

低ひずみ出力を実現できる単相7レベル変換器の検討

○綾野 秀樹^{*1)}、大隅 竜太^{*1)}

■キーワード マルチレベルインバータ、7レベルインバータ、THD、二次電池

1. 線間電圧が7レベルとなる単相インバータを実現
2. 従来のアドバンスド型3レベルインバータと同じ構成で直流電圧源は電圧値を2:1に設定
3. 電圧 THD を従来の2レベルインバータの約1/3、3レベルインバータの約2/3に低減

■はじめに

電力変換器においては、出力電圧の高品質化が求められており、多段出力が可能なマルチレベル変換器が検討されている。従来のマルチレベル変換器は、多数のスイッチング素子を用いて構成するため、制御回路の複雑化やドライブ回路数の増加が生じる。しかし、マルチレベル変換器は、電圧ひずみの低減を少ないスイッチング回数で実現でき、スイッチング損失の低減にも貢献できる。本研究では、二次電池を用いたシステムを対象に単相7レベルインバータを製作し、電圧 THD の低減効果を評価する^[1]。

■検討内容

(1) システム構成

図1に、提案する単相7レベルインバータのシステム構成を示す。制御回路では、マイコンで指令値を演算し、ゲートドライブ回路を介してスイッチ素子にゲート駆動信号を与える。主回路構成は、アドバンスド型3レベルインバータと同等であり、DCリンク間に上下アームのスイッチ素子を接続し、その中点と2個の電圧源の中点の間に逆直列接続した2個のスイッチ素子を設けている。提案システムの特徴は、一方の電圧源の電圧値を他方の2倍に設定している点である。測定では、一方を80V、他方を40Vとしている。スイッチ素子にはIGBTを使用した。キャリア周波数は2kHz、デッドタイムは3μsとしている。図2に周波数50Hz、振幅120Vの正弦波指令を与えた場合の実測波形を示す。変化幅が7段の線間電圧を良好に出力していることを確認できる。

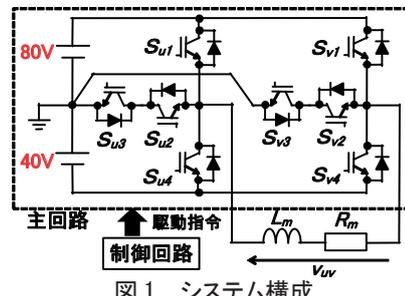


図1. システム構成

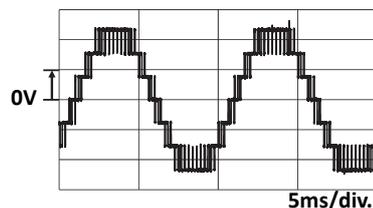


図2. 線間電圧波形

(2) 電圧 THD の評価

図3に、出力線間電圧の指令をパラメータとして変化した電圧 THD の評価結果を示す。提案方式における実測結果は、シミュレーション結果と極めてよく一致している。この結果から、シミュレーションの妥当性を確認できる。提案方式と従来方式を比較した結果、いずれの出力電圧においても提案する7レベルインバータの電圧 THD が最も小さいことが確認できる。線間電圧指令が120Vの場合の電圧 THD は、従来の2レベルインバータ、3レベルインバータ、提案する7レベルインバータがそれぞれ52%、27%、18%となり、提案方式の電圧 THD は2レベルインバータの1/3、3レベルインバータの1/2となる。

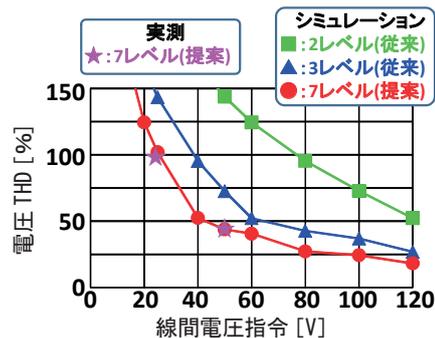


図3. 電圧 THD の特性

■まとめ

従来のアドバンスド型3レベルインバータと同じ回路構成で素子数を増価させることなく、一方の直流電圧源を他方の2倍となるように設定した単相7レベルインバータの制御手法を提案した。さらに、ミニモデルを製作し、提案する7レベルインバータが良好に波形を出力できることを実測により確認した。また、シミュレーションと実測により電圧 THD を評価し、電圧 THD を従来の2レベルインバータの約1/3に、3レベルインバータの約1/2に低減可能であることを示した。

参考文献

[1] 綾野秀樹, 大隅竜太, 坂本祥太郎, 松井義弘, 電気学会論文誌 D, Vol.134, No.10, pp.904-912 (2014)

*1) 東京工業高等専門学校