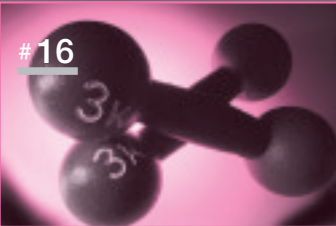


第4部 太陽電池アプリ&ゲート駆動回路など



入力DC300 V, 出力AC200 V/10 kW

太陽光発電による 売電用三相パワー・コンディショナ

長井 真一郎
Shinichiro Nagai

パワー・コンディショナとは

V結線インバータ(注1)を使用したインバータと昇圧チョップの組み合わせは、新エネルギー(注2)用の系統連系インバータに一般的に使われています。

本回路は、例えば太陽電池より入力された直流のエネルギーを、いったん数百V程度の直流リンクに昇圧させ、その後V結線インバータにより系統連系を行うシステムです。このようなシステムを一般的にパワー・コンディショナと呼んでいます。

V結線インバータの特徴として、直流リンク電圧が高くなるデメリットがありますが、V相を絶縁なしに

接地する場合、スイッチングによる高周波漏れ電流が少なくできます。

新エネルギー用の系統連系システムでは、電気設備技術基準を満たすことにより、系統との絶縁トランスをなくすることができます。このため高周波漏れ電流の少ないV結線インバータにメリットがあります。

さらに絶縁トランスがないためシステムの損失、コストともに抑えることができます。本稿では回路の紹介と動作の概要を紹介します。

V結線方式による パワー・コンディショナ

図1にパワー・コンディショナの主回路モデルを示します。

太陽電池などからコモン・モード・チョーク(NF2)を介して昇圧チョップへ接続されます。昇圧チョップ出力は直列接続された電解コンデンサへ接続され、2アームのV結線インバータに接続されます。インバータ出力にはスイッチング・リップルを除去するLCフィルタを接続し、さらに出力にコモン・モード・チョークを接続し、商用系統に接続されます。

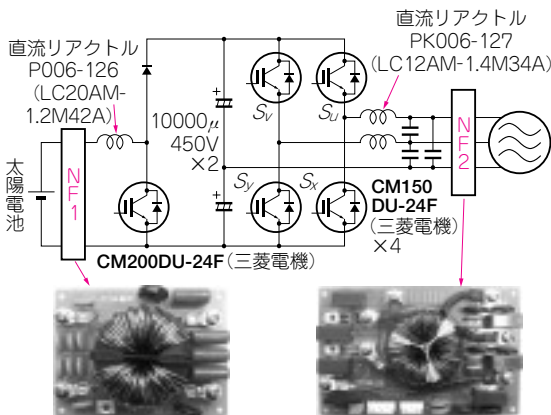
● 回路の動作

図2(口絵)に交流電流の実験波形を示します。昇圧チョップによりDC300VからDC750Vに昇圧します。中間の直流リンクDC750Vから2アームのV結線のPWMインバータにより三相AC200Vを出力します。

スイッチング素子はIGBTを使用し、スイッチング周波数は17kHz相当の可聴領域を越えた程度で動作させます。図2からV結線インバータにより三相電流が出力できていることがわかります。

● 直流分の検出にシャントを使用

自然エネルギーを回生するパワー・コンディショナ



EMIフィルタ PK006-102(ET75FM-SI45A) EMIフィルタ(シャント付き) PK006-101(ET70FM-TH35A)

図1 太陽光発電用パワー・コンディショナの回路(EMIフィルタ, 直流リアクトルはポニー電機製)

V結線インバータは、V相を絶縁なしに接地する場合、スイッチングによる高周波漏れ電流が少なくできる

注1:一般的な三相フル・ブリッジ・インバータが三つのアームにて構成(Y結線)されているのに対して、V結線インバータとは同じ三相出力にもかかわらず、二つのアームにて構成されるものを言う。

注2:新エネルギーとは太陽光発電エネルギーや燃料電池エネルギー、風力エネルギーなどのことを言い、従来の石油や石炭などによるエネルギーと違いクリーンなエネルギーのことを言う。

Keywords

V結線, 太陽光発電, パワー・コンディショナ, インバータ, CM200DU-24F, 新エネルギー, 電気設備技術基準, シャント, フト・スイッチング, 2SK1522

