

DI5-047

Single-inductor Multiple-output DC-DC Converter for Realizing High-efficiency and Small-size Tablet Supply System

利用單電感多輸出直流—直流轉換器實現之高效率及小體積平板供電系統



隊名 文傑才是老大
隊長 蘇以萍 / 交通大學電機工程研究所
隊員 林群賀 / 交通大學電機工程研究所
 鄭文傑 / 交通大學電機工程研究所
 楊文豪 / 交通大學電機工程學系

作品摘要

近年來，可攜式電子產品縮小化之趨勢仍在持續發展，並致力於延長電池的使用時間。因此，體積小且高效能的電源管理產品成為設計電源管理晶片的重要因素之一，這使得單電感多輸出 (Single-inductor multiple-output, SIMO) 之對直流轉換器被廣泛的應用於可攜式電子產品中，例如：手機、平板電腦等等的電子產品。

而傳統的單電感多輸出降壓轉換器，對於輸出電壓範圍較廣的應用中，往往很難達到高效率，像是平板電腦內部子系統所需要的 1.2V 到 3.3 伏特，如圖一所示。這是因為傳統的控制方式會使單電感多輸出轉換器在較高或是較低的輸出電壓下，有非常差的轉換效率。如圖二所示，當轉換器使用 N-MOSFET 時，在較高的輸出電壓下會有較差的電源轉換效率；而使用 P-MOSFET 時則相反。這是因為傳統的單電感多輸出轉換器是用固定的閘極驅動電壓來驅動連接輸出之開關，而在輸出電壓較高或較低的情況下，會產生較大的開關導通電阻，進而造成電源轉換效率之衰減。

本次作品提出了一個與輸出電壓無關的閘極驅動 (OIGD) 控制技術，此技術使連接至單電感多輸出轉換器輸出端之開關，能夠在任何輸出電壓範圍下，皆保持最大的閘極驅動電壓，使開關導通電阻最小化，進而達成高效率電源轉換之目的。

因此，本次作品對於平板電腦之 1.2 至 3.3 伏特輸出電壓的應用下，將電源轉換效率提高至 90%，相對於傳統單電感多輸出轉換器架構的轉換效率，有大幅度的改善。

如圖三所示，傳統平板電腦的電源供應方案是由四組降壓轉換器分別提供四組電壓來供給系統內部電路所需，這意味著需要使用大量的面積來做電源管理晶片的擺置，分別顯示於圖三中的藍色框框，若使用單電感多輸出轉換器，如圖三中紅色框框部分，則可有效的縮減電源管理晶片於平板電腦中所佔的面積比，且同時維持高效率之要求。



圖 1 / 利用單電感多輸出轉換器之平板電腦供電系統

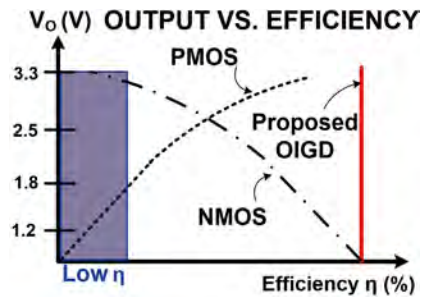


圖 2 / 輸出電壓 - 效率比較圖

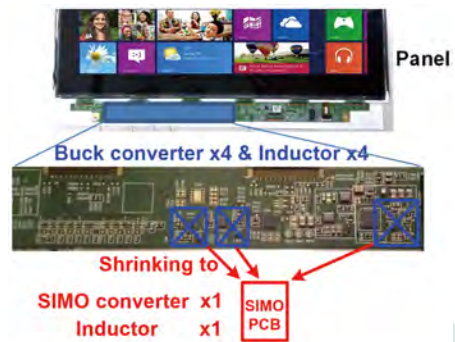


圖 3 / 預計完成之平板供電系統



指導教授 陳科宏 / 交通大學電機與控制工程研究所

臺灣大學電機工程學系博士。2000年進入信億科技擔任專案經理，2003年進入擔任裕邦科技研發部經理，2004年起進入交通大學任教，並於2011年起擔任交通大學電機工程學系教授一職。分別於2011年及2012年擔任IEEE電力電子領域(Power Electronics, PE)及電路與系統領域(Circuits and Systems II, CAS II)期刊之副主編。現職交通大學電機工程學系教授兼電機與控制工程研究所所長。

研究領域

電源管理 IC 設計、類比積體電路設計、低功率電路設計、混合訊號電路設計。

Abstract

Recently, the area of portable electronics minimization is keep developing. How to prolong the usage time of portable electronics are important issues as well. Therefore, small volume and high efficiency power management unit are highly desirable, which results in commonly adoption of single-inductor multiple-output (SIMO) DC-DC converters in portable electronics applications, such as mobile phones, tablets et al.

High power efficiency is difficult to achieve in conventional SIMO converters for wide-output voltage range applications. For example, the sub-blocks in commercial tablets requires the supplying voltage ranging from 1.2V to 3.3V as shown in Fig. 1. When SIMO converters provide relative large or low output voltages, poor efficiency performs in conventional SIMO converters. As illustrated in Fig. 2, low efficiency happens in the adoption of N-MOSFET with high output voltage, while low efficiency happens in the adoption of P-MOSFET with low output voltage. This is because fixed gate driving voltage is adopts in either P-MOSFET or N-MOSFET conventionally. With relative high or low output voltage, small gate-to-source driving voltage results in large turn-on resistance and thus deteriorates power efficiency.

This work presents an output independent gate drive (OIGD) control technique. During wide output voltage ranges, constant and maximum gate-to-source driving voltage can be maintained. Therefore, low turn-on resistance and high power efficiency can be achieved to prolong the usage time of tablets.

For the commercial tablet which requires supplying voltages ranging from 1.2V to 3.3V, peak efficiency is high to 90%. Comparing to conventional SIMO converters, efficiency performance is greatly improved.

As shown in Fig. 3, the commercial tablet requires four supplying voltages for internal circuit blocks, which requires four buck converters and four external inductors and results in large PCB area in conventional power solution. With the proposed SIMO converter, only one chip and one external inductor are required.

PCB area minimization and high power efficiency can be achieved simultaneously.



Fig.1 / Demonstration Tablet System

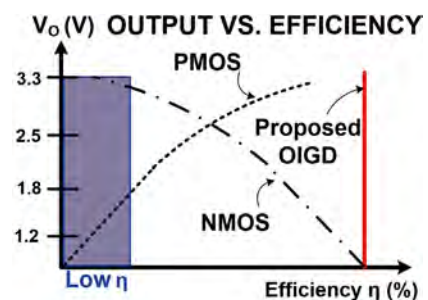


Fig.2 / Efficiency improvement with output-independent gate drive (OIGD) control



Fig.3 / Test board and system setup