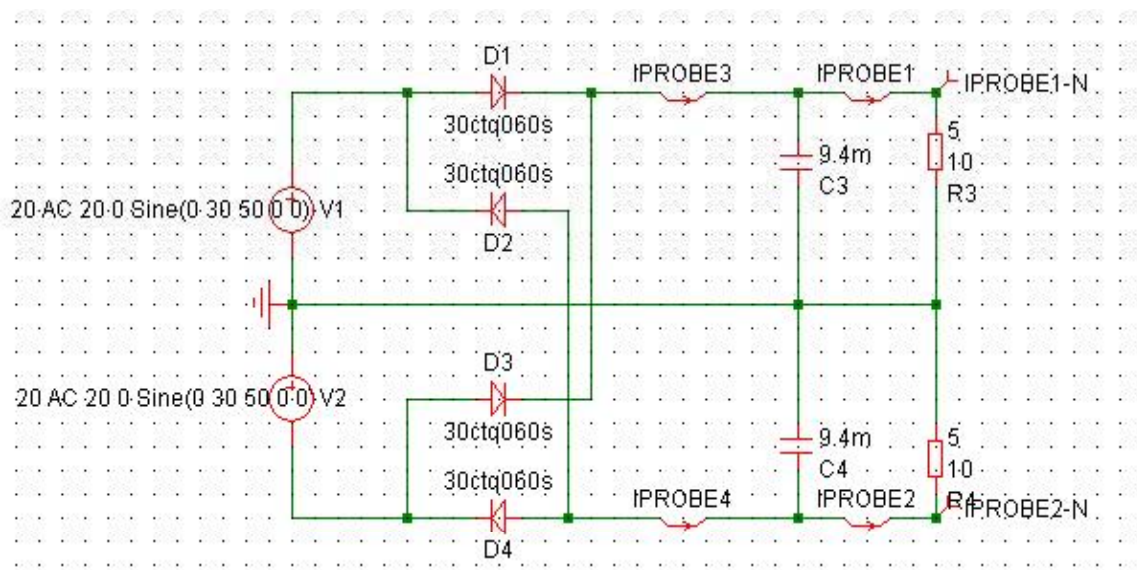
The 1st、2nd generation of power supply circuit の出力電圧比較をしました。

Output voltage between the 1st and 2nd generation power supply circuit has been compared.

