

技術ノート

インバータ用フィルタの開発 - 波形歪の現状 -

The development of a filter for an inverter power supply

三上和正* 渡邊耕士* 笹岡逞二*

1. はじめに

今日の電気・電子機器等の電源部には、スイッチング方式と呼ばれるインバータ回路が使用されている。この回路は、機器の小型化・高性能化に貢献しているものの、電源ラインに対し、高突入電流、低力率や高調波ノイズの発生源となっている。このようなノイズの抑制には、EMC規制(IEC61000等)があり、例えば照明機器に対してはクラスC及びパソコン等に対してはクラスDの高調波規制を定めている。しかし、それぞれ25W以下及び75W以下のものは対象外となっていることなどから、表1に示すように低電圧用照明機器の適合率の低さが目立つ。(参考文献の一部抜粋)

現在、自主規制とはいえ小型機器への高力率・低雑音等の諸要求が高まっており、今日のEMC問題と連動して、特に小型電子機器類を対象に特性改善が早急な課題となっている。

表1 市場にある電気製品の高調波電流測定結果(1)

品目	買上台数	適合率(%)
テレビジョン受信機	5	75
照明機器(100Vインバータ式)	8	38
照明機器(200V)	5	60
電子レンジ	1	100
エアコン(インバータ式)	7	86
冷蔵庫	2	100
扇風機	1	100
パソコン(デスクトップ型)	1	100
パソコン(ノート型)	1	適用外

具体的には、電子機器等の電源装置や電子安定器等に使われる電源回路の特性に対して、高調波ノイズの抑制及び力率の改善が求められている。

そこで、電源装置の力率を向上させるには、供給電流波形を整形する必要がある。このため、本研究では電力回路に適用できるインバータ用フィルタを開発し、高調波ノイズの低減やエネルギー伝送効率の向上を図り、小型電源装置の高性能化に貢献することを目的とした。

今回は、スイッチング(SW)電源回路を使用している各種小型電子機器の電源特性測定を行った。さらに、力率改善用フィルタの構成等についても検討を行ったので、それらについて報告する。

2. 各種電子機器の電源特性

SW電源回路を用いている各種小型電子機器(インバータ式蛍光灯, 直流電源装置, パソコン, ディスプレ

* 電子技術グループ

イ)の突入電流波形, 力率及び高調波歪等の特性測定を行った。

2.1 突入電流の測定

各機器の突入電流を、デジタルオシロスコープとゼロクロススイッチを用い測定した結果を表2に示し、また突入電流波形の一例を図1に示す。表2から突入電流の大きさは定常電流に比べ、通常3~5倍程度であるが、1機種だけ30倍(130A)以上になるものがあつた。なお、高力率蛍光灯の場合は1.4倍であり、良好な特性であることが分かつた。

表2 電子機器の突入電流測定値

試料	容量[W]	突入電流[A]	定常電流[A]
直流SW電源	200	130	4.2
CRT(17型)	80	6.2	1.3
電球型蛍光灯	23	1.5	0.42
高力率蛍光灯	36	0.52	0.37

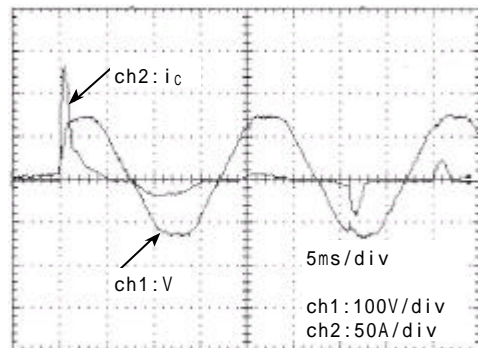


図1 直流SW電源装置(200W)の突入電流波形

2.2 力率及び高調波歪の測定

各種電子機器を定格電圧(100V)で動作させたときの力率(PF)及び高調波歪率(THD)を、デジタル電力計と高調波解析機能付デジタルオシロスコープにより測定した。

表3 各種電子機器の力率及び高調波歪率

試料	仕様	PF	THD(%)
デスクトップ型パソコン	ミラー	0.63	76.6
ノート型パソコン	A4版	0.58	78.7
CRT(15型)	90W	0.70	69.6
直流SW電源装置	5V, 30A	0.57	80.5
直流SW電源装置	5V, 5A	0.50	84.9
電球型蛍光灯	17W	0.58	128.2
スタート型蛍光灯	15W	0.53	82.6
(白熱電球)	60W	1.00	3.1

