

1. Modeling and Optimization of Two-Layer PCB Resonators in Wireless Power Transfer Systems for 110 kV Power Grid Online Monitoring Equipment

為了延伸無線電能傳輸的距離，本項目採用了諧振片的技術，將本來在 100mm 以下的傳輸距離，經過數片中間諧振片延伸到 1000mm 以上。本研究項目採用了特別的優化方法，把效率提升了四倍以上。這技術應用在高壓電塔，可以從輸電線透過絕緣子內藏諧振片獲取電能，以供應電塔安裝在偏遠地方的監察儀器所用，並符合高壓絕緣的要求。

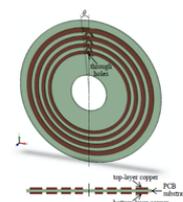
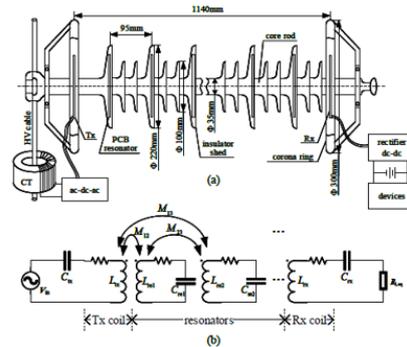


Fig. 2. Three-dimensional view and cross-sectional view of a two-layer PCB resonator.

Yaoran Fang, Jialong Qu, Bryan Man Hay Pong, Chi Kwan Lee, Ron Shu Yuen Hui, "Quasistatic Modeling and Optimization of Two-Layer PCB Resonators in Wireless Power Transfer Systems for 110 kV Power Grid Online Monitoring Equipment", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Feb 2022, Volume: 69, Issue: 2, Page(s): 1400-1410, Print ISSN: 0278-0046, Online ISSN: 1557-9948 Digital Object Identifier: 10.1109/TIE.2021.3060659

2. A Multiphysics Design and Optimisation method for Planar air coil transformer design

在薄膜上印刷線圈並組合成變壓器是十分吸引，可把變壓器的厚度降到 1mm 以下。配合無鐵芯設計整個變壓器並可以屈曲。但有關設計必須精準，既要配合高頻，又要保持效率。本研究項目探討合物理優化方法，使變壓器既能適應 LLC 電路參數要求，又可直接獲取實際佈線方案。

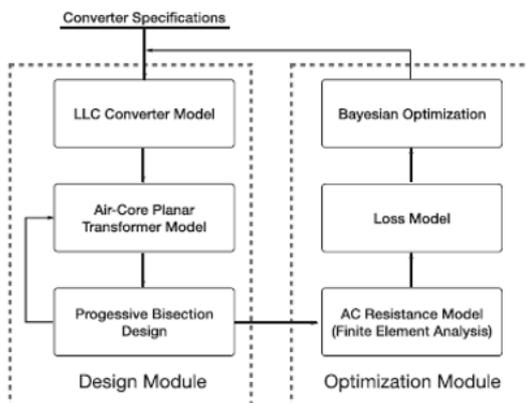


Fig. 1. Framework of the multiphysics optimal design method.

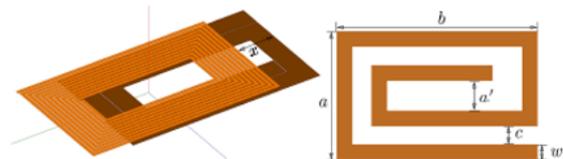


Fig. 4. Structure of a rectangular air-core planar transformer.

