



パワー・サプライ・デザイン・セミナー — トピックの要約

トピック 1: 車載エミッション (EMI) 要件に準拠のための電力変換手法

CISPR 25 は、車載システム内で伝導型と放射型のエミッションを評価するための標準的な出発点です。このトピックは、CISPR 25 規格の背景情報やテストのセットアップも含め、CISPR 25 に基づく車載の EMC (電磁適合性) 要件に合格するパワー・コンバータを設計する際の固有の課題について説明します。パワー・コンバータ内の一般的なノイズ発生源や、伝導型と放射型のエミッションを低減するためのさまざまな手法も説明します。低減の手法として、入力フィルタの設計、スイッチング周波数の選定、動作モードの選択、スナバの設計、シールド、基板レイアウトなどを紹介します。13.5V 入力、3.3V、5A 出力のコンバータから取得した測定結果をケース・スタディとして使用し、電磁干渉 (EMI) の各種低減手法の個別な有効性と、CISPR 25 Class 5 の伝導型エミッションに合格するまでの経過を提示します。

トピック 2: 力率補正 (PFC) 回路の基礎

ノート PC のアダプタから電動工具まで、ACグリッドから電力供給される最終機器は、入力電流が瞬時ライン電圧と常に同相ではない複雑な電力消費を行います。このような理由で、最終機器は有効電力だけでなく無効電力との両方をグリッドから消費する結果になります。有効電力成分である使用可能な電力 (ワット単位で表記) と、有効電力と無効電力 (虚数成分、ボルトアンペア VA 単位で表記) の合成値である皮相電力との比率を「力率」と呼びます。力率補正 (PFC) 回路は、瞬時ライン電圧と同位相になるように、入力電流の形状を整形し、消費される総皮相電力を最小化します。

PFC 回路は、電力会社のような公益企業にとって有利に働くと同時に、最終機器アプリケーションにも利点をもたらします。このトピックはこれらの利点を示すと同時に、PFC 回路がどのような方法で AC/DC 電力変換アーキテクチャに影響を及ぼすのか、一般的な PFC 回路の種類、さまざまなアプローチの長所と短所、最終機器の優先順位に基づく PFC ソリューションの選定プロセスについても説明します。

トピック 3:大電流、高速負荷過渡に対応した電圧レギュレータの設計と最適化

現在、最新の CPU や FPGA は、電源電圧の公差を厳格に規定していますが、これらの回路の消費電流量が増加し、動的な変動量も増大している状況で、電源設計はますます困難になっています。電流変化量が 100A 以上となり、スルーレートが 100A/ μ s を上回っている状況で、初期設計時点での電力供給を確実に成功させるために出力容量の構成を把握することは、それなりに大きな成果となります。従来使用されてきたポイント・オブ・ロード (PoL) 設計の標準的な手法は、近年の状況では当てはまらなくなっており、出力静量を選定するための新しい手法が必要です。

このトピックで分析するのは、レギュレータの過渡応答、選定した出力容量に対して負荷スルーレートが及ぼす影響、およびプロセッサ向け電源アプリケーションで出力容量を計算する 2 つの手法です。最初の手法は時間領域における電荷量ベースのアプローチであり、2 番目の手法は広い周波数範囲にわたってターゲット・インピーダンスを計算します。これらを互いに組み合わせて使用すると、これらのアプローチは大電流 FPGA コアの電源レールに関する過渡の仕様を満たすことができます。また、このトピックは、レギュレータの出力インピーダンス、負荷ライン、制御トポロジが過渡応答に及ぼす影響の概要についても説明します。

トピック 4:フライバック電源でよくあるミスと解決方法

電源設計で問題に直面した場合、他の設計者も別の設計で同じ問題に直面し、すでに解決したことがある可能性が高いと考えられます。そのような設計者のミスや教訓を学ぶことができる場合、優れた成果が得られます。このトピックは、低電力 AC/DC 電源の設計とトラブルシューティングで発生する可能性のある最も一般的ないくつかのミス、特にフライバックトポロジに注目します。

対話形式で進める資料を提示する方法で、電源のデバッグを成功させるために必要とされる、ブレインストーミングと論理的思考プロセスを促進します。このトピックは、各問題の兆候や症状を提示し、その後、考えられる原因と解決策、および同様の課題を回避するためのヒントについて説明します。

トピック 5:SiC FET を使用した大電力、双方向 AC/DC 電源の設計

大電力の双方向 AC/DC 電源は、無停電電源 (UPS)、エネルギー・ストレージ・システム、電気自動車 (EV) の家庭への電力供給機能を持ったオンボード・チャージャなど、各アプリケーションで見受けられます。従来のアプローチは、1 台の単方向整流器と 1 台の単方向インバータを使用して双方向のエネルギー・フローを実現するものでした。これに比べると、1 台の双方向整流器は、サイズの小型化、電力密度の向上、効率の向上のような利点をもたらします。

このトピックは、双方向の AC/DC 電源、ブリッジレス PFC (力率補正)、絶縁型 DC/DC のトポロジと設計上の課題について解説します。これらの課題を解決するには、トータムポール PFC ソリューションや、SiC FET を使用した絶縁型 CLLLC 共振 DC/DC コンバータ・ソリューションなど、双方向 AC/DC 整流器の総合的なソリューションを詳細に検討する必要があります。これら 2 種類の設計を組み合わせ、高電力密度、高効率の 6.6kW 双方向 AC/DC 電源を組み立てます。この概念を簡単に適用するためのハードウェアとソフトウェアの実装方法の詳細について説明し、その結果を提示します。

トピック 6:低電力 AC/DC 電源の実用的な EMI の考慮事項

電磁干渉 (EMI) は、どの電源設計でも重要な部分に相当します。しかし、非常に多くの場合に設計フローの最終段階まで先送りされてしまいますが、その段階で EMI に対処しようとすると、時間がかかり、コストが高くなり、非効率的な解決策に陥る可能性があります。このトピックは、EMI に関する懸念を解消し、問題点の発見と解決を進める方法を紹介합니다。

EMI の問題のほとんどは、設計の回路図に表示されていない素子の寄生成分に起因しています。たとえば、トランスの入力 / 出力間の静電容量、ボードのアセンブリ上に存在する浮遊容量や寄生インダクタンスが該当します。EMI のフィルタ素子にも浮遊容量と寄生インダクタンスが存在し、これらの成分は有効な周波数範囲に制限を加えるだけでなく、さらに EMI の悪化を招く可能性さえあります。

複数のデバッグ手法を強調するために、高密度の 65W USB パワー・デリバリー用途のアクティブ・クランプ・フライバック・アダプタを、このトピック全体の実用的な例として使用します。これらの例は、いくつかの基本的な変更を加えるだけで、効率、サイズ、コストのいずれにも大きな犠牲をもたらさずに、基本スイッチング周波数で 50dB 近い改善を達成する方法を示します。

プラットフォーム・バーはテキサス・インスツルメンツの商標です。
その他の商標および登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale (www.ti.com/legal/termsofsale.html) or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated