

# デッドビート制御を用いた系統連系システムにおける極配置安定化に関する検証

◎ 渋谷貴之 伊東淳一 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

近年、太陽電池などの自然エネルギーを利用した電力給電システムにおいてデッドビート制御を用いた研究が行われている<sup>(1)</sup>。デッドビート制御では系統インダクタンスの変動により、不安定になることがある。デッドビート制御系におけるロバスト性に関する検討<sup>(2)</sup>は行われるが、不安定になった制御系を安定化する方法はあまり検討されていない。本論文ではインダクタに安定化ゲインを設けることで安定化できることを極配置とシミュレーションにより確認する。

## 2. 提案方法

図1に系統連系システムの構成を示す。インダクタ電流  $I_{L1}$  の微分値  $\dot{I}_o$  は(1)式のように求められる。

$$\dot{I}_o = \frac{di}{dt} = \frac{V_{inv} - V_c}{L_1} \dots\dots\dots (1)$$

これより  $\dot{I}_o$  がサンプリング点間で一定であるとする、 $I_{L1}(k+1)$  は(2)式のように表せる。

$$I_{L1}(k+1) = I_{L1}(k) + \dot{I}_o T = I_{L1}(k) + \frac{V_{inv} - V_c(k)}{L_1} T \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $T$  はサンプリング周期であり、 $I_{L1}(k+1)$  を  $I_{L1}^*$  とすると、インバータ指令値  $V_{inv}^*$  は(3)式のように表せる。

$$V_{inv}^* = K \frac{L_1}{T} \{I_{L1}^* - I_{L1}(k)\} + V_c(k) \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $K$  は安定化ゲインである。

次に安定化ゲインの効果について極配置から検討する。状態変数を  $I_{L1}$ 、 $V_c$ 、 $I_o$  とし、図1の状態方程式を求め、(3)式で求めた指令値  $V_{inv}^*$  を代入することで制御系全体の極配置を得られる。図2に  $K$  を1から0.1まで変動させたときの極配置を示す。 $K=0.5$  において完全に極が安定領域に移ることが確認できる。

## 3. シミュレーション結果

図3、図4に  $K=1$ 、 $K=0.5$  において、電流指令値 10A を与えたときのインダクタ電流  $I_{L1}$ 、コンデンサ電圧  $V_c$ 、出力電流  $I_o$  のシミュレーション波形を示す。ここで、系統電圧  $V_s$  は 100V、周波数 50Hz の正弦波とする。図3より、出力電流  $I_o$  とコンデンサ電圧  $V_c$  が発散しており、極配置の結果と一致する。一方、安定化ゲインを  $K=0.5$  に設定することで図4に示すように、制御を安定化できる。

図5に  $K$  を変動させたときの出力電流  $I_o$  の力率を示す。 $K$  を下げることで力率は低下するが、 $K=0.5$  での力率は 0.990 であり、力率は大きく低下しない。これらより、安定化ゲインを制御に組み込むことでデッドビート制御系を容易に安定化できることを確認した。

### 参考文献

- (1) 三枝, 横山, Vol.2009, No.1, 電気学会産業応用部門大会
- (2) 萩野, 藤本, 近藤, Vol.2004, No.4, 電気学会全国大会講演論文集

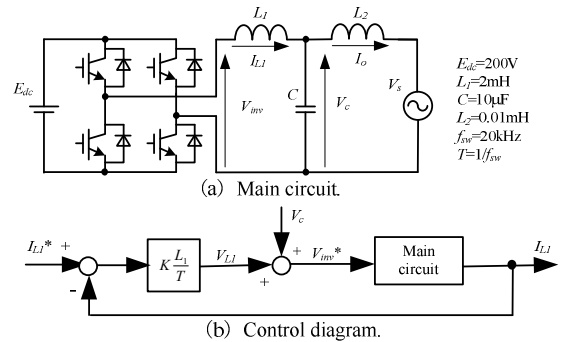


Fig.1. Grid connection system.

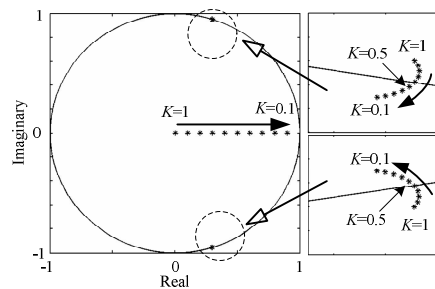


Fig.2. Pole assignment of system.

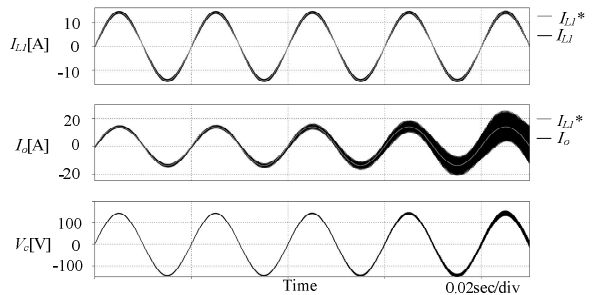


Fig.3. Simulation results ( $K=1$ ).

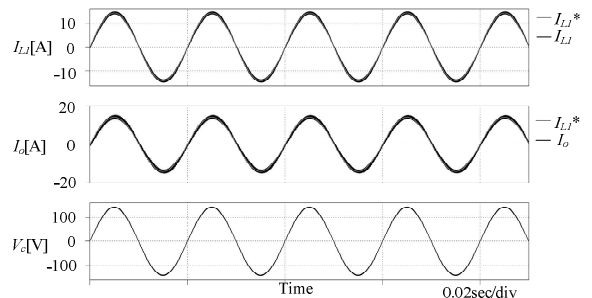


Fig.4. Simulation results ( $K=0.5$ ).

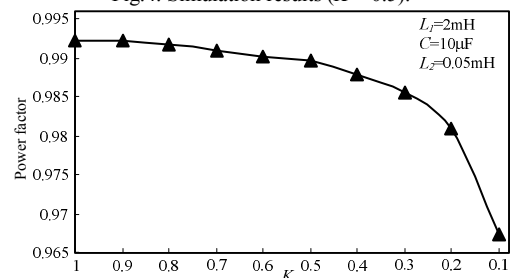


Fig.5. Power factor of  $I_o$ .