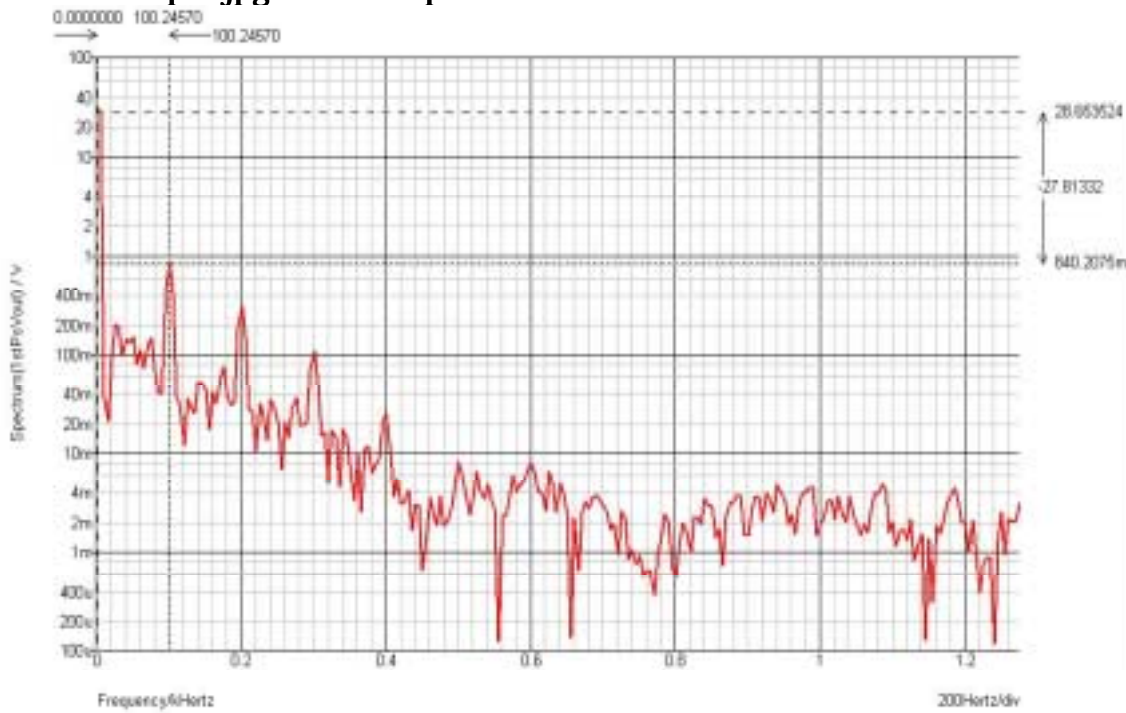
1stps.jpg : 第1世代シリーズ電源回路

1stPsVoutSpec.jpg : Vout+1 のスペクトラム

1st generation series power supply circuit



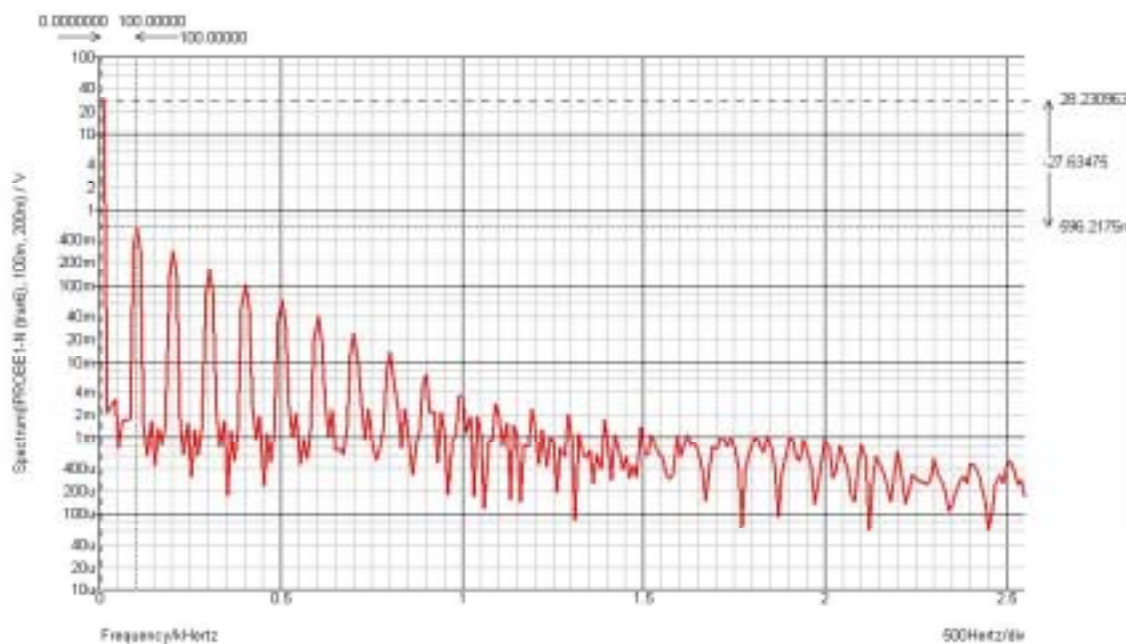
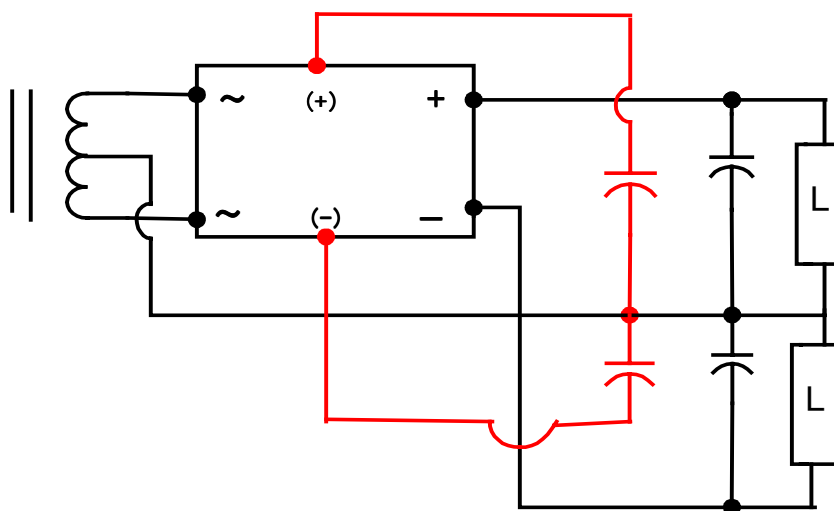
1st PsVoutSpec.jpg : Vout+1 spectrum



