

電源制御ループ 応答測定 (ボード 線図プロット)

ローデ・シュワルツのオシロスコープ



課題

電圧レギュレーターやスイッチングモード電源の安定性を保証するには、制御ループの動作を測定して評価する必要があります。適切な補正能力を持つ電圧コントローラーは、出力電圧を安定させ、負荷変動や供給電圧の変動による影響を減らす効果があります。この制御回路の品質によって、DC/DCコンバーター全体の安定度と動的応答が決まります。

ローデ・シュワルツのソリューション

R&S®RTx-K36 周波数応答解析 (ボード線図) オプションによって、既存のオシロスコープで簡単かつ迅速に低周波応答を解析できます。パッシブフィルターや増幅回路など、さまざまな電子デバイスの周波数応答を評価でき、スイッチング電源の制御ループ応答や電源電圧変動除去比も測定できます。R&S®RTx-K36 周波数応答解析 (ボード線図プロット) オプ

ションは、オシロスコープの内蔵波形発生器を使用して、10 Hz~25 MHzの周波数の入力信号を作成します。オシロスコープは、DUTの入力信号と出力信号の比を各テスト周波数で測定し、利得を対数グラフに、位相を線形グラフにプロットしていきます。

R&S®RTx-K36 周波数応答解析 (ボード線図プロット) オプションを使用すれば、スイッチング電源やリアレギュレーターの利得と位相マージンを短時間で判定できます。これらの測定は、制御ループの安定度を判定するために役立ちます。

R&S®RTx-K36 周波数応答解析 (ボード線図プロット) オプションは、供給電圧の変化や負荷電流の変化といった動作条件の変化に対するシステムの応答を表示します。

測定セットアップ

電源制御ループは、基準電圧 (V_{ref}) とフィードバック電圧 ($V_{feedback}$) を比較し、負のフィードバックを発生することで、安定した出力電圧を維持します。

制御ループ応答のテストでは、ある範囲の周波数の誤差信号を、制御ループのフィードバック経路に注入する必要があります。誤差信号を注入するには、小さい抵抗をフィードバックループに挿入しなければなりません。次のページの図に示されている5 Ωの注入抵抗は、直列抵抗のR1とR2に比べれば無視できますが、ユーザーによっては、この小さい値の注入抵抗 ($R_{injection}$) をテスト用にデザインの一部として組み込んでおく場合もあります。PicotestのJ2100Aのような注入変圧器によって、AC歪み信号が分離され、DCバイアスが除去されます。

注入ポイントとプロービング

電圧フィードバックループのループ利得を測定するには、ループを適切なポイントで分割する必要があります。このポイントに歪み信号が注入されることで、歪み信号が、ループ回路に供給されるようになります。ループ利得に応じて、注入された歪み信号は増幅または減衰され、位相がシフトされません。R&S®RTx-K36 オプションを使用する場合、歪み信号はオシロスコープのジェネレーターから発生し、オシロスコープは、ループの伝達関数を測定します。

