



複数のコンバータを使用した ワイド入力 DC-DC 電源ソリューション

複数のコンバータを使用した ワイド入力 DC-DC 電源ソリューション

ジョー・アレス



ワイド入力電圧に対応した DC-DC コンバータを見つけることは一般に難しいといえます。一部のアプリケーション、特に鉄道用やバックアップ用電源などでは、広い入力電圧範囲が必要なので、多くの DC-DC コンバータは対応できません。ワイド入力範囲に対応する DC-DC コンバータには、多くの場合、複数の大きな欠点があります。ワイド入力 DC-DC コンバータは、定格電圧が高い MOSFET が必要です。一般的にこのような MOSFET のオン抵抗は大きいため、低い入力電圧でコンバータが動作して入力電流が高くなると、電力消費が増大します。その結果、DC-DC コンバータの定格出力電流が低くなり、電力密度が低下し、最終的にワットあたりのコストが高くなります。

ワイド入力電圧範囲仕様 DC-DC コンバータの 一般的な弱点：

- 低い効率
- 低い電力密度
- 高コスト

2つのコンバータを使用してワイド入力電圧範囲に対応する理由

単一のコンバータで構成したワイド入力範囲 DC-DC コンバータで満足のいくパフォーマンスとコストが得られない場合は、2つ以上の入力電圧範囲の異なる DC-DC コンバータを組み合わせることで、良い効果が得られる場合があります。入力電圧範囲の狭い DC-DC コンバータを複数組み合わせ、ワイド入力電圧範囲として使用すると、一般的に電力密度は高く、高効率で動作するため、単一構成のコンバータソリューションよりも小型化し、高効率、低コストを実現できます。

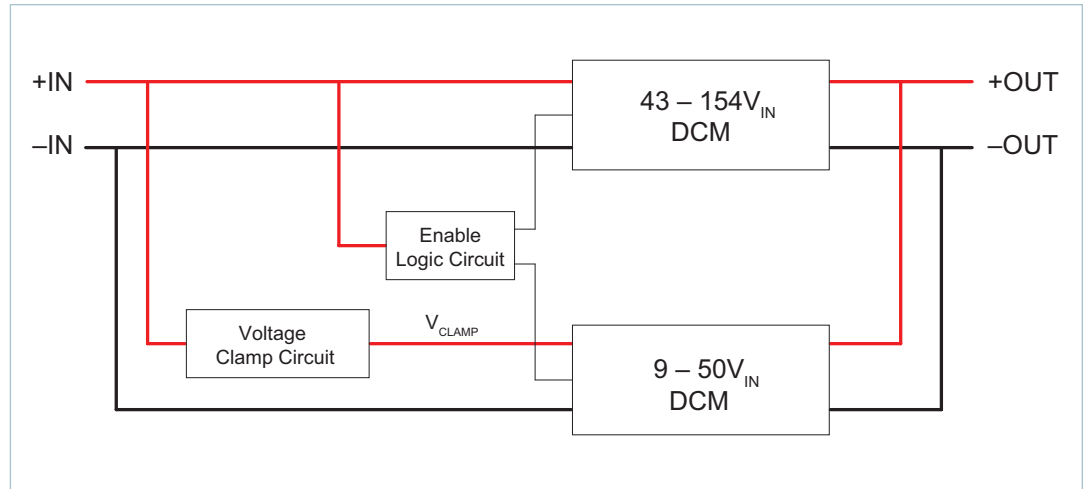
「複数の DC-DC コンバータを組み合わせると、単一コンバータソリューションよりも一般に高効率と高電力密度で動作するため、小型化、高効率、低コストを実現できます」

図 1 は、9 ~ 154V のワイド入力電圧範囲仕様の DC-DC コンバータを構成するために、Vicor の 9 ~ 50V_{IN} 入力 DCM™ コンバータと 43 ~ 154V_{IN} 入力 DCM コンバータを組み合わせたブロック図を示しています。9 ~ 50V_{IN} および 43 ~ 154V_{IN} DCM コンバータの電力密度は非常に高いため、これら 2 つのコンバータを組み合わせることで、入力電圧範囲が同様である単一構成のハーフブリックコンバータよりも、実装面積を小さくできます。