Kwun Yuan Godwin Ho ; Yaoran Fang ; Bryan M. H. Pong, "A Multiphysics Design and Optimization Method for Air-Core Planar Transformers in High-Frequency LLC Resonant Converters" IEEE Transactions on Industrial Electronics, Feb 2020, Vol 67, Issue 2, pp 1605-1614,

3. Multiple Harmonics Analysis (MHA) Method for Wireless Power Transfer

為了簡化無線電能傳輸(WPT)的諧振電路設計，一般都是採用第一諧波分析方法(FHA)。但當占空比(duty cycle)不是50%比50%的時候，這個簡單的方法出現明顯的誤差。這項研究提出了新的多諧波分析方法(MHA)，能夠準確計算出諧振點與及軟開關的領域，並發展了有關設計軟件方便使用。

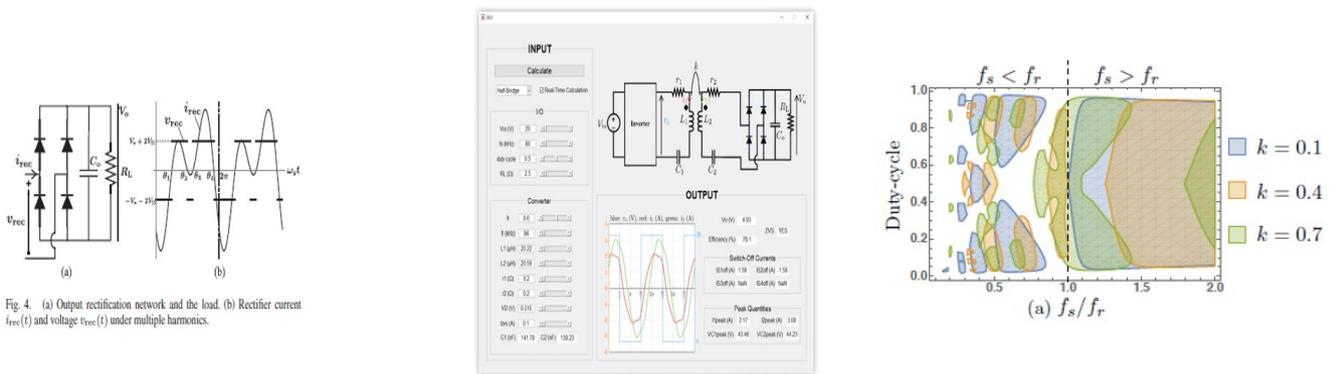


Fig. 4. (a) Output rectification network and the load. (b) Rectifier current $i_{rec}(t)$ and voltage $v_{rec}(t)$ under multiple harmonics.

Yaoran Fang ; Bryan M.H. Pong ; Ron Hui, "An Enhanced Multiple Harmonics Analysis Method for Wireless Power Transfer Systems", IEEE Transactions on Power Electronics, (Early Access Jun 2019) Issue Date: Feb 2020, Volume: 35, Issue:2, Page(s): 1205-1216, Print ISSN: 0885-8993, Online ISSN: 1941-0107, DOI: 10.1109/TPEL.2019.2925050

4. Integrated Resonant Capacitance for LLC power converter planar transformer

LLC 電源變換器是常用的電路，因為效率高，在計算機電源應用尤為普遍。但是其中的變壓器需要有準確的漏感，亦要配合外置諧振電容，一般的繞線變壓器難免一致性不高，以致電源品質參差。本研究項目提出融合式電容概念，採用扁平變壓器，利用印刷線路層與層之間的電容作為諧振電容。不單可以提高變壓器參數的一致性，亦可減免外置諧振電容，適合薄身的數據中心計算機插板電源使用。

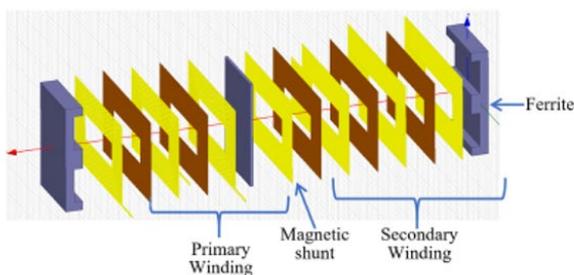


Fig. 1. Proposed transformer with integrated series capacitance.

