

パワエレ初心者のための基礎知識と実用ノウハウ

パワー・スイッチ(MOSFET)の 実践活用技術

第4回 力率改善(PFC回路の設計例)その1

吉岡 均 Hitoshi Yoshioka

本文中の*印がある語句には
p.171に用語解説があります。

MOSFETを用いた電力変換応用回路の一例として、今月は力率改善回路について具体的な設計例を使用し解説します。力率改善は、PFC(Power Factor Correction)と呼ばれます。AC入力における電流波形を、AC電圧波形の相似形にすることによって電力効率…力率を改善することができます。

力率改善回路とは

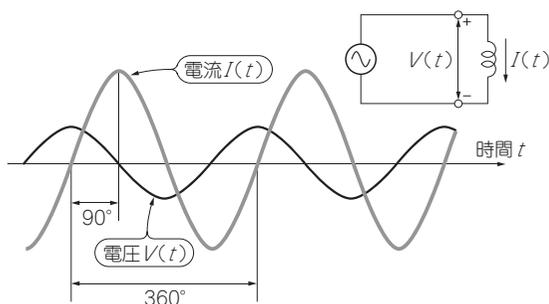
ここで述べる力率改善回路とは、商用AC電源からの入力電力を(力率を低下させることなく)効率よく負荷に供給する電力変換回路のことです。現実に利用されるのは、昇圧(ブースト)コンバータなどに組み込まれるケースが多く、これは整流+(力率改善付き)昇圧DC-DCコンバータになります。

力率改善回路のことを一部では「アクティブ・フィルタ」と呼ぶ場合がありますが、一般に「アクティブ・フィルタ」と言うとOPアンプを用いた信号系のアクティブ・フィルタを指しています。昇圧DC-DCコンバータにおける力率改善の技術は、その後開発されています。よって、「力率改善用アクティブ・フィルタ」のように限定すべきと思います。

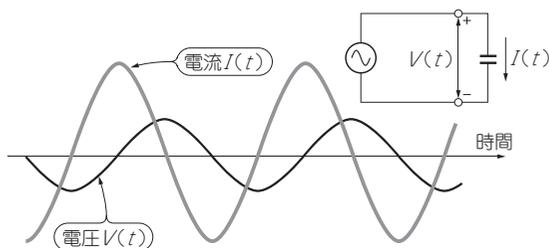
● AC電源ラインの力率とは

AC電源ラインにおける力率とは、「インダクタ負荷やキャパシタ負荷によるAC入力電圧に対する入力電流の位相ずれ」を表す場合と、「キャパシタ負荷による、AC入力電圧に対する入力電流の狭い導通角」を表す場合があります。電源回路においては、主に後者の「入力電流の狭い導通角」による影響を力率として計測しています。

図1にAC電源ラインにおける、 L 負荷と C 負荷の電圧と電流波形を示します。インダクタ(L)負荷にAC電圧が加わると、電流は電圧より 90° 遅れて流れます。一方、キャパシタ(C)負荷にAC電圧が加わると、電流が電圧より 90° 進んで流れます。この位相差のことを力率と呼びます。学生時代に交流理論で学んだ、



(a) L 負荷では電圧より電流が遅くなる



(b) C 負荷では電圧より電流が早くなる

図1 L 負荷、 C 負荷における電圧波形と電流波形

交流回路での L 負荷では、電圧より電流が遅れる。 C 負荷では電圧より電流が早くなる

ωL と $1/\omega C$ による影響です。

● キャパシタ入力型整流平滑回路の欠点は？

図2に示すのは、AC電力をDCに変換するとき使用するダイオードによる全波整流回路とその動作を示しています。平滑キャパシタが付かないダイオードだけのときの電流波形は、(図示するまでもなく)電圧波形とほぼ似たような波形になっています。つまり、50 Hz正弦波であれば、正弦半波期間の10 msはダイオードを通して負荷への電流が流れます。

ところが平滑キャパシタが追加されると、図(b)に示すようにダイオードを通った電流はキャパシタに充電されてしまいます。そして電流はキャパシタに充電