1.524 x 0.898 x 0.284 インチ
(38.72 x 22.8 x 7.21mm)

図 1
ワイド入力電源装置の
ブロック図



実装スペースを節約できるメリットに加えて、入力電圧範囲を補完しあう 2 つの DCM™ 製品を使用した場合の出力電力および効率の改善効果も重要です。入力電圧範囲 12 ~ 155V_{IN} の同等の市販のハーフブリックコンバータは、出力電力は最大 100W (12V_{OUT}、ピーク効率 85%) ですが、2 つの DCM コンバータで構成したソリューションでは、入力電圧範囲 9 ~ 154V_{IN} に対して、160W (12V_{OUT}、ピーク効率 91.5%) まで供給できます。

表 1
DC-DC コンバータによる
単一構成と 2 構成

電源装置	V _{IN}	P _{OUT}	V _{OUT}	効率
ハーフブリック× 1	12 ~ 155V	100W	12V	85%
DC-DC コンバータ× 2	9 ~ 154V	160W	12V	91.5%

バックアップ電源を必要とする用途で 3 つのコンバータを使用

複数の DCM を組み合わせることでメリットを得られる別の用途に、電源バックアップがついたワイドレンジ入力の電源装置があります。単一のコンバータで構成するワイド入力範囲のディスクリートコンバータは、大きくてかさばり、効率が低い (70 ~ 75%) 一方、DCM 3 個で構成するソリューションは、効率が大幅に向上し、小型化を実現できます。

たとえば、入力停電保持用の大型コンデンサを備えた 400V 入力、48V 出力電源の場合、3 つのコンバータ (16 ~ 50V_{IN}、43 ~ 150V_{IN}、120 ~ 420V_{IN} の DCM) を組み合わせることで、停電保持コンデンサが 16V まで放電した状態でも、負荷に 48V を供給できます。通常の動作中は、120 ~ 420V_{IN} の DCM が負荷電流を供給し、その間、16 ~ 50V_{IN} および 43 ~ 154V_{IN} の DCM は停止していますが、入力電源の供給が停止されると、停電保持用コンデンサからそれぞれの DCM (高効率: 85 ~ 90%) へ電力が供給されます。

