

非接触給電回路の相互インダクタンス推定方式の検討

折戸 巽・小山正人 (金沢工業大学)

1. はじめに

現在、非接触給電(WPT)回路はスマートフォンやICカードなどの製品に幅広く利用されている。今後は、FA(Factory Automation)や自動車分野への応用が期待されている<sup>[1]</sup>。これらの分野で活用するためには、送受電コイル間の距離が変化した場合でも高い給電効率を維持することが必要である。しかし、WPT回路の定数を用いて最大効率制御を行う場合、コイル間距離によって変化する相互インダクタンスを推定する必要がある。

そこで本稿では、WPT回路の相互インダクタンス推定方式の検討と実験検証を行う。

2. 対象とするWPT回路と等価回路

本研究で対象とするWPT回路の構成を図1に示す。WPT回路の1次側には交流電源、2次側には負荷抵抗が接続される。次に、図1の等価回路を図2に示す。ここで、 $v_1$ :1次電圧、 $i_1$ :1次電流、 $i_2$ :2次電流、 $L_1$ :1次側コイルの自己インダクタンス、 $L_2$ :2次側コイルの自己インダクタンス、 $M$ :相互インダクタンス、 $r_1$ :1次巻線抵抗、 $r_2$ :2次巻線抵抗、 $R$ :負荷抵抗である。

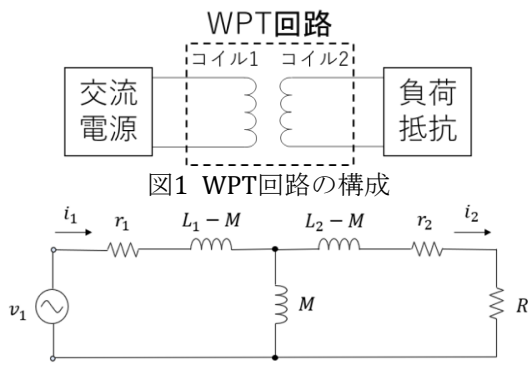


図2 WPT回路の等価回路

3. MRASを用いた相互インダクタンス推定方式

図2において、交流電源 $v_1$ の振幅と周波数、負荷抵抗 $R$ の値が一定とすると、相互インダクタンス $M$ の値が変化する。また、 $M$ が変化すると1次電流 $i_1$ が変化する。そこで、 $v_1$ と $i_1$ を用いて $M$ を推定する方式を検討した。この時、 $M$ 以外の回路定数( $r_1, r_2, L_1, L_2$ )は既知とする。 $M$ の推定には図3に示す規範モデル適応システム(MRAS)を適用した。図3において、規範モデルは図1に示す実際のWPT回路となる。数学モデルは、図2の等価回路から導出した状態方程式のブロック線図であり、 $v_1$ を入力、 $i_1$ を出力とする数式モデルである。適応機構は、規範モデルから出力された $i_1$ と数学モデルから出力された $i_1$ の推定値 $\hat{i}_1$ が一致するように、数学モデル中のパラメータを変化させ、 $M$ の推定値 $\hat{M}$ を求める。この時、 $M$ を推定するためには漏れ係数 $\sigma$ の推定が必要であるため、数学モデル中の $\sigma$ を変化させ、 $\hat{M}$ を求める。

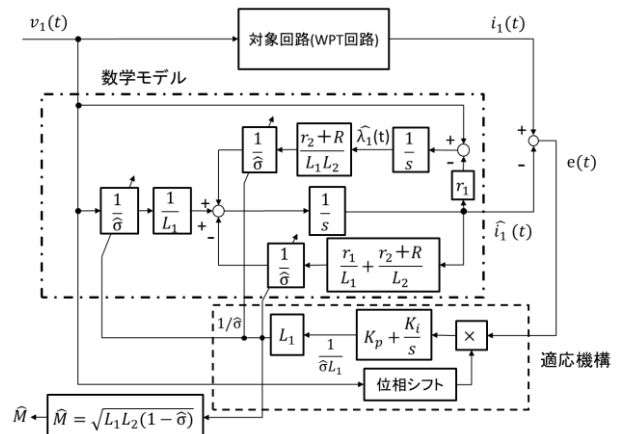


図3 MRASの設計

4. 相互インダクタンスの推定実験

実験装置の構成を図4に示す。四象限電源、WPT回路、負荷抵抗およびデジタルコントローラ(sBOX II)から構成される。交流電圧の振幅は6V、周波数は1kHz、 $R$ は $15\Omega$ とし、結合率 $k$ を変化させて実験を行った。実験結果を図5に示す。図5から、MRASを適用して $\hat{M}$ を推定できることが明らかとなった。

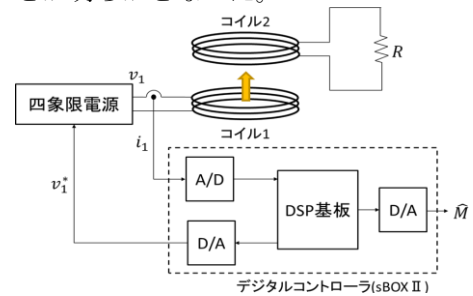


図4 実験装置の構成

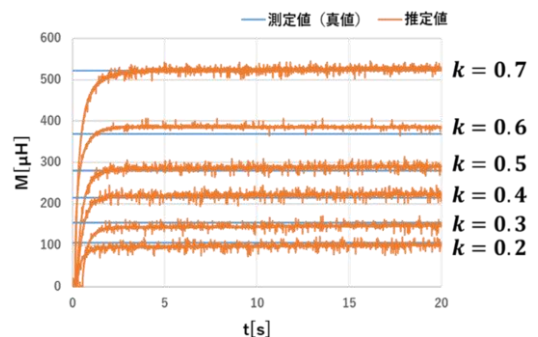


図5 実験結果

5. あとがき

WPT回路の $M$ 推定方式の検討と実験検証を行った結果、MRAS理論を応用することにより、WPT回路の $M$ は1次電圧と1次電流から推定可能であることが明らかとなった。

参考文献

[1] クライソン トロンナムチャイ他:「ワイヤレス給電技術入門」、日刊工業新聞社、pp10~14(2017)