

充電式心臓ペースメーカを想定した矩形波ワイヤレス電力伝送の検討

佐藤拓, 伊藤敦弥*, 加藤立太*, 嚮田拓也*
(仙台高専 電気システム工学科, *仙台高専 専攻科)

A Study of the Wireless Power Transmission Used Square Wave Supply For Rechargeable Cardiac Pacemaker
Taku Sato, Atsuya Ito*, Ryuta Kato* and Takuya Kutsuwada*

(Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Sendai College,

*Advanced Course Production System and Design Engineering, National Institute of Technology, Sendai College)

1. はじめに

徐脈性不整脈の治療として絶大な治療効果をもたらす臓ペースメーカは体内植込機器として有名であるが、電池消耗に伴って外科手術により本体ごと取り替える必要がある。そこで我々は電磁誘導によるワイヤレス給電を採用した電池交換不要のペースメーカを開発し、電池残量を体外から計測するシステムを提案している^[1]。本稿では新たな試みとして、交流波形として正弦波ではなく矩形波を用いた場合のワイヤレス電力伝送について考察したので報告する。

2. 実験方法

2.1 正弦波および矩形波でのワイヤレス電力伝送の比較

Fig.1の実験回路において、ファンクションジェネレータ(FG-281)により10kHzの正弦波、矩形波(duty比10-90%)を生成してアンプで増幅し、送電コイルへ印加する。そのときの伝送効率 η 、力率 λ_1 、受電電圧 V_2 、受電電力 P_2 を測定し比較する。また、同様の実験を1次および2次側共振コンデンサ C_1 、 C_2 有無の条件で行う。測定にはパワーアナライザ(PZ4000)を用いた。

2.2 RLC直列共振回路での挙動

矩形波を用いたワイヤレス電力伝送の挙動がワイヤレス給電に特有な現象であるかを確認するために、RLC直列共振回路を構成し、10kHz矩形波(Duty比10-90%)を印加した場合に各測定パラメータがどのような特性を示すかを確認する。実験装置は2.1と同じである。

3. 結果および考察

3.1 正弦波および矩形波でのワイヤレス電力伝送の比較

Fig.2に測定結果を示す。矩形波において効率はdutyによらずほぼ一定であり、力率 λ_1 と受電電圧 V_2 、受電電力 P_2 はDuty比50%を極大としてそこから離れるにつれ減少する特徴的な傾向が確認された。

共振コンデンサ有無でのワイヤレス給電において、 C_1 の有無により伝送特性が大きく異なることが分かった。 C_1 有ではFig.2と同様の傾向を示すが、 C_2 無しではDutyを変えても受電電力は一定のままであった。

矩形波で電力伝送が可能であった理由として、矩形波はフーリエ級数展開することで様々な正弦波の重ね合わせで再現できるため、電気回路においても正弦波電圧の重ね合わせが成立したと考えられる。

$$f(\theta) = \frac{4}{\pi} \left(\sin\theta + \frac{1}{3}\sin3\theta + \frac{1}{5}\sin5\theta + \dots \right) \quad (1)$$

(1)式はduty50の矩形波をフーリエ級数展開したものであるが、各高調波成分による受電電力を見積もると、

全受電電力に対して約4%しか占めていないことが分かった。これはすなわち、高調波の影響が限りなく小さく、基本波でのワイヤレス電力伝送と同等の電力が伝送されたものと考察できる。

3.2 RLC直列共振回路での挙動

RLC直列共振回路に矩形波(Duty比10-90%)を印加した結果、Duty比によらず効率は常に一定で、受電電力と1次力率はDuty比によって変化することが分かり、ワイヤレス電力伝送回路での伝送特性と類似した傾向を示した。この結果より、Fig.2の特性はワイヤレス電力伝送に特有なものではなく、RLC共振系に見られる興味深い特性であることが確認された。

謝辞 本研究はJSPS科研費26350687の助成を受けたものである。

参考文献

[1] T. Sato, F. Sato, H. Matsuki, T. Sato, J. Magn. Soc. Jpn., Vol.32, No.1, pp29-35, 2008

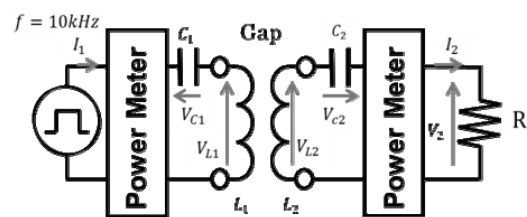


Fig.1 Experiment circuit.

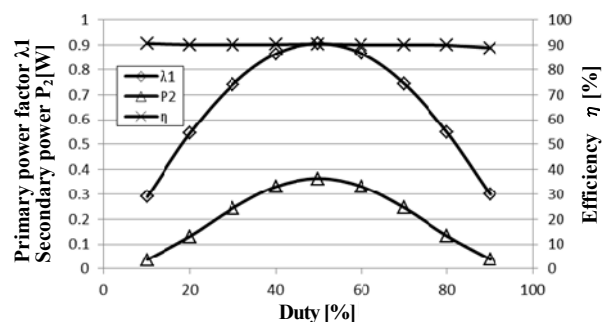


Fig.2 Electrical parameters of wireless power transmission used sine wave supply or square one.