

新型高效率電力轉換器之研製=design of a novel high efficiency power converter

曾國境、鍾翼能

E-mail: 8804790@mail.dyu.edu.tw

摘要

近幾年電力電子技術之發展相當快速，主要的原因是電子零組件之相關應用材料不斷地革新改良，如高頻變壓器所使用之錳-鋅鐵芯 (Manganese - Zinc ferrite)、鎳合金 (nickel、iron and molybdenum) 製造之MPP (Molybdenum permalloy Powder) cores在電感器 (choke) 上作為儲能材料的應用、陶瓷材料作為電路基板使用兼具散熱的功能，以及半導體電力切換元件，如電力用金屬氧化半導體之場效應電晶體POWER MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field — Effect — Transistor)、高輸入阻抗且為電壓驅動方式之絕緣式閘極雙極性電晶體 (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)、注入加強閘極電晶體 (Injection Enhanced Gate Transistor, IEGT)、快速回復二極體 (Fast Recovery Diode, FRD) 之普遍應用，以及迴路控制用之脈波調制 (PWM) 積體電路 (IC) 等之同步研究開發，並且大量生產，價格合理化，使電力轉換器能在最近幾年蓬勃發展。而就其階段性的變化觀之，不同之電力轉換器產品類別，在處理電力能量轉換的過程與方法，均有不同之考量與設計。在實際電路設計與技術的應用上，也有相當大之差異。本論文主旨在將目前廣泛被應用之電力轉換器，在各種不同架構下，比較其各項優缺點，再就各種常用之電路架構，加以比較並且重新設計改良，以提高能量轉換效率，期能減少電力能源之浪費。同時也兼顧抑制各項雜訊干擾源的產生，目的是以學術專業研究，探討最佳的電路設計方法，而且實際不斷實驗及配合電腦輔助模擬軟體，加以驗證、修改。這期間不但要滿足電路之電氣特性穩定，更要求使用元件最少，以直接反應未來商業化之成本考量。同時，電路之可靠度 (Reliability) 及MTBF (Mean — time — between — failure) 也必須能相對提高。如此之電路架構改良設計，才能符合未來電力環保新的要求標準，並且達到能源節約之最終目標。

關鍵詞：電力用金屬氧化半導體之場效應電晶體

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
.....iv 中文摘要.....	v
.....vii 誌謝.....	viii
.....viii 目錄.....	ix
圖目錄.....	xiii
第一章 電力轉換器.....	1
1.0 簡介.....	1
1.1 電力電子之發展.....	1
1.2 線性穩壓器 (Linear Regulators).....	2
1.3 切換式穩壓器 (Switching Regulators).....	2
1.4 軟性切換式穩壓器 (Soft - Switching Power Regulators).....	3
1.5 共振式電力轉換器 (Resonant Converter).....	3
1.6 電力轉換之原理 (Principle of Power Conversion).....	5
第二章 電力轉換器架構 (Topologies of Power Converter).....	6
2.0 簡介.....	6
2.1 順向式轉換器 (Forward Converter).....	6
2.2 降壓式轉換器 [Buck (step - down) Converter].....	7
2.3 返馳式轉換器 (Flyback Converter).....	7
2.4 昇壓式轉換器 [Boost (step - up) Converter].....	8
2.5 推挽式轉換器 (Push - Pull Converter).....	9
2.6 半橋式轉換器 (Half Bridge Converter).....	10
2.7 全橋式轉換器 (Full Bridge Converter).....	11
2.8a Cuk Converter.....	12
2.8b SEPIC Converter.....	13
2.9 共振式轉換器 (Resonant Type Converter).....	14
2.10 電力轉換器的應用 (Applications of Power Converters).....	16
第三章 元件特性與設計.....	17
3.1.0 電力轉換器主要元件特性.....	17
3.1.1 金屬氧化物半導體場效應電晶體 (MOSFET).....	17
3.1.2 絕緣式閘極雙極性電晶體 (IGBT).....	19
3.1.3 注入加強閘極電晶體 (IEGT).....	20
3.1.4 蕭特基二極體 (Schottky Diodes).....	20
3.1.5 快速回復二極體 (Fast — Recovery Diodes).....	20
3.1.6 高頻變壓器 (Power Transformer).....	20
3.1.7 電感器 (Power Inductor).....	21
3.1.8 脈波寬度調制控制之積體電路 (PWM IC).....	22
3.2.0 元件之應用與參數設計.....	22
3.2.1 電感器之感量設計法.....	22
3.2.2 高頻變壓器的實際應用.....	27
3.2.3 功率MOSFET 及IGBT之驅動與保護電路設計.....	28
第四章 電力轉換器之特性分析.....	31
4.1 傳統式交流變直流的電力轉換器 (AC / DC Power Converter).....	31
4.2 具高功率因素修正 (High Power Factor Correction) 之交流變直流 (AC / DC)的電力轉換器.....	32
4.3 切換式之直流對直流電力轉換器 (Switched DC/DC Power Converter).....	34
4.4 輸出為方波.....	34