測定されたループ利得が実際のループ利得と一致するように、適切なポイントを選ばなければなりません。

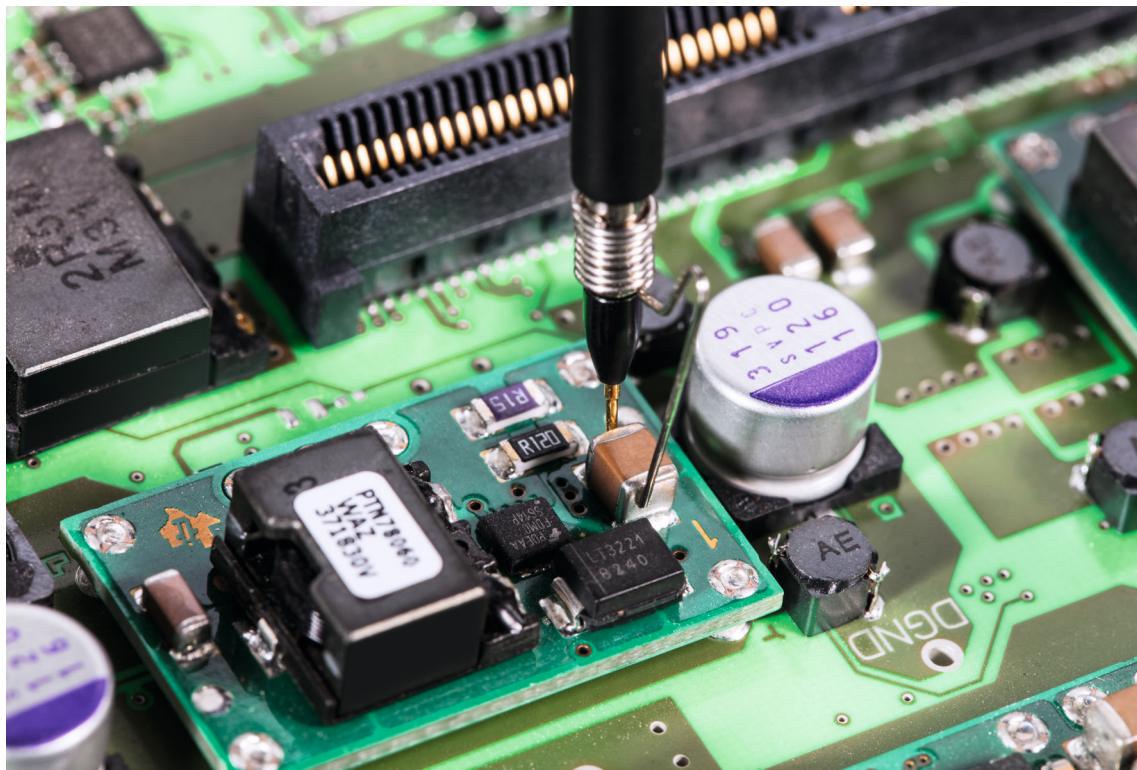
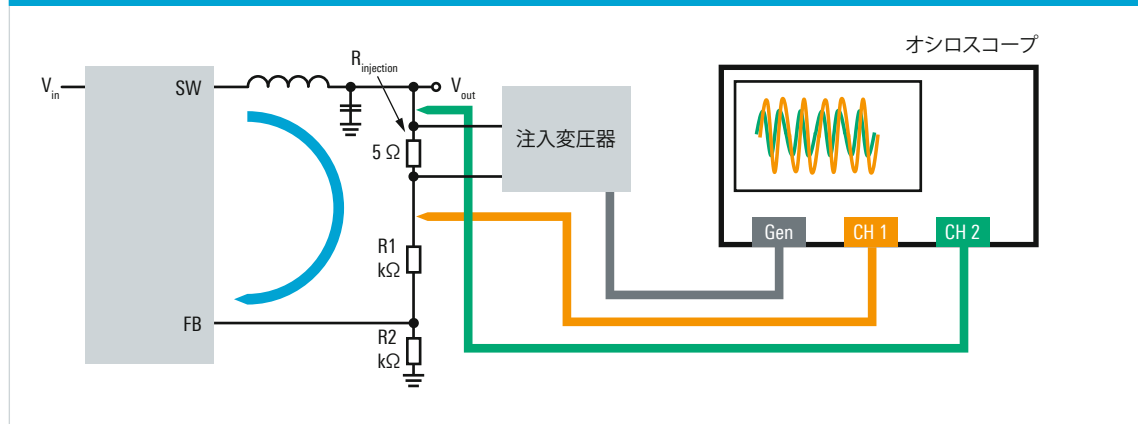
- ループが単一経路に限定され、並列のシグナルフローが存在しないポイントを見つける必要があります。
- ループの方向のインピーダンスが、このポイントでの逆方向のインピーダンスよりもはるかに大きくなければなりません。逆方向のインピーダンスはコンバーターの出力インピーダンスに一致し、数mΩ程度のきわめて小さい値です。ループの方向のインピーダンスは、コンペンサターと電圧ディバイダーによって生じるもので、値は数kΩ程度です。

制御ループ応答の特性評価を正確に行うには、正しいプロービングが必要です。 V_{in} と V_{out} のp-p振幅は、テスト周波数によってはきわめて小さくなるため、これらの値は、オシロスコープのノイズフロアやDUT自体のスイッチングノイズに埋も

れてしまう可能性があります。このため、測定のS/N比を上げることで、周波数応答測定のダイナミックレンジを大幅に改善できます。ほとんどのオシロスコープには、通常10:1のパッシブプローブが付属していますが、これはノイズが多いという問題があります。低ノイズの1:1パッシブプローブを使用すれば、測定ノイズを減らしてS/N比を改善できます。ローデ・シュワルツは、本アプリケーション向けに、38 MHzの帯域幅を備えたR&S®RT-ZP1X 1:1パッシブプローブを推奨しています。

プローブのグランド接続の長さを短くすると、誘導性のグランドループを最小化できます。プローブの標準グランドリードがアンテナとして動作して、これにより、不要なスイッチングノイズが増幅する場合があるからです。 V_{in} および V_{out} テストポイントの近くにあるグランドポストを見つけます。R&S®RT-ZP1Xに付属するグランドスプリングを使用すれば、グランド接続を短くできます。これにより、測定に適した低ノイズグランドを構成できます。

正しい注入ポイントの選択



グランドスプリングを使用すれば、電源電圧変動除去比測定に最適なS/N比を実現できます。

デバイス設定

オシロスコープを被試験回路に接続したら、アプリケーションを開始します。

- 10 Hzと25 MHzの間でスタート周波数とストップ周波数を設定して、ジェネレーターの出力レベルを決定します。
- ディケードごとのポイント数を選択すれば、収集の分解能を改善/変更できます。オシロスコープは、ディケードあたり最大500ポイントをサポートします。
- ジェネレーター出力の振幅をプロファイル(最大16ステップ)して、被試験回路のノイズの挙動を抑制します。
- RUNを押して測定を開始します。測定結果は、利得/位相対周波数としてプロットされます。マーカーを必要なポイントに設定しましょう。

