

変動する負荷に 安定した電圧を供給するために

スイッチング・レギュレータ の安定度を最適化する

遠坂 俊昭 Toshiaki Enzaka

現在の電子機器の多くは、その電源回路にスイッチング・タイプのいわゆるスイッチング・レギュレータを使用しています。スイッチング・レギュレータ用の制御ICを使って、ICメーカーが提供している推奨回路どおりに設計することも多いことでしょう。しかしその電源回路の定数は、必ずしも最適ではありません。

本稿では、スイッチング・レギュレータ制御ICの内部動作にまで踏み込み、電子回路シミュレータを使った解析や実験を繰り返しながら、応答特性を向上させていく過程を詳細にお見せします。今回はメーカー推奨回路に位相補正素子を追加し、出力電圧変動がより小さくなるよう最適化します。

定数は、同じデータシートに掲載されている設計式を使って求めました。出力電圧は3.3V、出力電流は0.5Aです。誤差増幅器には特に位相補正は掛けられていません。

● 制御IC周辺

スイッチング周波数は C_2 の値で決まります。ここでは、NJM2352の上限と思われる100kHzに設定しました。 C_2 の容量値は、データシートに掲載されているタイミング・コンデンサ-動作周波数特性のグラフから15pFと求めました。

● 平滑コイル L_1

出力電圧を3.3V、出力電流を0.5Aにするためには、インダクタンスは約20 μ Hと求められます。手もちで、近い値のHK-08S080-

3000 (23 μ H@3A_{DC}, 30 μ H@0A_{DC}, 東邦亜鉛)を使用しました。

● 平滑コンデンサ C_1

出力リップル電圧を3mVにするためには、 C_1 の容量は約400 μ F必要です。手持ちの近い値ということで、470 μ F、35Vの低インピーダンス電解コンデンサ(ZLシリーズ、ルビコン)を使用しました。耐圧は6.3Vで十分です。

● R_6 と R_7

負荷電流が1Aでも、バイポーラ・トランジスタが動作するように値を決めました。

新日本無線に問い合わせたところによれば、 R_1 はNJM2352内部の誤差増幅器の負荷になるため、100k Ω 以上の値にする必要がある

推奨回路の安定度

■ 実験回路

図1(p.182)に示すのは、スイッチング・レギュレータ制御IC NJM2352(新日本無線)のデータシートの指定どおりに試作した実験回路(写真1)です。これは降圧型スイッチング・レギュレータ(バック・コンバータとも呼ぶ)と呼ばれる電源です。図2にNJM2352の内部ブロック図を示します。

