

綠能直流電源供應器電路設計與實作

Design and Implementation of DC Power Supply Circuit for Renewable Energy

陳譽¹ 王彥凱¹ 邱偉嘉¹ 周信言¹ 丁仲韋¹ 潘敏政^{2*}

Yu Chen¹ Yan-Kai Wang¹ Wei-Jia Qiu¹ Sin-Yan Chao¹ Jhong-Wei Ding¹
Min-Cheng Pan^{2*}

¹東南科技大學 電子工程系 學生 Department of Electronic Engineering

²東南科技大學 電子工程系 教授 Department of Electronic Engineering,, m2pan@mail.tnu.edu.tw

摘 要

本文說明綠能直流電源供應器相關研究，電源供應器包括輸入埠、穩壓電路、電池、低壓顯示電路、輸出穩壓電路以及輸出埠。其中輸入穩壓電路經由輸入埠接收外部電力並加以降壓。電池儲存經過輸入穩壓電路降壓後的電力。低壓顯示電路並聯於電池，當電池內的電力低於一預設的電壓值時，低壓指示燈亮起。輸出穩壓電路並聯於電池以及輸出埠之間，將電池的輸出電力改變至所需的電壓，然後由輸出埠輸出。

關鍵詞：綠能直流電源供應器、穩壓電路、低壓顯示電路。

ABSTRACT

Renewable energy DC power supply includes an input port, an input voltage regulator circuit, a battery, a low-voltage display circuit, an output voltage regulator circuit, and an output port. The input voltage circuit via the input port receiving external power and the regulator circuit reducing to a required voltage is to save energy into the battery. Low display circuit coupled with the battery includes an indicator and when the battery power is lower than a pre-defined voltage value, the indicator light is switched on. Output voltage regulator circuit is coupled between the battery and the output port, the output power of the battery voltage to the required change, then the output from the output port.

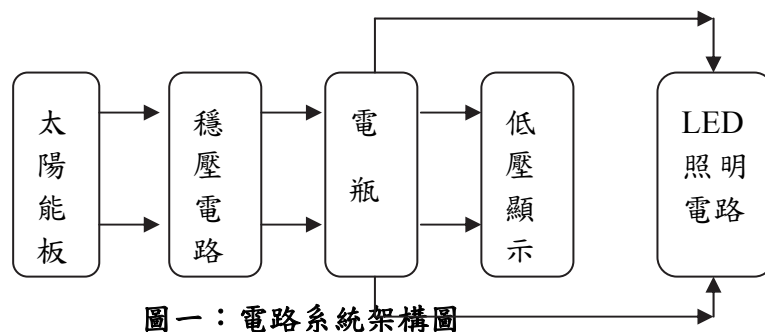
Keywords: DC Power Supply for Renewable Energy, Voltage Regulator, Circuit of Low-voltage Display.

壹、前言

傳統的供電模式是由發電廠提供電力，並藉由固定纜線將電力傳輸至家庭進行供電，有鑑於石油危機問題日漸嚴重，再加上油價居高不下。世界各國無不盡全力的開發各種新能源。此外，全球溫室效應影響日益嚴重，如何減少二氧化碳的排放量是各國極為重視的問題，因此綠能的相關產業開始蓬勃發展。廣義來說只要不會造成環境污染的能源就算是所謂的綠色能源，例如太陽能及風能。居家綠能照明電路[1-4]利用太陽能板(~40V)發電經過穩壓電路至12V 將電能儲存至電瓶，然後把低壓顯示電路與LED 照明電路分別與電瓶並聯。太陽能板相當於一個發電機，透過穩壓電路將電壓降至12V 儲存到電瓶裡，這樣就可以達到白天儲電夜間用電或需要時都可以使用 LED 照明裝置，低壓顯示電路將會告知電瓶裡的電壓是否不足(~8V)。

