

リップルノイズ測定と誤差の要因

概要

スイッチング電源のリップルノイズを測定するためには、いくつかの技術的な注意点を考慮しないと正確な測定は出来ません。本 *Technical Report* では、リップルノイズ測定をより正確に行うために考慮すべき点についてご説明します。

1. スwitchング電源特有のノイズ発生メカニズム

一般的なスイッチング電源は、交流又は直流の一次入力を一旦高周波数にてパワースwitchングを行なった後、目的の直流電圧に変換する方式を用いており、原理的にノイズ源となりやすい性質を持っています。内部回路では、直流出力よりも大きい電力を持ったパルス波形が、トランジスタやトランスにより駆動されており、ノイズを発生させない事は困難です。従って、発生したノイズをいかに出力させないかを様々に対策しています。電源内部のパワースwitchング波形は、次の様な経路でノイズとして外部に発散されます。

- ① 直流出力端子
- ② 交流(直流)入力端子
- ③ 磁界
- ④ 電界
- ⑤ 電磁輻射

スイッチング電源が製品に組込まれた状態においては、前記の様々な経路のノイズが複合的に作用し、製品内部に悪影響を与えたり、周囲の他の機器に影響を及ぼしたりする事があるので、ノイズ発生は極力低減させる様に対策されます。

リップルノイズメータはこれらのノイズ源のうち、直流出力端子波形の Peak to Peak 値を定量的に測定することを目的としています。これはスイッチング電源単体を評価する方法として最も一般的に行なわれている、オシロスコープによる直流出力端子電圧波形を観測する方法と同じ目的です。

2. ノイズ発生源のモデル

スイッチング電源の概略構成は、図 1 のように表わすことができます。

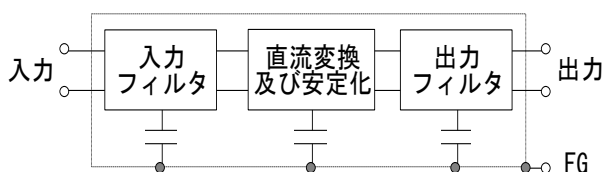


図 1 スwitchング電源の構成

この中でパワースwitchングが行なわれているのは、直流変換部であり、通常 100~200V の高電圧/大電流パルス波が使用されています。

このパルスによるノイズを外部に出力させないために、入・出力双方にノイズフィルタを設け、出力端子間ノイズを 10~100mV のオーダーに抑えます。

しかし他の部位には同程度かそれ以上のノイズ電圧が存在する他、様々な浮遊容量を通じて高電圧パルスによる高周波ノイズ電流が各部に流出します。この電流によりコモンモードのノイズが発生します。

3. コモンモードノイズの影響を調べる簡単な方法

いずれの測定器を使う場合もコモンモードノイズの影響を常に考慮しておかなければなりません。

では、その測定系にてどの程度のコモンモードノイズを拾っているかを調べるには、プローブ先端の信号線とグランド線を実際の長さのままで短絡し、供試電源出力の片線にのみ接続してみることです。

このとき観測される電圧は、無入力信号における値であり、コモンモードノイズ等による誤差電圧です。

供試電源出力の 2 端子間に接続し、リップルノイズ電圧を測定したときに比べ、コモンモードノイズによる誤差電圧は、十分小さくなければ正確な測定とは言えません。

この 2 者の比(S/N)以上の測定精度は、期待出来ません。

4. 入力インピーダンスについて

測定器の入力インピーダンスは、被測定端子よりも十分高く、接続した事によって被測定物の条件を乱さない事が必要です。

オシロスコープのように、電子回路の様々な測定点を観測するには、十分に高い入力インピーダンスが要求され、10MΩ、10~20pF の 1/10 プローブを使用するのが一般的です。

