系統連系太陽光発電システムにおける インバータ損失を考慮した MPPT 制御法

学生員 成 毛 貴 史 (工学院大学)
 学生員 青 木 崇 (工学院大学)
 正 員 鷹 野 一 朗 (工学院大学)
 正 員 澤 田 芳 夫 (工学院大学)

A Maximum Power Tracking Control Method Considering Loss of Inverters
 for Utility Interactive Photovoltaic Generation System

Takashi Naruke, Student Member, Takashi Aoki, Student Member, Ichiro Takano, Member, Yoshio Sawada, Member (Kogakuin University)

キーワード： 太陽光発電、系統連系、インバータ、最大出力追従制御 (MPPT 制御)

1. はじめに

クリーンで無尽蔵である太陽光発電システムにおいて、効率向上を図るため、インバータ等の電力変換器により太陽電池 (以下 PV と略す。) を最大出力で動作させる制御 (以下 MPPT 制御と略す。) が必要とされる。

MPPT 制御は、PV の出力電圧と電流を検出し、出力電力を演算して行う方法が一般的であるが⁽¹⁾、インバータの回路損失を考慮した MPPT 制御を適用した例は少ない。

そこで本稿では、従来の方法の一つでもある山登り法に着目し、AC 側出力検出によりインバータ損失を考慮し、さらに制御回路の簡略化について検討したので、その制御方法及び実験結果について報告する。

2. システム構成と制御方法

図 1 に、太陽電池の電圧・電流特性、太陽電池出力電力及び系統返還電力特性の一例を示す。このように系統側では、変換器の回路損失により最大出力点がずれた状態となる。そこで AC 側出力を検出する事により回路損失が考慮できる。系統連系の場合、AC 側出力電圧がほぼ一定のため率 1.0 で運転すれば、AC 側出力電流を検出する事によりその電力の変動を検出する事が可能となる。これにより、単に電圧、電流の計測だけで済み制御回路は簡略化される。

次に、インバータの直流電圧指令値の増減方向を容易に決定する方法を提案する。

PV 側電圧、AC 側電流の値をサンプリングし、それぞれ今回 (V_N , I_N)、前回 (V_B , I_B) とするとその変化分は次式になる。

$$\Delta V = V_N - V_B, \Delta I = I_N - I_B \quad \cdots \cdots (1)$$

これから $\Delta V * \Delta I$ の変化分における積の符号より直流電

圧指令値の増減が決定でき、その指令値は次式になる。

$$V_{N+1} = V_N + k (\Delta V * \Delta I) \quad k: \text{比例定数} \cdots (2)$$

また、その指令値の増減方向の関係を表 1 に示す。

以上の制御方法を踏まえ、実際に試作し、単相電圧形インバータを用いたシステム構成図を図 2 に示す。

図 1: PV 出力及び電力特性

Fig.1. Output characteristics of PV.

図 2: システム構成図

Fig.2. System configuration.

表 1 : 直流電圧指令値の増減方向

Table 1. A performance of VI tracking.

PV 電圧差 (ΔV)	AC 電流差 (ΔI)	$\Delta V * \Delta I$ の符号	増減方向
$\Delta V > 0$	$\Delta I > 0$	+	増
$\Delta V > 0$	$\Delta I < 0$	-	減
$\Delta V < 0$	$\Delta I > 0$	-	減
$\Delta V < 0$	$\Delta I < 0$	+	増

図 3 : MPPT 制御時の太陽電池の動作点

Fig. 3. PV operational point by MPPT control.

(Time : 50ms/DIV, Volt : 5V/DIV)

図 4 : 直流入力電圧の実測波形

Fig. 4. Experimental waveforms of DC voltage.

3. 実験結果

図 3 に、MPPT 制御による太陽電池の動作点を示す。最大出力点付近で動作していることがわかる。

図 4、5 にインバータが停止状態から始動し、MPPT 制御により最大出力点付近で動作したときの各入出力波形を示す。直流電圧には、AC 出力電流の整流リップルに起因する 2 倍周波のリップルが生じているが、AC 出力電流はほぼ一定であり、MPPT 制御による振動が生じない結果となっている。また、インバータは力率 1.0 運転している。系統連系によりインバータ出力電圧がほぼ一定であり、インバータ出力電力は、出力電流とほぼ比例するため、図 5 より安定した最大出力に近い電力を系統側に供給可能であることがわかる。

4. まとめ

本論文では、AC 側出力を検出によるインバータ損失を考慮した MPPT 制御を提案した。さらに実験によりインバータの直流電圧指令値の増減方向が容易に決定できる事を実証することができた。(平成 10 年 3 月 23 日受付)

(Time : 5ms/DIV, Volt : 100V/DIV, Amp : 0.15A/DIV)

図 5 : インバータ出力の実測波形

Fig. 5. Experimental waveforms of inverter output.

文 献

- (1) 電気学会技術報告 第 551 号 新エネルギー用半導体電力変換技術の現状と動向 P8~20 1995 年 6 月
- (2) 成毛、他 : 「系統連系太陽光発電システムにおける AC 側出力検出による最大出力追従法」 平 8 年電気学会産業応用部門全大 T-40

成 毛 貴 史 (学生員) 1973 年 3 月 14 日生。1998 年

3 月工学院大学大学院工学研究科修士課程修了。主として太陽光発電システムの関する研究に従事。1998 年 4 月(株)富士通ゼネラル入社予定。

青 木 崇 (学生員) 1974 年 9 月 11 日生。1997 年

3 月工学院大学工学部電気工学科卒業。現在、同大学大学院工学研究科修士課程在学中。主として太陽光発電システムに関する研究に従事。

鷹 野 一 朗 (正員) 1959 年 9 月 11 日生。1989 年

工学院大学大学院工学研究科博士課程修了(電気工学専攻)。現在、工学院大学電気工学科助教授。工学博士。主として、イオンビームを用いた薄膜形成の研究に従事。応用物理学会、表面技術協会、電子情報通信学会会員。

澤 田 芳 夫 (正員) 1938 年 1 月 22 日生。1960 年

3 月東京大学電気工学科卒業。同年 4 月東京芝浦電気(株)(現(株)東芝)入社。同社重電技術研究所にて、パワーエレクトロニクス装置、回転機、超伝導などの研究開発に従事。1995 年 4 月より工学院大学電気工学科教授。工学博士。