

第 9 章

力率補正付き 0 ~ 100 V · 2 A 電源の設計

この章では特徴のあるスイッチング電源の設計例として、出力電圧を 0 ~ 100 V まで可変できるスイッチング電源を設計・試作します。AC 100 V 入力ラインを高調波でひずませないように、力率補正(PFC)回路も組み込みます。

9-1 設計する電圧可変型スイッチング電源のあらまし

出力電圧を可変できるようにするには

電子機器に組み込まれているスイッチング電源の多くは、出力電圧固定(若干の調整は可能)の電源です。しかし、ヒータやモータなどのパワー回路において電力を制御するとき、0 V から最大まで出力電圧を連続可変できる高効率なスイッチング電源があると便利です。

一般の電源回路の構成は図 9-1 に示すように、出力電圧 V_O は、

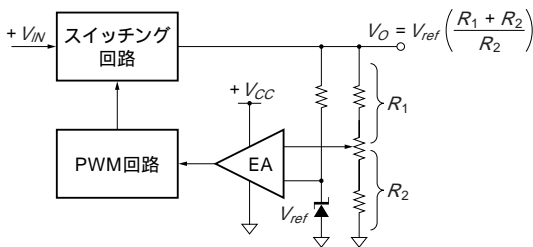
$$V_O = V_{ref} \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \dots\dots\dots(9-1)$$

で示され、基準電圧 V_{ref} と出力電圧を抵抗分割した電圧で比較しています。

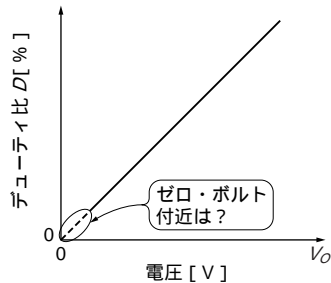
出力電圧の可変は抵抗分割比を可変抵抗器で調節しますが、この方法では基準電圧 V_{ref} 以下に下げることができません(一般の 3 端子レギュレータも同じ構成)。出力電圧を 0 V から可変するためには、誤差増幅器(EA)に与える基準電圧を固定の V_{ref} ではなく、0 ~ 任意電圧 V_C として与えます。

PWM 方式で出力電圧をゼロとするには、図 9-2 に示すように PWM デューティ比を限りなく 0 % に近づける必要があります。しかし、これはスイッチング周波数が高いほど難しくなります。また、電力を制御するセットの実状として、出力電力 0 W(出力電圧 0 V)付近を使用することもあまりありません。

したがって、可変する出力電圧の下限は必ずしもきっちり 0 V にする必要はあり



【図 9-1】電圧固定型のスイッチング電源回路



【図 9-2】PWM 方式で出力電圧をゼロにするのは難しい

ません．実用上は 100 V の 5% (5 V) 程度から精度よく出力できれば十分です．

可変電源構成のあらまし

図 9-3 が設計する可変電源のブロック図です．電源の仕様は，

入力電圧 AC 100 V

直流出力電圧 0 ~ 100 V

定格出力電流 2 A

というものです．ただし，この電源回路は AC 100 V ライン入力を直接整流・平滑する構成ですから，AC 100 V ライン入力の波形をひずませ，電源としての力率を悪くする可能性があります．

それを防ぐ目的で，設計する電源の AC 入力部には PFC (Power Factor Correction) と呼ぶ**力率補正回路**を組み込むことにしました．したがって，本電源のおおまかな構成は，PFC 付きプリレギュレータ + 絶縁型ハーフ・ブリッジ回路ということになります．

プリレギュレータは，入力の AC 電源 100 V を全波整流した最大値より高い電圧の一定出力電圧 V_{OH} にします．絶縁型ハーフ・ブリッジ回路では V_{OH} を入力として絶縁，降圧します．整流・平滑回路は降圧されたものを整流して DC 電圧を出力します．

プリレギュレータを含む PFC 回路はインダクタ L_1 ，ダイオード D，コンデンサ C_1 のブースト回路とパワー MOS Tr_1 によって構成し，入力 AC 100 V の全波整流電圧を一定出力 V_{OH} の約 +250 V にします．この電圧 V_{OH} は AC 入力が最大 135 V になることもあるので，AC 入力の最大値 2 倍に 10 V ほど加えた約 200 V より高い電圧の +250 V に変換します．この高電圧 V_{OH} は R_1 と R_2 で分圧し，PFC 回路へ