しかしこれでさえも、10MΩ のインピーダンスは DC~1KHz 程度までであり、100MHz においては、80~160Ω にまで低下します。

5. パルス幅デューティ比による分離方式

弊社ではリップルノイズ測定用機器として次のような方式でリップル電圧成分を分離し測定しています。

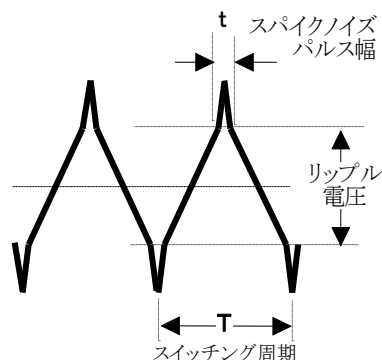


図 2

図 2 の波形の場合には、スイッチング周波数の周期 T に対し除去したいスパイクノイズのパルス幅を t とすると、 $t/T \times 100(\%)$ を、リップル分離比と呼び 0~15% の範囲にて指定できます。すなわち、スイッチングの 1 周期について、

指定したリップル分離比に対し、スパイクノイズのパルス幅デューティ比が等しくなるレベルを求めリップル電圧とします。この方法では、全帯域幅のまま原波形に影響を与えずに分離できるため、従来のオシロスコープによる観測測定値と良く一致した結果が得られます。

6. 一般的なスイッチングリップル波形

スイッチング電源の出力リップル及びスパイクノイズは、一般に図 10-3 の様な波形となります。半導体スイッチ素

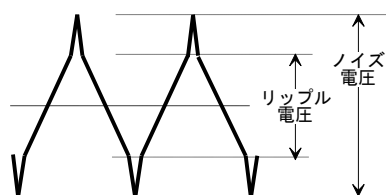


図 3

子によりスイッチング周期毎に ON, OFF を繰返され、平滑コンデンサやフィルタにより積分された三角波状のリップル電圧が発生します。又、スイ

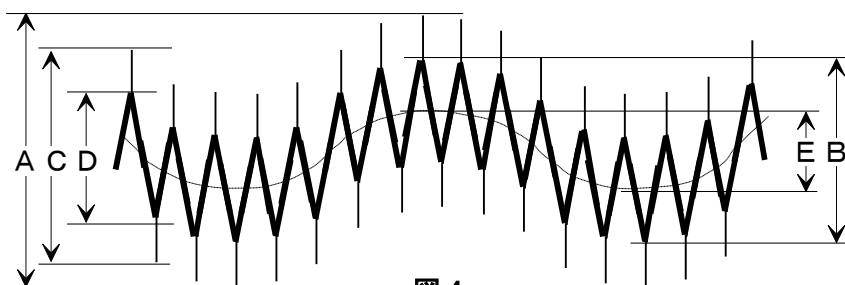


図 4

ッチングの過渡期には大きなスパイク状のノイズを伴い、リップル電圧の頂点付近に重畳されます。

- A: リップルノイズ電圧
- B: リップル電圧(LF+HF, RIPPLE)
- C: ノイズ電圧(HF, NOISE)
- D: スwitchングリップル電圧 (HF, RIPPLE)
- E: AC リップル電圧 (LF, RIPPLE)

また、図 4 に弊社が定義している一般的なリップルノイズ波形の例を示します。

この総合波形からリップル電圧を分離測定するには、種々の方法が考えられ、簡便な方法としてはスパイクノイズの高周波成分を低域フィルタで除去し、リップル電圧と見なして測定します。

しかし、この方法では、スパイク成分だけを理想的に取り除くことは出来ず、更にリップル電圧波形も変化を受けて正確な測定は出来ません。又、スイッチング周波数が大幅に変化したり (20KHz や 500KHz など) スパイクのパルス幅が広い場合にはフィルタによる分離は困難となります。

7. リップルノイズ測定器・RM-104

弊社ではリップルノイズ測定器として現在、RM-103 のリニューアル版 RM-104 がリリースされております。機能は RM-103 と同等です。(相違点につきましては、弊社 HP のお役立ち情報を参照願います。) RM-104 は、オプションで LAN にも対応しております。

また、リップルノイズ測定用切り替え機の SC-83 もご用意しております。標準チャンネル数は 8ch で、最大 16ch まで拡張可能です。ご用途に合わせてお選びいただけます。

株式会社計測技術研究所

〒212-0055

川崎市幸区南加瀬 4-11-1

TEL 044-223-7970

FAX 044-223-7960