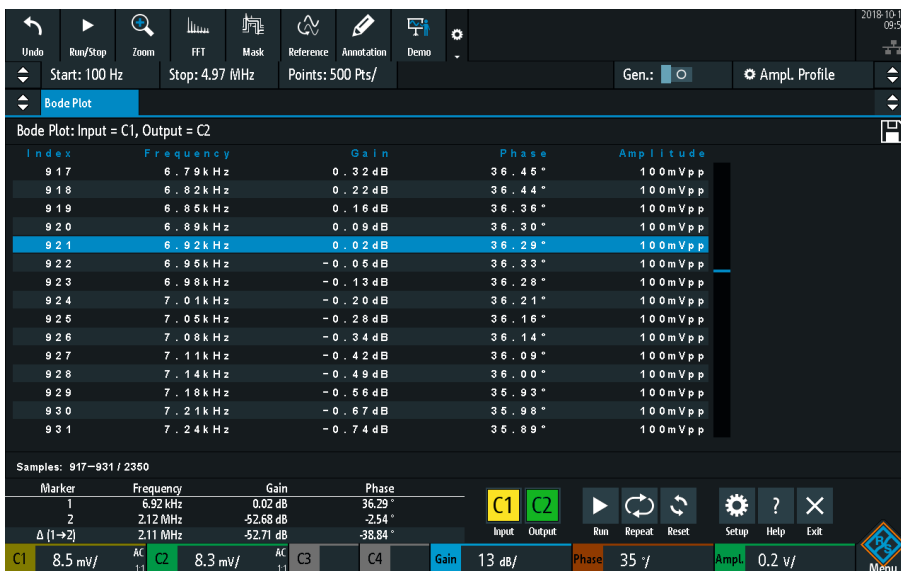
測定結果

ボード線図プロットに表示される曲線は、回路の伝達関数を表し、システムの安定度を検証するために役立ちます。1つのグラフには、対象周波数レンジでの振幅動作がdB単位で表示され、もう1つのプロットには、周波数に対する位相特性(度単位)が示されます。マーカーは、プロットされたトレース上の必要な位置に直接ドラッグでき、マーカーの座標は凡例に表示されます。クロスオーバー周波数を判定するには、1つのマーカーを0 dBに、もう1つのマーカーを-180°の位相シフトに設定します。位相およびゲインマージンを容易に判定できます。

結果は表形式で表示できます。測定結果の表には、各測定ポイントの周波数、利得、位相シフトの詳細情報が表示されます。マーカーを使用すると、結果の表で関連した列が強調表示されます。レポート作成用に、スクリーンショット、表の結果、またはその両方をUSBドライブに簡単に保存することも可能です。



DC/DCコンバーターの安定度の測定(青のトレース:利得、オレンジのトレース:位相、緑のトレース:入力信号の振幅プロファイル)



測定表

まとめ

オシロスコープは、今日、エンジニアが電源の設計を試験／評価するための主要な測定ツールです。R&S®RTx-K36 周波数応答解析 (ボード線図) オプションを加えることで、低周波ネットワーク・アナライザまたは専用のスタンドアロン周波数アナライザに代わる低コストのツールとして利用することもできるようになります。

オーダー情報				
ベースユニット	型番	オーダー番号	オプション	オーダー番号
オシロスコープ、70 MHz、2チャンネル	R&S®RTB2002	1333.1005.02	R&S®RTB-K36	1335.8007.02/03
オシロスコープ、70 MHz、4チャンネル	R&S®RTB2004	1333.1005.04		
オシロスコープ、100 MHz、2チャンネル	R&S®RTM3002	1335.8794.02	R&S®RTM-K36	1335.9178.02/03
オシロスコープ、100 MHz、4チャンネル	R&S®RTM3004	1335.8794.04		
オシロスコープ、200 MHz、4チャンネル	R&S®RTA4004	1335.7700.04	R&S®RTA-K36	1335.7975.02/03
38 MHzパッシブ電圧プローブ、1:1、55 V	R&S®RT-ZP1X	1333.1370.02		

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

ご購入に関するお問い合わせ

TEL : ☎ 0120-190-721 | FAX : 03-5925-1285

E-mail : sales.japan@rohde-schwarz.com

技術ホットライン

TEL : ☎ 0120-190-722

E-mail : TAC.rsjp@rohde-schwarz.com

修理・校正・サービスに関するお問い合わせ

TEL : ☎ 0120-138-065

E-mail : service.rsjp@rohde-schwarz.com

R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。

PD 5216.4462.96 | Version 01.01 | 7月 2019 (sk)

電源制御ループ応答測定 (ボード線図プロット)

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。

あらかじめご了承ください。

© 2019 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany



5216446296