貳、電路設計

本電路系統架構圖如圖一：包含太陽能板、穩壓電路、電瓶、低壓顯示、LED 照明電路。



圖一：電路系統架構圖

一、太陽能電池

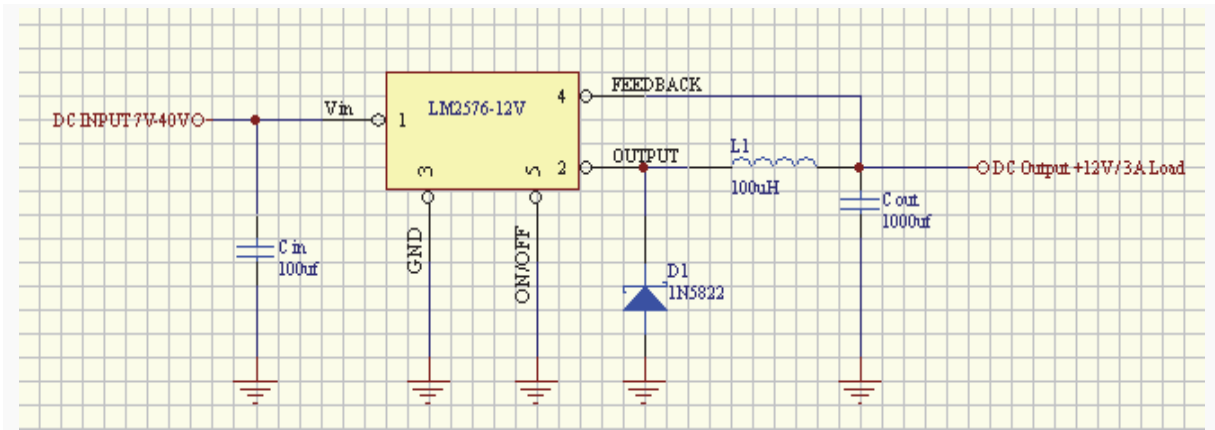
太陽電池是一種可以將能量轉換的光電元件，當太陽光照射時，光能將矽原子中的電子激發出來，而產生電子和空穴的對流，這些電子和空穴均會受到內建電位的影響，分別被 N 型及 P 型半導體吸引，而聚集在兩端。此時外部如果用電極連接起來，形成一個迴路，這就是太陽電池發電的原理。簡單的說，太陽光電的發電原理，是利用太陽電池吸收 $0.4\mu\text{m}\sim 1.1\mu\text{m}$ 波長(針對矽晶)的太陽光，將光能直接轉變成直流電能輸出的一種發電方式。

二、穩壓電路

LM2576系列是美國國家半導體公司生產的3A 電流輸出降壓開關型集成穩壓電路。LM2576系列開關穩壓集成電路的主要特性如下：

(1)最大輸出電流：3A；(2) 最高輸入電壓：LM2576為40V，LM2576HV 為60V；(3) 輸出電壓：3.3V、5V、12V、15V 和 ADJ (可調) 等可選；(4)振盪頻率：52kHz。

穩壓電路圖如圖二所示。其電路原理可參閱美國國家半導體公司網頁。



圖二：穩壓電路圖

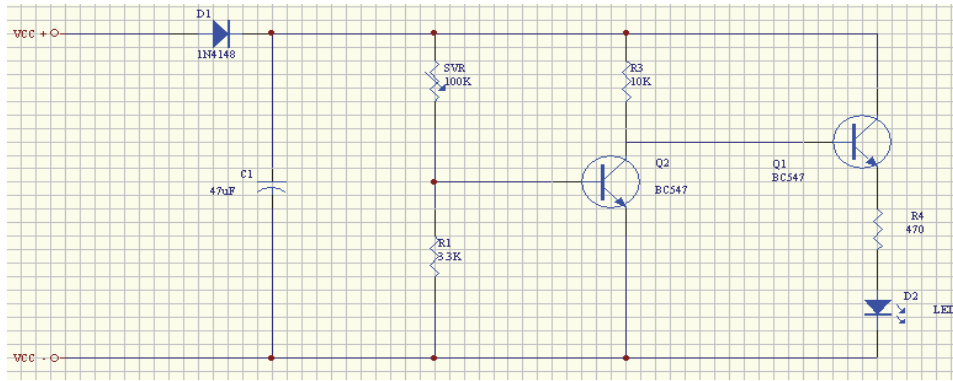
輸入穩壓電路提供穩壓及變壓的功能。因太陽能板會受日照強弱變化而影響其發電電壓，導致其發電電壓在12V~40V 之間變動。同樣的風力發電機組亦會受風力大小而影響其發電電壓。經過輸入穩壓電路的穩壓及變壓後，電壓將穩定的降至(例如)12V，而對電池進行充電。輸出穩壓電路提供穩壓及變壓的功能，視需要將電池的輸出到所需的電壓，然後經由輸出埠提供給不同的電器使用。在本裝置中，輸出穩壓電路分別採用型號7805、7812晶片。