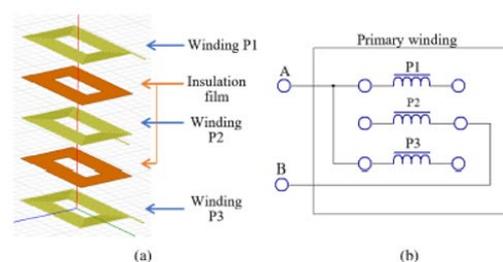
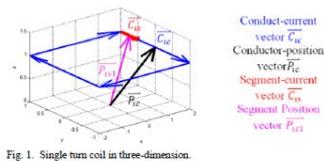


Fig. 2. Three-layer primary winding. (a) Primary winding structure. (b) Primary winding connection.

Kwun Yuan Godwin Ho ; Bryan M.H. Pong, "Multilayer Flexible Printed Circuitry Planar Transformer with Integrated Series Capacitance for LLC Converter", IEEE Transactions on Power Electronics, Nov 2019 , Vol 34, Issue 1111139-11152, ISSN: 0885-8993 Online ISSN: 1941-0107 DOI: 10.1109/TPEL.2019.2896909

5. Bendable Transformer for LLC converter

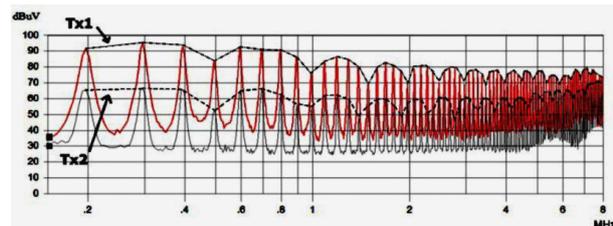
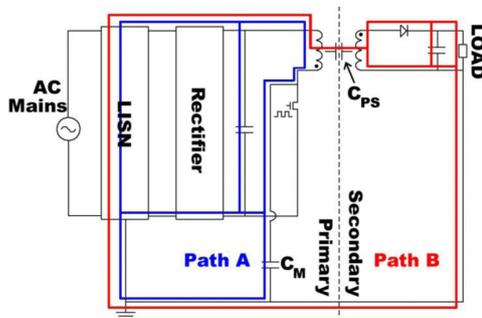
一般的電源都是硬方塊。如果電源可被屈曲，就可創出新的用途，例如電源可以依附在管狀物體，或者作為穿戴式產品使用。為了達到這個目的，本研究項目利用 GaN 器件高頻運作把電源變壓器鐵芯替換成空氣芯，線圈印刷在薄膜上。此外為了應付屈曲後的參數變化，提出了可以改變形狀的三維變壓器模型。實驗做出的電源效果理想，可供一般 USB 產品使用。



Godwin Kwun Yuan Ho, Cheng Zhang, Bryan M.H. Pong and Ron S.Y. Hui “Modeling and Analysis of the Bendable Transformer”, IEEE Trans on Power Electronics. September, 2016, Vol. 31, Issue 9, pp.6450-6460.

6. Common-Mode Noise Cancellation by an Antiphase Winding in Multilayer Isolated Planar Transformer

在減低電源電磁波干擾的領域，共模噪訊是比較麻煩的問題。因為干擾電流可以透過任何寄生電容，通過隱蔽的途徑繞過濾波器而產生幹擾。本研究項目針對共模噪訊大部份是由於變壓器初級與次級線圈之間的大幅電壓波動所引致。因此提出了一個新的概念，在變壓器加入一個反相線圈，從而抵銷初級變壓器線圈的電壓波動。應用在平面變壓器，實驗結果非常理想，無需增加濾波元件，整體噪訊下降 20db。



Y. P. Chan, N. K. Poon, C. P. Liu, M. H. Pong, “Common-Mode Noise Cancellation by an Antiphase Winding in Multilayer Isolated Planar Transformer”, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, Vol. 56, No.1, February 2014 pages 67 to 73.

