

高安定MPPT制御における出力定常特性

松本開斗, 鈴木高登, 梶原一宏, 黒川不二雄
(長崎総合科学大学)

1. はじめに

2050年の脱炭素社会に向けて、再生可能エネルギーの大幅な導入拡大が不可欠である。その中でも、比較的導入が容易である太陽光発電は今後の主力電源として期待される。太陽光発電による発電量は日射量や温度といった気象条件によって変動するため、I-V特性およびP-V特性は非線形的な特性となる。そこで、太陽光発電システムにおいて常に最大電力を得るために、最大電力点追従(Maximum Power Point Tracking: MPPT)制御が用いられる。最大電力点を追従して動作することができる一方で、バス側の電圧や電流の変動により最大電力点から大きく動作点が変動するといった悪影響を受ける。この課題に対して、著者らは入力電圧 V_i に微分制御を用いて高い安定性を有するMPPT制御について提案を行った[1]。これまでは出力側のバス電圧を一定値としてバス電圧や日射量における変動時の検討を行ってきたが、実際のシステムでは、バス電圧や電流は後段の負荷によって変化するため、必ずしも一定であるとは限らない。

そこで本稿では、微分制御を追加した提案のMPPT制御方式を用いた昇圧形コンバータにおいて、負荷抵抗の変動に対する入力電力、出力電圧および出力電流について検討を行ったので結果を報告する。

2. MPPT制御および提案方式について

図1に太陽光発電システムを示す。このシステムでは太陽電池、昇圧形DC-DCコンバータおよびDCバスから構成されている。昇圧形DC-DCコンバータではスイッチング素子 T_r の時比率 D を変化させることで出力電圧を調整する。図2に提案方式の制御回路を示す。MPPT制御のアルゴリズムには山登り法を用いている。制御の流れとしては太陽電池の電圧 V_i および電流 I_i を検出し、その値を基に電力 $P_i (=V_i I_i)$ を制御周期ごとに計算する。次に P_i の変化に応じて時比率 $D[n]$ を微小変化量 ΔD だけ増加または減少させる。これにより、最大電力点を追従することができる。提案方式では、検出した V_i をMPPT制御だけでなく、微分制御にも用いている。微分制御周期はスイッチング周期と同じである。このとき、 $\Delta D[n]$ は以下のような式によって計算される。

$$\Delta D[n] = (D[n-1] \pm \Delta D) + G_{D_v} (V_i[n-1] - V_i[n-2]) \quad (1)$$

ただし、 G_{D_v} は微分制御係数、 n は n 番目のスイッチング周期である。提案方式では、新たにA-D変換器を使用する必要がないため、簡単に実現することができる。

3. シミュレーション結果

高安定MPPT制御の出力定常特性の検討を行うため、微小変化量 ΔD を0.01としてシミュレーションを行った。太陽電池のパラメータは最大電力は29W、開放電圧は11.3Vおよび短絡電流は3Aである。また、スイッチング周波数および微分制御周波数は100kHz、MPPT制御周波数は100Hzである。ここでは、抵抗負荷を7.065Ωから14.13Ωへ変動させることで負荷が急変する場合を模倣した。図3に従来方式および提案方式における出力定常特性を示す。従来方式ではMPPT制御に微分制御を適用していないため、入力電力 P_i では28.3Wから17.9Wに変化し、出力電圧 E_o では19.1Vから10.2Vに変化しており、その変動幅36%および47%であることを確認した。これに対して提案方

式では入力電力 P_i では28.4Wから23.2Wに変化し、出力電圧 E_o では19.1Vから12.3Vに変化しており、その変動幅18%および35%であることを確認した。これにより、提案方式では従来方式と比較して入力電力と出力電圧が抑制していることが確認できた。結果として、太陽光発電システムに微分制御を追加したMPPT制御方式を用いることで、入力電力 P_i および出力電圧 E_o の出力定常特性が従来方式よりも安定に動作することを確認した。

参考文献

[1] K. Kajiwara et al.: ICRERA, pp. 1153-1156, 2018.

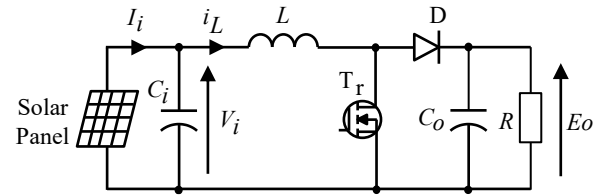


図1 太陽光発電システム

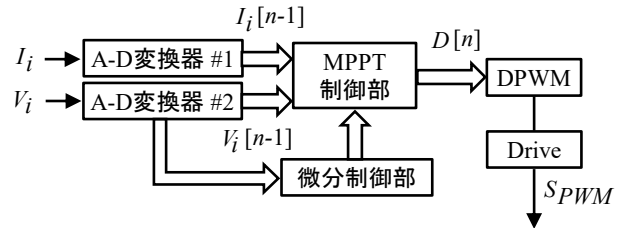


図2 提案方式の制御回路

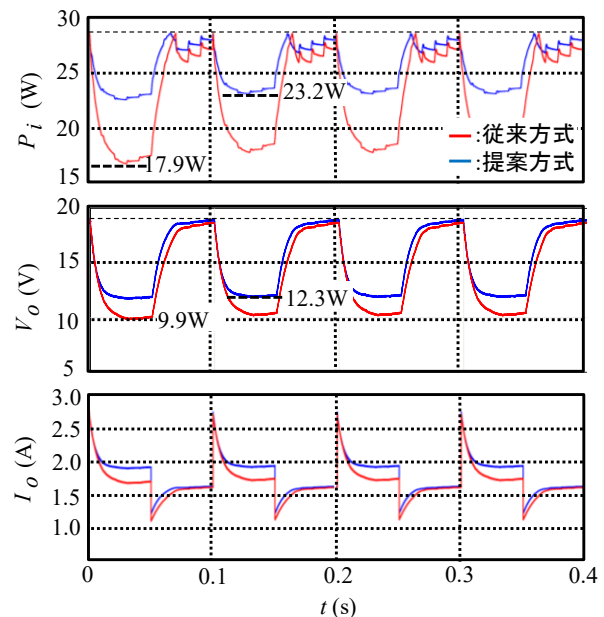


図3 従来方式および提案方式における出力定常特性