図 2
3 つの DC-DC コンバータ
による構成

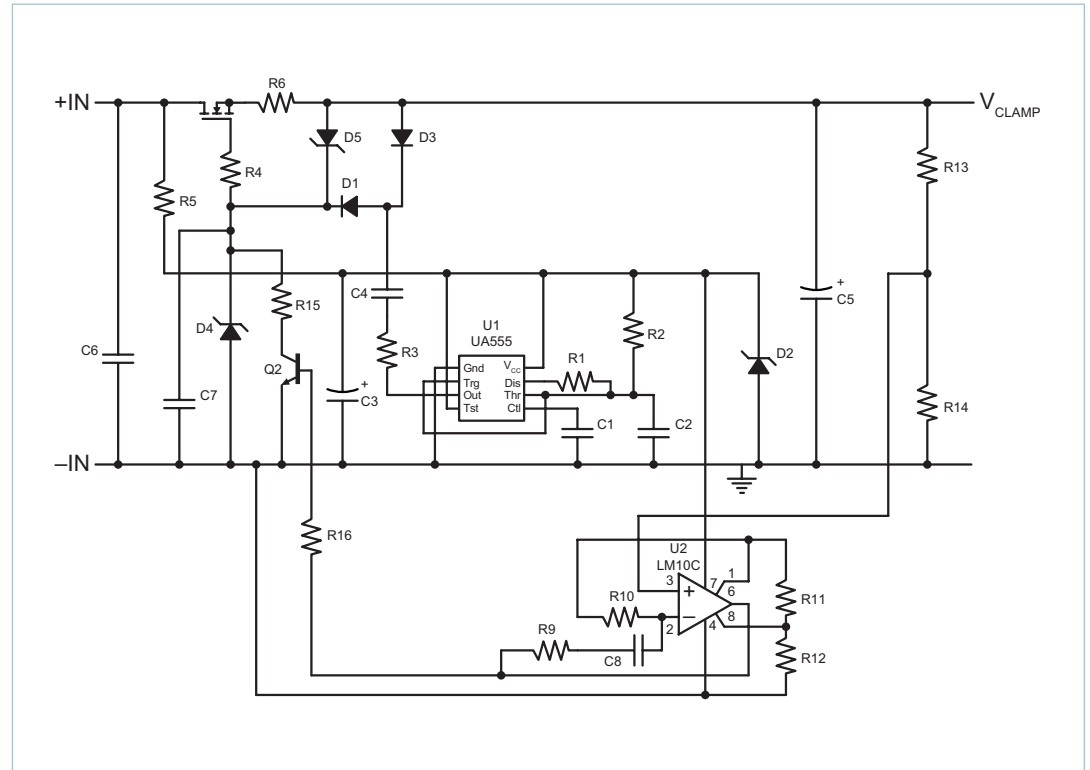
Part Number	V _{in} (V)	V _{out} (V)	Power (W)	Package
DCM3623x50M53C2y0z »	28.0 (16.0 - 50.0)	48.0 (28.8 - 52.8)	320.0	3623 ChiP
DCM3623xA5N53B4y0z »	100.0 (43.0 - 154.0)	48.0 (28.8 - 52.8)	240.0	3623 ChiP
DCM4623xD2N53C8y0z »	275.0 (120.0 - 420.0)	48.0 (28.8 - 52.8)	375.0	4623 ChiP

設計上の考慮事項

電圧クランプ回路

高い入力電圧による損傷から低電圧の DCM™ を保護するには、電圧クランプ回路が必要です（図 3 参照）（この回路の詳細については、アプリケーションノート（『AN:214 Meeting Transient Specifications for Electrical Systems in Military Vehicles（軍用車両における電気システムのトランジェント仕様）』）を参照してください）。図 3 の回路では、高電圧 DCM の最小動作電圧より高く、低電圧 DCM の最大動作電圧より低い電圧に入力電圧をクランプします。

図 3
電圧クランプ回路の例



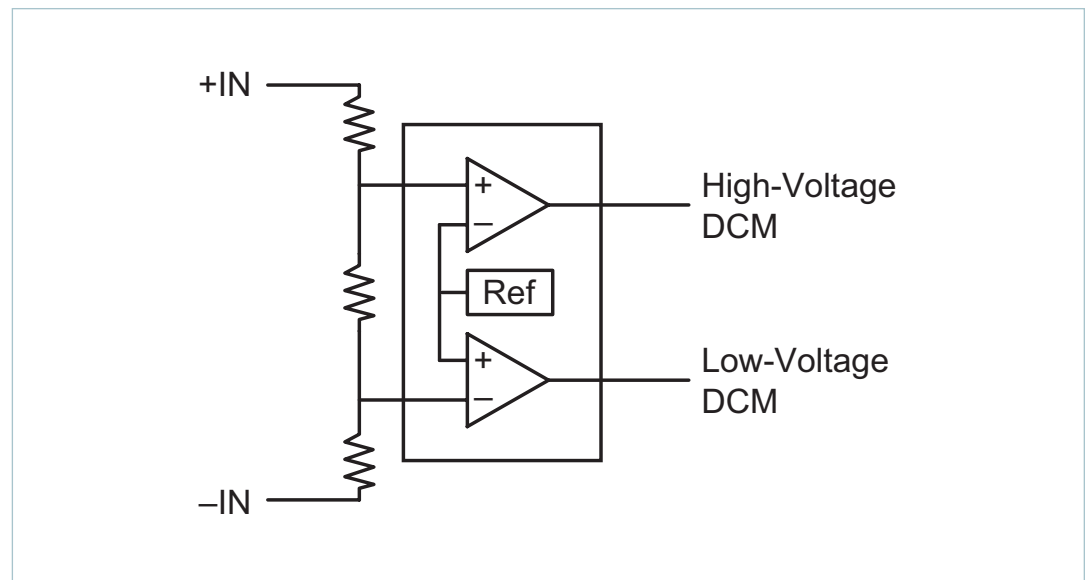
3つのコンバータを用いるバックアップ電源の用途の場合は、2つの低入力電圧の DCM のそれぞれに電圧クランプ回路が必要になり、イネーブル回路には、2つではなく3つのコンパレータが必要です。