三、電瓶

電瓶作用的原理，就是由兩個極板浸泡在電解液中，經過化學變化而產生高溫，造成電解液蒸發流失，所以必須每隔一段時間便要檢查電解液是否足夠而補充，這就是一般的加水電瓶，而在今日忙碌的工商社會，許多人經常會忘記檢查添加電解液而造成電瓶無法充電或故障，因此就有免加水電瓶的產生，其原理就是運用新材質的極板，能有效減低化學變化所產生的高溫，進而降低電解液蒸發的機會，並經由特殊設計的電瓶蓋，能使少量蒸發的電解液再度凝結回流至電瓶中，達到免加水的目的。

四、低壓顯示電路圖

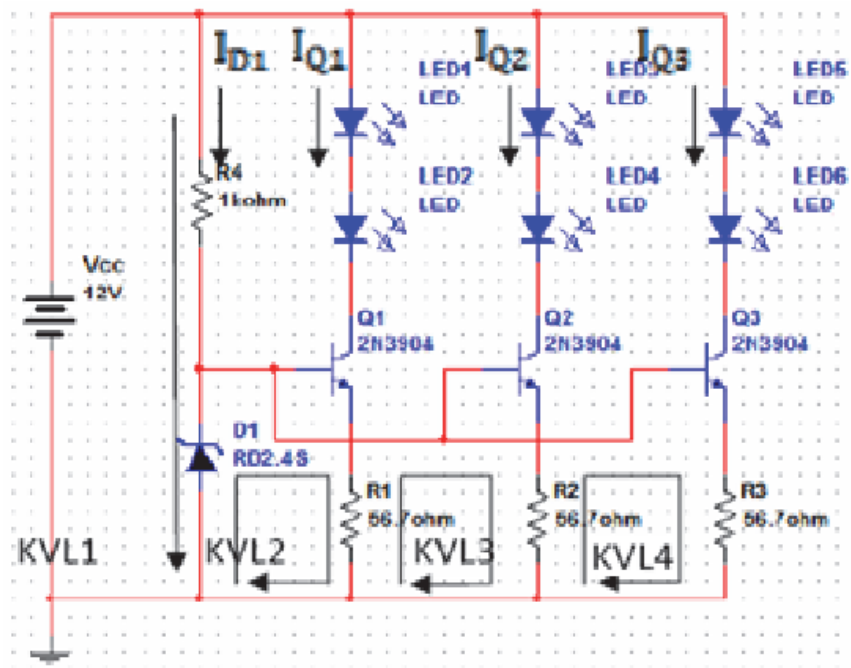
這個電路可以偵測電池的電壓，當電壓低於由可變電阻 SVR 所預設的電壓時，SVR 電阻作用保持 Q1(ON) 和 Q2(OFF) 的偏壓，並使 LED 也是 OFF 的，當電池電壓逐漸降低至所預設的電壓之下，Q1成為 OFF 的狀態，轉而使 Q2成為 ON，使 LED 亮起。可先使用一個可變電源供應器，調整希望的指示電壓，接上電路，調整由 SVR 至開始亮起或關暗的臨界值，相關測試結果如後。



