

磁界共鳴方式を用いた複数端末への無線給電

C-15 Wireless Power Transfer to Multiple Terminals using Magnetic Resonance Method

保谷 駿介^{†1} 大島 友和^{†2} 居城 貴良^{†1} 柴田 随道^{†1†2}Shunsuke HOYA^{†1} Tomokazu OSHIMA^{†2} Takara IJIRO^{†1} Tsugumichi SHIBATA^{†1†2}^{†1} 東京都市大学 大学院総合理工学研究科 ^{†2} 東京都市大学 知識工学部^{†1} Graduate School of Integrative Science and Engineering, Tokyo City University^{†2} Faculty of Knowledge Engineering, Tokyo City University

1. はじめに

今後、各種センサーが身の周りに普及すると、保守、運用の観点から、無線による複数台の端末への同時電力供給手段が望まれるようになって考えられる。しかし、従来の代表的な無線給電技術である電磁誘導方式では、送電側と受電側の距離が近接している必要があり、離れた場所への給電ができない。そこで本研究では、距離が1~2m離れていても給電が可能な磁界共鳴方式^[1]を用いて複数台の端末へ給電を行うシステムの検討を行った。

2. 複数同時給電と時分割給電

SP-PS 構成磁界共鳴回路^[2]を用いて複数給電の可能性検証を行った。式(1)は、 $C_s + C_p$ を一定として $C_s : C_p$ の比を変化させることで結合係数の変化に対して最適負荷を一定にすることができる SP-PS 回路の特性式^{[2][3]}である。

$$R_L = r_2 \sqrt{1 + (kQ)^2} \left(\frac{C_s + C_p}{C_s} \right)^2 \quad (1)$$

本稿では、複数端末への給電において同時給電と時分割給電を比較する。ここでは簡単のため図1のように電源コイルと2つの端末コイルが一直線上に並ぶ配置を考える。受電側の2つのコイルは同じ形状のものとした。また時分割給電は、一方の受電側回路のスイッチをオフ(シミュレーションではオフ抵抗 100MΩ を挿入)することにより他方を選択し給電する。

3. シミュレーションによる比較

無線電力伝送の効率は幾つかの定義が利用されているが、ここでは式(2)による効率 η を用いた。

$$\eta \equiv \frac{P_L}{P_{in}} = \frac{V_S^2 / R_L}{E_S^2 / 4R_S} \quad (2)$$

この η は $R_S = R_L = 50\Omega$ とした時に二端子対伝送回路の $|S_{21}|^2$ に一致する。最適負荷を一定とすれば式(1)により使用するコンデンサ比が求まるが、本研究では寄生抵抗の値が違うため、送電側と受電側のコンデンサ比が異なっている。シミュレーションに用いた条件では $C_{s1} : C_{p1}$, $C_{s2} : C_{p2}$ ($C_{s3} : C_{p3}$) をそれぞれ 9:6, 11:4 とした。

シミュレーションでは、理論的な最大効率に近い値が出せる結合係数を採用した。即ち直線上で電源コイル L_1 からコイル L_2 までの距離を 11cm, コイル L_3 までの距離をその半分の 5.5cm として行った。この結果を図2に示す。青色の点線が同時給電時のそれぞれの端末への効率である。赤色の実線は L_3 側をオフにしたときの L_2 側への効率であり、黄色の実線が、 L_2 側をオフにしたときの L_3 側への効率である。

4. まとめ

本研究では、距離の離れた状態にある複数の端末への給電を実現するために、SP-PS 構成磁界共鳴回路を用い

て検討を行った。複数同時給電と受電側回路をスイッチで選択し給電する時分割給電を比較し、時分割給電の有効性を確認した。

表1 シミュレーション条件

電源電圧 V_{in}	1 [V]
共振周波数 f_0	785.5 [kHz]
負荷抵抗 R_L	50 [Ω]
コイル L_1	55.0 [μ H]
コイル L_2, L_3	54.5 [μ H]
コンデンサ $C_s + C_p$	0.75 [nF]
寄生抵抗 R_1	1.1 [Ω]
寄生抵抗 R_2, R_3	1.5 [Ω]

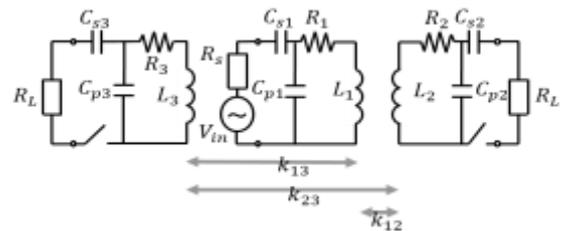


図1 シミュレーション回路図

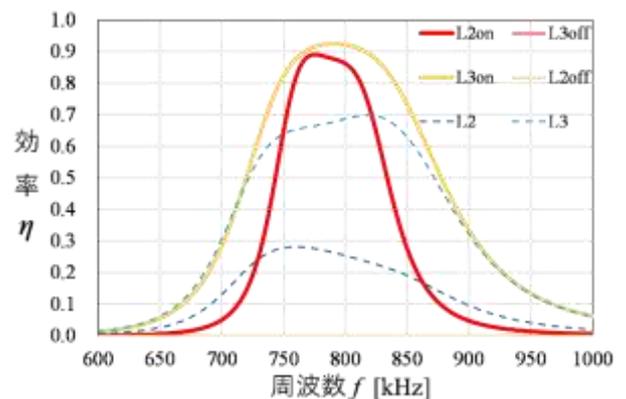


図2 シミュレーション結果

文献

- [1] A. Kurs, et al.: "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances," Science 317 (2007) 83 (DOI: 10.1126/science.1143254).
- [2] 居城, 保谷, 柴田: "SP-PS 構成磁界共鳴回路による無線電力伝送の効率最適化", 2019 信学総大, C-2-67, 東京, 2019.
- [3] 大平孝: "ワイヤレス結合の最新常識「kQ 積」をマスターしよう", グリーンエレクトロニクス, 19, pp.78-88, CQ 出版, 2017