その結果を表3に、また高調波の含有率の一例を図2に示す。なお、白熱電球を比較のため加えた。

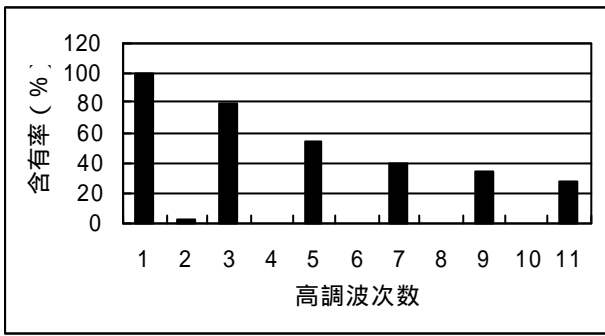
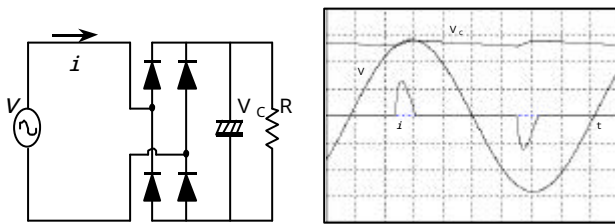


図2 電球型蛍光灯(17W)の高調波電流の含有率

3. 力率改善のための回路構想

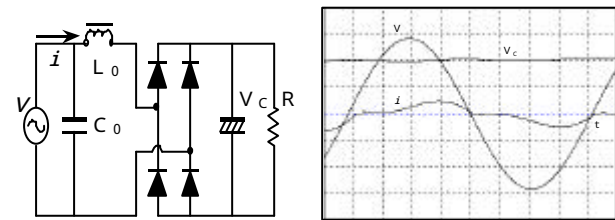
3.1 従来の方式:インバータ式電源の整流回路には、容量の大きなコンデンサによる平滑回路(図3|a|)が用いられ、その供給電流の波形*i*(図3|b|)は短時間通過(パルスの)となり、この歪電流が高調波ノイズの発生と低力率の原因となっている。



|a|回路構成

|b|電圧・電流波形

図3 コンデンサ入力型整流回路



|a|回路構成

|b|電圧・電流波形

図4 LCフィルタ付加によるノイズの低減例

この対策として、図3|a|の回路にコイルL₀とコンデンサC₀を付加した図4|a|の回路は、簡易的な方法で波形歪を若干抑制でき、高調波ノイズの低減、及びEMC規制をクリアさせる効果がある。しかし、電流*i*は電圧*v*と位相差を生じ、力率の改善に対する効果は少なく、さらに形状の大きなコイルを使用するため、小型化の妨げや電気的特性等の悪化となる。

3.2 アクティブフィルタの検討

アクティブフィルタは、半導体素子による電子フィルタを形成し、不必要な信号成分(高調波等)をバイパス吸収するものである。これは目的の信号だけを選択通過させ、不必要なエネルギーを消費させる回路である。そこで、アクティブフィルタの動作を応用し電力回路に用いることにした。

原理は、コイルL_aとトランジスタQ等から構成されるアクティブフィルタ部において(図5)、L_aの充放電サイクルに同期させてQを高速スイッチングすることで、コンデンサCにエネルギーを供給(電流*i*が常時Cに流れる)している。*i*は高い周波数成分を含んでいるため、小容量のL_hとC_hにより整形が可能となる。そのことは、図6の動作電流*i*と異なり、実質的に波形*i_a*となるので、電流供給がスムーズとなり、整流回路の特性改善が図れることになる。

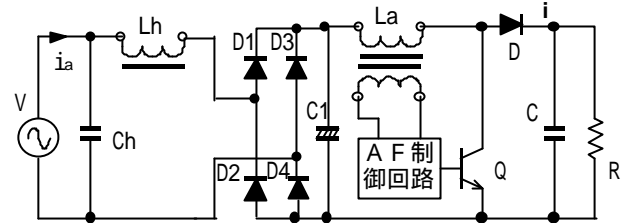


図5 アクティブフィルタの構成

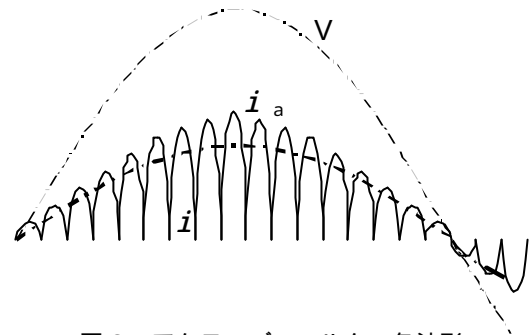


図6 アクティブフィルタの各波形

4. 考察とまとめ

図1に示した機種の入力電流は顕著な例であり、実際に電源スイッチに大きなサージ電流が流れ、このスイッチを破壊するという不具合に発展した。

この様に、大きな突入電流は、電源供給ラインに悪影響を及ぼすばかりではなく、自身にも多大な影響を与えることになる。

表3より、各種電子機器のPFは0.5~0.7であり、またほとんどのTHDは70~85%であった。しかし、電球型蛍光灯では128%と大きく表1のデータ等から推測すると照明機器の力率が依然低レベルであると考えられる。

図5の原理にもとづき、供給電流の波形を電圧波形に相似するように整形するアクティブフィルタを開発することが、小型電源装置の力率向上になると考える。

現在、設計・試作中であり、専用ICを含め、実質的な回路製作に取り組んでいる。

参考文献

- 1) 電源高調波自主規制状況報告書:
財団法人日本電子工業振興協会,平成10年7月
(原稿受付 平成12年7月28日)