7. Active EMI Noise Cancellation

一般減低電源電磁波干擾的策略是採用濾波器,但是濾波器體積龐大,並會增加電源的損耗。本研究項目提出一個新的思維,採用有源電路,直接產生與噪訊相反的電壓波型,從而抵消噪訊。技術應用在計算機電源,效果十分理想。此外在這項技術的基礎上,並研發出應用 IC 元件。

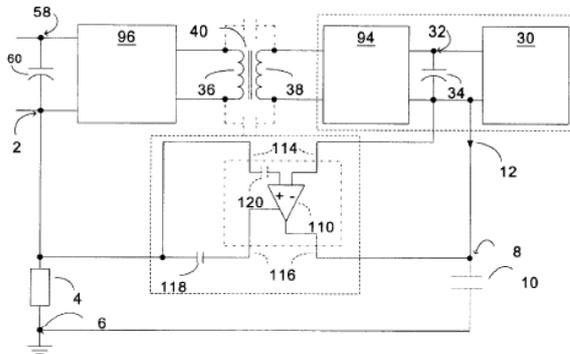
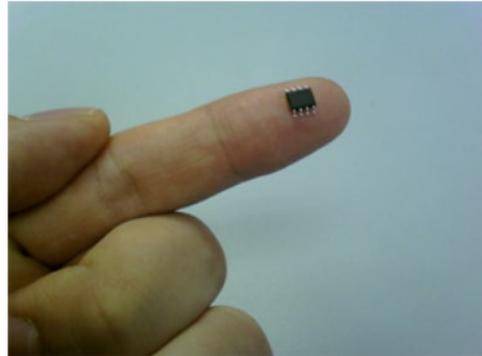


FIGURE 12



C.P. Liu, N.K. Poon, M.H. Pong, US patent on "Apparatus for Noise Current Reduction in Power Converters" patent number 6,490,181 3 Dec 2002.

8. Active Diode – Current Driven Synchronous Rectifier

同步整流是電源不可或缺的一項技術,原因是電源輸出端的二極管損耗甚大,必須由低損耗的 MOS 器件取代。但是問題在於驅動器件的信號必需要與電源開關同步,不同的電源拓撲就需要不同的電路,沒有一致性,增加生產成本。本項目提出一個有緣二極管方案,開發出電流驅動同步整流技術,無需探測電源開關以作同步。並可以做成獨立元件,直接取代一般的二極管。實驗效果理想,能夠廣泛利用道不同的電源拓撲。

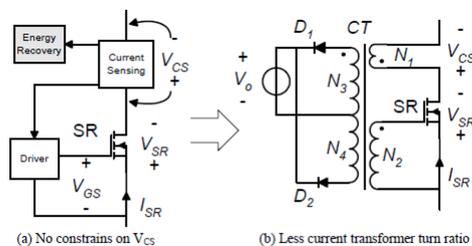
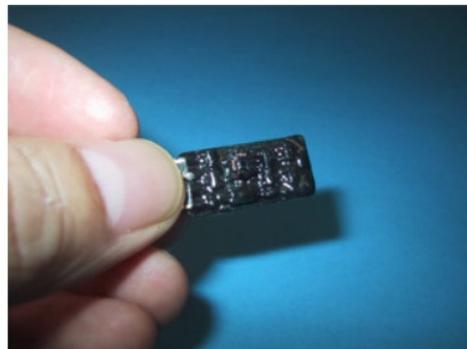


Fig.2 Proposed current-driven synchronous rectifier: (a) block diagram (b) implementation