入力電圧に合わせたコンバータの起動

電圧クランプ回路の MOSFET の無負荷時の電力消費と電力損失を低減するには、入力電圧に合わせて、個々の DCM が起動するように回路を設定する必要があります。この回路は、基準電圧を備えたコンパレータのように単純なもの（図 4 参照）でも、マイクロコントローラを備えた回路のように複雑なものにすることもできます。DCM の起動と停止は、43 ~ 50V（図 1 の場合）の重複する範囲で行なう必要があります。43 ~ 154V_{IN} の DCM は、入力電圧が 44V を上回ると起動し、電圧クランプ回路が動作する前に 9 ~ 50V_{IN} の DCM を停止する必要があります。この例では、クランプ電圧は 49V であるため、入力電圧が 46.5V を上回ったときに 9 ~ 50V_{IN} の DCM を停止します。

システムの設計は、各部品のばらつきを考慮に入れて、DCM を停止する電圧が電圧クランプレベルより高くないようにする設定する必要があります。また、クランプ回路の MOSFET は、MOSFET の電圧低下 (V_{IN_MAX} - V_{CLAMP})、MOSFET を流れる電流、停止した 9 ~ 50V_{IN} の DCM のスタンバイ入力電流を考慮して、適切なサイズのものを選択してください。

図 4
イネーブルロジック回路の例



入力電圧の変動に伴うコンバータの切り替え

この方式には、いくつか考慮すべきことがあります。入力電圧の立上るスルーレートと、使用するイネーブル制御方式によっては、低電圧 DCM™ が停止してから高電圧 DCM が起動するまでに短い間隔が生じる場合があります。この間に適切な負荷電流を供給するには、 $9 \sim 50V_{IN}$ および $43 \sim 154V_{IN}$ の DCM の両方の出力コンデンサを適切なサイズにする必要があります。また、正しくソフトスタートが動作するためには、DCM が停止してから同じ DCM が再度起動するまで 100ms の間隔をあげます。この重複して動作する入力電圧の領域では、入力電圧を単調に上昇または下降させると、最適な動作になります。両方の DCM が起動する電圧範囲がある場合は、この動作領域で負荷電流を供給する方の DCM の出力電圧を他方より高くなるように調整します。

平均的なパフォーマンスで妥協しない

ワイド入力電圧範囲を必要とするアプリケーションにおいて、単一構成の DC-DC コンバータでは、使用可能な電力、電力密度、システム効率の大幅な低下に電源システム設計者が妥協することが多くなり、システム全体のコストも増加します。高効率で高い出力電力密度を持つ、使いやすい Vicor DCM DC-DC コンバータを活用することで、小型、高効率、低コストのソリューションを構築できます。

参考資料：

[AN:214 Meeting Transient Specifications for Electrical Systems in Military Vehicles](#)
(軍用車両における電気システムのトランジェント仕様)

お問合せ先：
Vicor 株式会社 (Vicor KK)
Tel: 03-5487-3016 (代表) 03-5487-5407 (技術サポート)
E-mail: sales_vkk@vicorpower.com
Web: vicorpower.com/ja-jp/contact-us

※ 日本語版資料は Revision が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

©2019 Vicor Corporation. All rights reserved. Vicor は Vicor Corporation の登録商標です。
その他のすべての商標、製品名、ロゴおよびブランドは、それぞれの所有者の財産です。