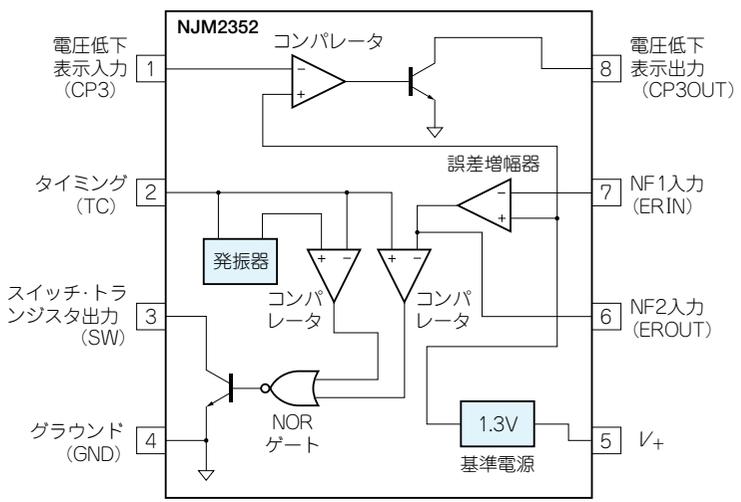


図2 スwitchング・レギュレータ制御IC NJM2352の内部等価回路

誤差増幅器 ▶ 安定化電源回路において、ツェナー・ダイオードなどで作った基準電圧と出力電圧との差を検出し、増幅する回路。

対策前

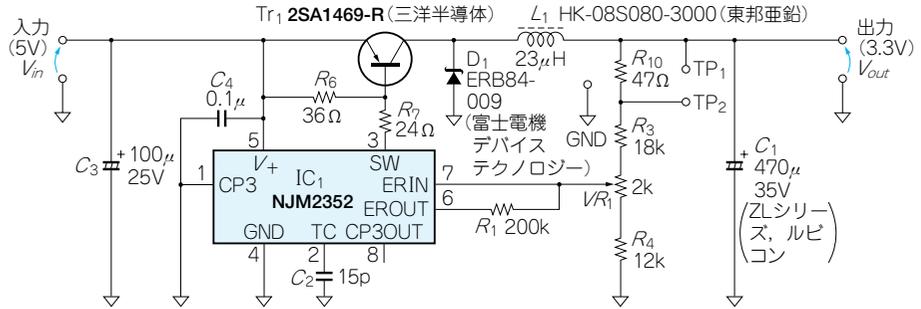


図1 制御IC NJM2352(新日本無線)の推奨回路どおりに製作したスイッチング・レギュレータ回路

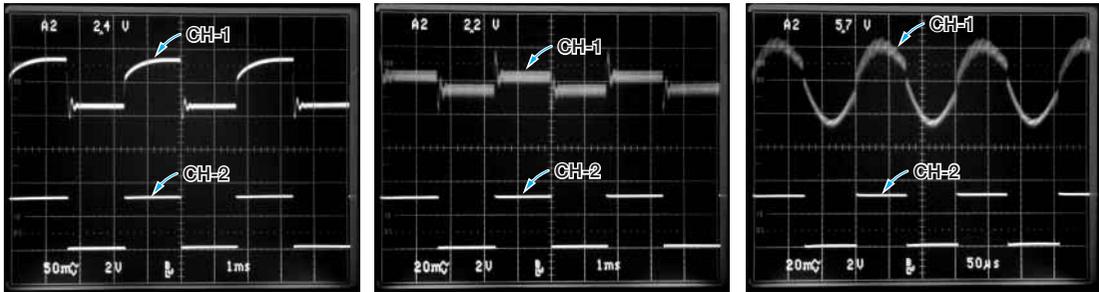


写真2 推奨回路(図1)のステップ応答(上: CH-1, 電源出力, 50 mV/div., 下: CH-2, 2 V/div., 1 ms/div.)

対策後

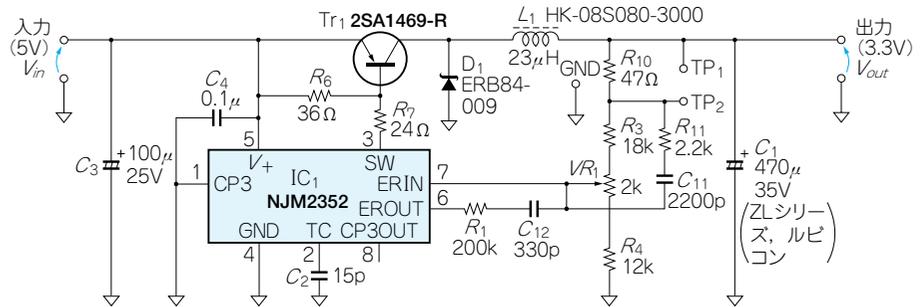


図38 ダイナミック変動対策とロード・レギュレーション改善策を盛り込んだ最終回路

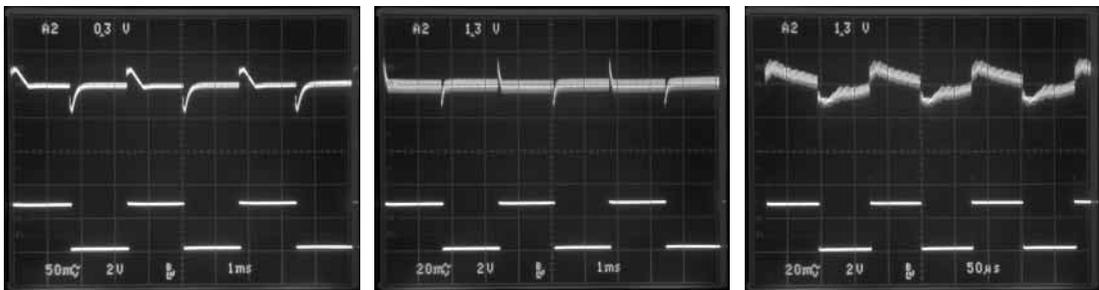


写真4 最適化を終えた回路のステップ応答(上: CH-1, 電源出力, 50 mV/div., 下: CH-2, 2 V/div., 1 ms/div.)
NJM2352の誤差増幅器周辺の回路や定数を見直した結果