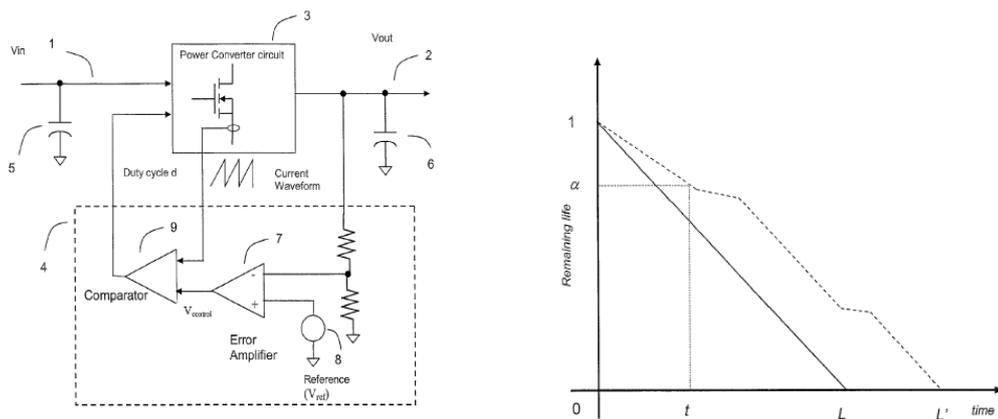
Xuefei Xie, Joe Chui Pong Liu, Franki Ngai Kit Poon, M. H. Pong "A Novel High Frequency Current-Driven Synchronous Rectifier Applicable To Most Switching Topologies", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 16, Issue 5, September 2001, pp.635-648.

N.K. Poon, C.P. Liu, M.H. Pong, US patent on "Current driven synchronous rectifier with

energy recovery using hysteresis driver”, patent number 6,597,587, 22 July 2003.

9. Power Converter Remaining Life Estimation

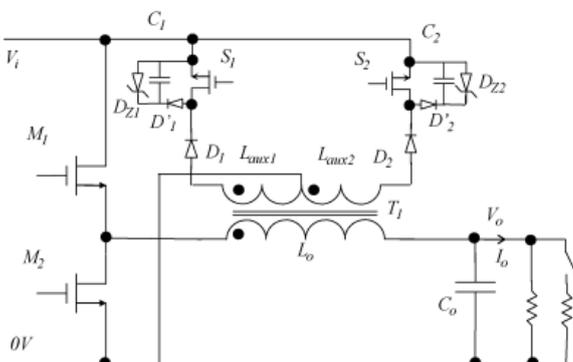
電源是電子產品的關鍵性零部件, 它的壽命估算十分重要。尤其是在計算機及通訊設備電源, 如果產品在運作期間電源發生未預計的壽命終結或故障, 會帶來巨大損失。本研究項目提出一個估算電源壽命的新方法。工作原理在於採樣開關電流波形, 如果任何元件發生老化, 或者參數因衰老而發生變化, 都會直接顯示在電源波形上面。基於這個原理電源內部設有器件採集電源波形的大數據, 可以持續分析評估算電源餘下的壽命, 以便及時安排維修或更換, 避免突然故障。



H.M. Pang, Bryan M.H. Pong, “Power converter remaining life estimation”, U. S. Patent 8412486 B2, 2 April 2013

10.A Single Phase Voltage Regulator Module (VRM) with Stepping Inductance

VRM 是 DC/DC 電源, 普遍應用在需要快速瞬間負載轉變的計算機 CPU 負載。一般的 VRM 是採用數個 buck 轉換器並聯在一起。本研究項目提出一個單相 VRM 快速電源, 其特別之處在於輸出電感耦合到輸入電源, 在快速瞬間轉換時提供嵌位電源, 以達致快速反應的效果。



Dylan D.C. Lu, Joe C.P. Liu, Franki N.K. Poon, Bryan M.H. Pong 'A Single Phase Voltage Regulator Module (VRM) with Stepping Inductance for Fast Transient Response,' IEEE Transaction on Power Electronics, March 2007, Vol 22, No. 2 pp.417-424.