2nd generation of power supply circuit

2ndps.jpg : 2nd generation of power supply circuit

2ndPsVoutSpec.jpg : Vout+1のスペクトラム



3P,4P 説明

1stPsVoutSpec.jpg : Vout+1 のスペクトラム

2ndPsVoutSpec.jpg : Vout+1 のスペクトラム

上記の CP シミュレーション、スペクトラムでリップルの P-P 間で電流の欠落により異常ノイズ発生することが判明、従来のコンデンサ・インプット電源回路では

100Hz 以下の領域でリップルの P-P 間のノイズレベルが 200mV あります、第 2 世代電源の補助回路コンデンサを最適値にすることでノイズレベルは 1 mV まで下がります、また従来電源では 400Hz 以上の領域ではリップル P-P 間のノイズレベルとリップルピークが区別出来ない。ノイズが電流の欠落で発生するためノイズの発生によりアンプで音声信号の倍音成分が再生されても高周波領域でノイズとミックスされ倍音の分離は理論的に不可能です、したがって高周波領域での倍音(自然界の音)の再生は不可能となります、一方第二電源では 2.5KHz まで綺麗にリップル P とノイズレベルは分離できています、このことはリップルの P-P 間での電流欠落はないことの証明になります。

As a result of CP simulation, I have discovered occurrence of abnormal noise due to current loss between ripple P and P at the spectrum. In the conventional capacitor input power supply, the Pto P noise level at the spectrum less than 100Hz shows 200mV. Whereas in the 2nd generation power supply, by optimizing the capacitor in the auxiliary circuit of 2nd generation power supply, the noise level drops to 1mV. In the conventional power supply, the noise level between ripple Pto P and ripple Peak is not identifiable at the spectrum over 400Hz. Due to generation of the noise caused by the current loss, even if the the fundamental tone of the audio-frequency signal is reproduced by amplifier, it is mixed with the noise at high frequency spectrum, and is impossible to separate the harmonics of a fundamental tone in theory. Therefore, it is impossible to reproduce the harmonics of a fundamental tone (natural tone) at high frequency spectrum. On the other hand, the second generation power supply makes it possible to accurately separate the noise level from ripple P up to 2.5KHz. It proves that there is no current loss between ripple P and P.

まとめ

オーディオシステム (CD, プリアンプ、メインアンプ) 全ての電源を第二世代シリーズ電源にすることで、電源回路での高調波ひずみの改善と欠落音声信号を全て再生することで、従来のシステムでは出来なかった倍音再生(自然界の音)が可能になり、ホールトーンの再生が可能となります。

また、DA コンバーターなどのデジタル回路の電源に使用すると、正確なデジタル波形が再生され、デジタル画像の輝度、解像度の改善なども計れます。

Conclusion

Converting all power supplies for audio system (CD, pre-amplifier, main amplifier) to the second generation series power supply enables to improve high frequency distortions in power supply circuit and to reproduce all of the lost audio-frequency signals, and also it enables to reproduce the harmonics of a fundamental tone (natural tone) and Hall tone. Using for digital circuit power supply such as DA converter enables to reproduce accurate digital waveform and to improve brightness and resolution of digital image.

Speaker's History:

Saburoou Degawa graduated from Junior College of Tokai University in 1961 and worked for International Rectifier Corporation, Japan, Ltd.(Currently reinstated as Nihon Inter Electronics Corporation Ltd.) from 1961 to 2002. Then established A&R in 2003.