

DESIGN SHOWCASE

5V電源シーケンスを保証し、 -12Vを-5Vにステップダウンする400mAレギュレータ

図1に示す回路は、-12Vの定格電源を-5Vの安定化電源にステップダウンします。この回路では別個に安定化された+5V電源が供給された後で初めて-5V電源の供給が可能になり、+5V電源が失われたときには、-5V電源の供給を自動的にシャットダウンします。この回路は、ラッチアップの防止にこのような電源シーケンスが必要とされるA/D及びD/Aコンバータ用の±5V電源で役立ちます。

IC1は従来型のブーストレギュレータですが、その回路全体が負のステップダウンレギュレータを構成しています。ブーストレギュレータトポロジは正確にスイッチング制御動作を実行しますが、コンバータの正電源を基準にした出力電圧をモニタし、コンバータの負電源を基準にしたリファレンス電圧とこの出力電圧を比較するレギュレータの帰還信号にレベルシフトが必要です。V_{be}のミスマッチング誤差を最小限に抑えるためにエミッタ抵抗R8及びR9が挿入されたQ3/Q4の各電流ミラーがこのレベルシフトを実行します。

IC1には、LBIとLBOの各ピンを通したバッテリー電圧低下検出に通常使用されるコンパレータと1.5V電圧リファレンスが内蔵されており、次に説明する設定で+5V電源をモニタします。Q2によってミラーされるQ1の電流はR4を流れて、+5V電源に比例した電圧を生成します。この電圧が+4.2Vの定格電圧よりも低下すると、LBO出力がR5を負の電源電位に引込みます。その接続によって、ダイオード接続のQ4電流が増加します。Q3によってミラーされ、R3を流れるこの電流によって、レギュレータに帰還する電圧が増加します。

上述のような帰還動作によって、レギュレータに追加出力エネルギーが全く要求されないため、内部パルス周波数変調(PFM)により全ての電源変換サイクルがサスペンド状態に設定されるシャットダウン動作にレギュレータが適合することになります。最小値が10kの抵抗負荷を接続すると、この状態が維持されている期間中にD1を通過するリーク電流によって出力コンデンサ(C2)が完全な充電状態になる事態の発生が防止されます。IC1が+5V入力で(その設計目的に従って)ブーストコンバータとして動作するときに、+12V出力から約150mAの出力電流を供給します。これに対してステップ

ダウンレギュレータ構成の場合には、同様の高電流部品を使用して-5V出力時に400mAの出力電流を供給します。

負荷電流に対する変換効率の測定値は100mA時で85%、250mA時で89%、そして400mA時で90%です。リップルのp-p測定値は、全ての負荷に対して25mV以下に抑えられています。出力電圧精度は、IC1内部の2%精度電圧リファレンスそして帰還経路抵抗R1、R3、R8及びR9の許容誤差に応じて変化します。

トランジスタQ3及びQ4のV_{be}に少しでも差があると、これは誤差となって現れます。実際に使用したトランジスタのV_{be}測定値は約550mVで、Q1-Q4の各トランジスタについて測定したV_{be}の最大電圧差は9mVでした。Q3-Q4のベース電圧(-1.24V)を基準にすると、この9mVの電圧差が起因して出力電圧に0.75%の誤差が追加されることとなります。V_{be}の降下を1mV以内にマッチングし、抵抗R6-R9を省略したいときには、代わりにローム社のUMT1N(6ピンSOT23パッケージで提供)などのデュアルトランジスタを使用します。

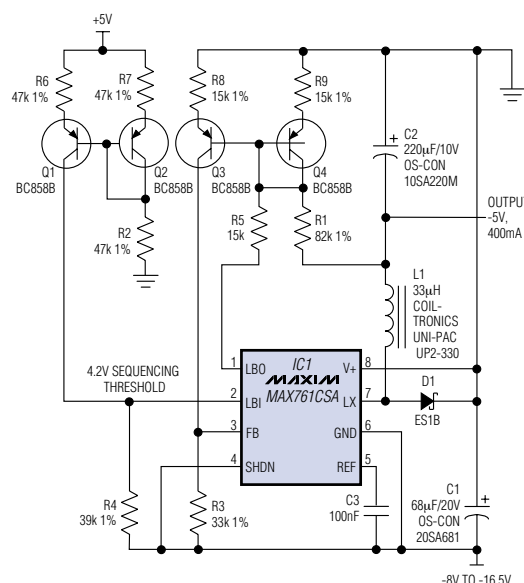


図1. この負電圧ステップダウンレギュレータは-12Vの定格電源から-5V電源を生成し、パワーアップ及びパワーダウン時に別個に安定化された正しい+5V電源シーケンスで-5V電源を供給します。