(modified sine wave)之直流變交流逆流器 (Inverter).....	35
sine wave) 之直流變交流逆流器 (Inverter).....	37
之電路設計.....	39
5.1 具絕緣之高功因高效率電路研製動機.....	39
5.2 具絕緣之高功因高效率電路設計 (Design of Isolated type Power Factor Control circuit)...40	5.3
5.3 改良設計隔離式高功因高效率電路.....	49
5.4 高效率之DC/DC電力轉換器電路設計.....	49
第六章 高效率電力轉換器之實驗與量測.....	53
6.1 絕緣型功因修正電路之量測結果.....	53
6.2 高效率DC/DC電力轉換器電路之量測結果.....	61
第七章 實驗結果分析檢討.....	66
第八章 結論.....	72
參考文獻.....	74

參考文獻

- [1]. Jon Cronk, " Power Conversion in Line - Powered Equipment, " Application Note 1061 National Semiconductor, October 1996. AN-1061
- [2]. Ralph E. Locher, " Introduction to Power Supplies, " Application Note 556, National Semiconductor, November 1988. AN-556 [3]. Ralph E. Locher, " Optimizing the Ultra-fast POWER planarTM Rectifier Diode for Switching Power Supplies, " Application Note 557, National Semiconductor, January 1989. AN-557 [4]. LM2524D / LM3524D Regulating Pulse Width Modulator, National Semiconductor, January 1995
- [5]. 張鴻林, 最新交換式電源技術手冊, 全華科技圖書股份有限公司, 1996 [6]. 江炫樟, 電力電子學, 全華科技圖書股份有限公司, 1997 [7]. Ralph E. Tarter, " Principles of Solid — State Power Conversion, " Howard W. Sams & Co., Inc.
- [8]. K. Kit Sum, " Switch Mode Power Conversion BASIC THEORY AND DESIGN, " MARCEL DEKKER, INC.
- [9]. W W W.irf.com.
- [10]. Eugene R. Hnatek, " DESIGN OF SOLID STATE POWER SUPPLIES, " VAN NOSTRAND REIN - HOLD ----- New York.
- [11]. Ionel Dan Jitaru, " HIGH EFFICIENCY DC-DC CONVERTER, " POWER CONVERSION JUNE1994 PROCEEDINGS, pp.109 -116.
- [12]. 黃文良、趙世文、王志浩、藍崇榮, 電子變壓器及電路 全華科技圖書股份有限公司, 1997 [13]. 葉瑞鑫, 開關式直流對直流電源轉換器應用, 全華科技圖書股份有限公司, 1995 [14]. Marty Brown, " Practical Switching Power Supply Design, " ACADEMIC PRESS, INC.
- [15]. Cyril W. Lander, " Power Electronics, " Third Edition McGRAW — HILL BOOK COMPANY.
- [16]. 梁適安 譯 GEORGE C. CHRYSIS 著, 高頻交換式電源 供應器原理與設計, 第二版 美商麥格羅 . 希爾國際股份有限公司, 電子工程系列叢書, 總代理: 全華科技圖書股份有限公司, 1998 [17]. www. Teslaco.com / inverter.htm, 1996 TESLAcO — All Rights Reserved.
- [18]. Jack Palczynski, " Versatile Low Power SEPIC Converter Accepts Wide Input Voltage Range, " Design Note DN-48 UNITRODE Product and Application Guide, 1996 [19]. 吳財福、余德鴻, 電子安定器綜論, 全華科技圖書股份有限公司, 1995 [20]. 電子技術ELECTRONIC ENGINEERING , 日刊工業新聞社, Vol.40 No.5, 1998年4月號 [21]. 細利一, " Power Inductor 之最適設計法 " , pp. 529-535, CQ 出版社, Feb. 1989 [22]. TOKIN, FERRITE CORES FOR SWITCHING POWER SUPPLIES, DATA BOOK [23]. Panasonic Transformers Electronic Components ' 89 CATALOGUE, Matsushita Electronic Components Co., Ltd.
- [24]. 戶川治朗, 實用電源回路設計, CQ出版社。
- [25]. Ralph Locher, " Introduction to Power MOSFETs and Their Applications, " National Semiconductor Application Note 558, December 1988, AN-558 [26]. Claudio de Sa e Silva, " POWER FACTOR CORRECTION WITH THE UC3854, " Application Note, UNITRODE.
- [27]. 鍾翼能、曾國境, " 切換式電源電路之量測技術 " , 電力電子 技術雙月刊 NO 47, pp.37~p47, 1998年10月號。
- [28]. 鍾翼能、黃信凱、曾國境、洪正瑞, " 功率因數修正技術應用於切換式電源轉換器 " , 中華民國第十九屆電力工程研討會, POWER ' 98, pp.121~p125 , Nov, 1998.
- [29]. E.X. Yang, Y.M. Jiang, G.C. Hua, F.C. Lee " Isolated Boost Circuit for Power Factor Correction, " pp.97~p102.
- [30]. W W W . unitrode .com / products / pfc / ucc3857. Htm [31]. John Bazinet, and Dhaval Dalal, " Monolithic Controller for Single Stage Power Factor Correction with Isolation and Soft-Switching, " UNITRODE.
- [32]. W W W . mot-sps.com/ppd/html/syncrecsg.pdf .
- [33]. W W W . mot-sps-com/cgi-bin/get?/books/apnotes/pdf/ an1547*.pdf .
- [34]. W W W . unitrode .com / products/powsup/uc3874.dpf [35]. 鍾翼能、曾國境、孫育義, " 三階段充電系統之研製 " , 中華民國第十九屆電力工程研討會, pp.115-120, Nov, 1998.
- [36]. UNITRODE, Applications handbook, IC# 1051 / 1997