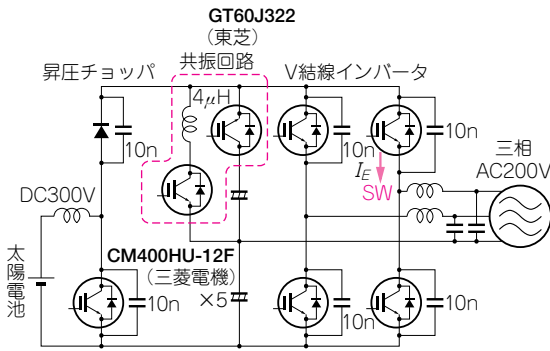


図3 共振型太陽発電用パワー・コンディショナの回路(表記のない部品は図1と同じ)
ソフト・スイッチング化のための付属回路がIGBT 2個と共振リアクトル1個と少ない部品追加で構成できる

では、電気設備技術基準を満たすことにより系統との絶縁トランスをなくすことができます。

この基準では、**交流の直流分を1%以内で検出**することが求められていますが、貫通型の電流検出器では温度ドリフトなどを考慮するとこの基準を満たすことは困難です。

このため、シャントを用いた検出を行うことが多く、ここではNF2のフィルタ基板内にシャントを設けており、交流電流に含まれる直流分を検出しています。

ソフト・スイッチングで効率UP

前節のようなV結線インバータを使用したインバータと昇圧チョッパで構成されたパワー・コンディショナ回路方式に対して、効率改善のために**ソフト・スイッチング方式**の回路を組み込んだ事例を紹介します。新エネルギー用の系統連系インバータは、いろいろ

なインバータのなかでも効率改善を求められているため、ソフト・スイッチング方式のインバータとして実用化されています。

ソフト・スイッチング方式とは、スイッチングによって発生するスイッチング損失を回路や制御によって低減する手法で、さまざまな回路方式が存在します。

本回路の特徴は、前記のV結線インバータのメリットに加えて、ソフト・スイッチング化のための付属回路が2個のMOSFETと1個の共振インダクタと少ない部品追加で構成できることです。

また、メインの五つのスイッチの損失が少なくなるため、IGBTを小型化できるメリットがあります。

● 回路の構成

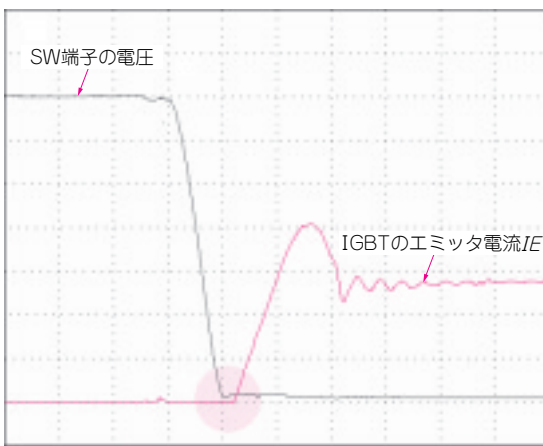
図3にソフト・スイッチング方式のパワー・コンディショナの主回路を示します。電力仕様を含め、基本構成は前節のパワー・コンディショナ回路方式と同様で、各部品も図1と同等です。

ソフト・スイッチング化のための付属回路は共振回路であり、昇圧チョッパとV結線インバータのスイッチ(IGBT)のスイッチング損失を回生するためのものです。もちろん共振回路内のスイッチもソフト・スイッチングとなります。

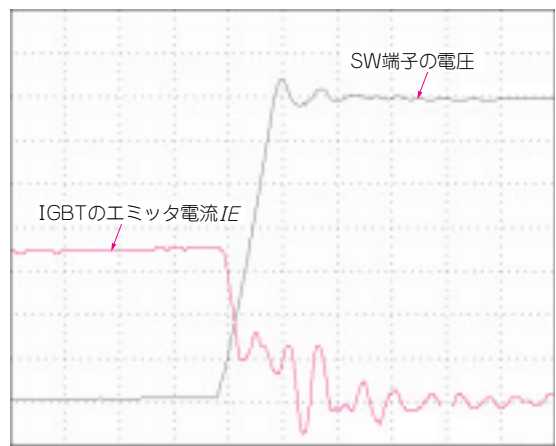
● 回路の動作

昇圧チョッパによりDC300VからDC750Vに昇圧し、中間の直流リンクDC750Vから2アームのV結線のPWMインバータにより三相AC200Vを出力します。また、スイッチング素子はIGBTを使用し、スイッチング周波数は15kHz相当です。

図4にソフト・スイッチングで動作させたスイッチング波形を示します。ターン・オン時に共振回路を動作させ、電圧と電流のクロスする部分の少ないスイッチングを行うことにより、スイッチング損失を回生さ



(a) ターン・オン



(b) ターン・オフ

図4 SW端子の電圧波形と電流波形(100V/div., 10A/div., ターン・オン: 1μs/div., ターン・オフ: 0.5μs/div.)
ターン・オン時電圧と電流のクロスする部分の少ないスイッチングを行うことによりスイッチング損失を再利用する