圖三：低壓顯示電路圖

五、LED 照明電路

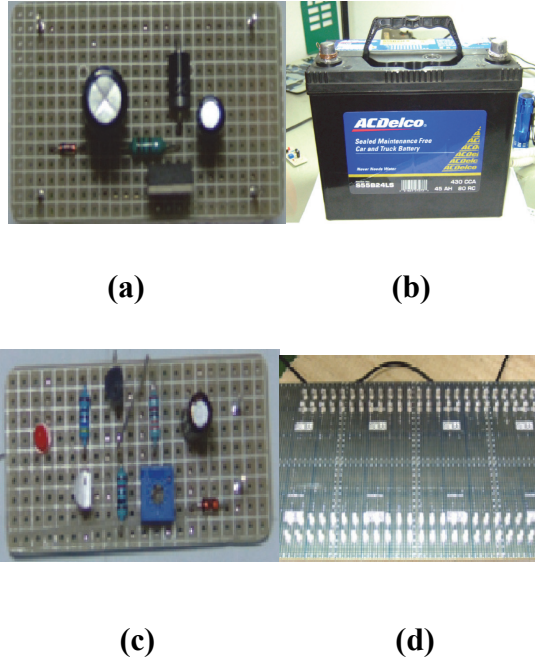
設計 LED 照明電路，是因為 LED 有著體積小、效率高、反應時間快、產品壽命較其他光源長、且不含對環境有害的汞這些優點存在。以白色 LED 為例，LED 的電路設計分為：(1)一顆 LED 配一顆電阻，(2)三顆 LED 配一顆電阻，(3)定電流設計。LED 的工作電流大小約為30mA 最為適當，此電流適合不同顏色之 LED。此外，白色 LED 切入電壓約為1.8V~2.7V。比起第一種方式使用高消耗換取安定度的方法，以及第二種方式使用低消耗，但飄動範圍大的方法，採用第三種方式設計 LED 照明電路是較好的選擇，因為在稽納二極體的穩壓影響下，即使輸入電壓有所變化，工作電流也能維持在30mA 左右，幾乎不會有什麼變化，可以保護 LED 不受電壓飄動的影響，導致 LED 被燒壞。而第一或第二種電路簡單，可適用於安裝空間狹小的狀況下。讀者可參考文獻[5, 6]更多說明與細節。



圖四：定電流設計電路圖

參、自製系統、測試與電源供應器組裝

圖五分別為(a)穩壓電路(b)電瓶(c)低壓顯示(d)LED 照明電路模組。



圖五：(a) 穩壓電路模組, (b)電瓶模組, (c) 低壓顯示模組, (d) LED 照明電路模組

一、電路測試

其中低壓顯示模組之 LED 亮/暗與電阻之關係測試如表1。

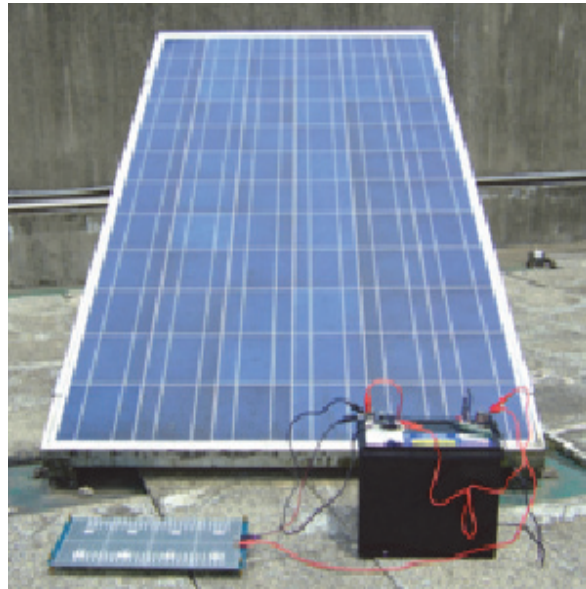
表1：LED 亮/暗與電阻之關係

SVR(KΩ)	臨界輸入電壓 (LED ON)	SVR(KΩ)	臨界輸入電壓 (LED ON)
71.2	15V	44.3	9V
66.8	14V	40	8V
62	13V	32.5	7V
57.6	12V	27.9	6V
53.5	11V	22.7	5V
48.3	10V	18.4	4V

表1說明可變電阻 SVR 為53.5KΩ 時，當電壓低於11V 則 LED 則發亮顯示，可變電阻

SVR 為 $40K\Omega$ 時，當電壓低於 $8V$ 則 LED 則發亮顯示,餘類推。

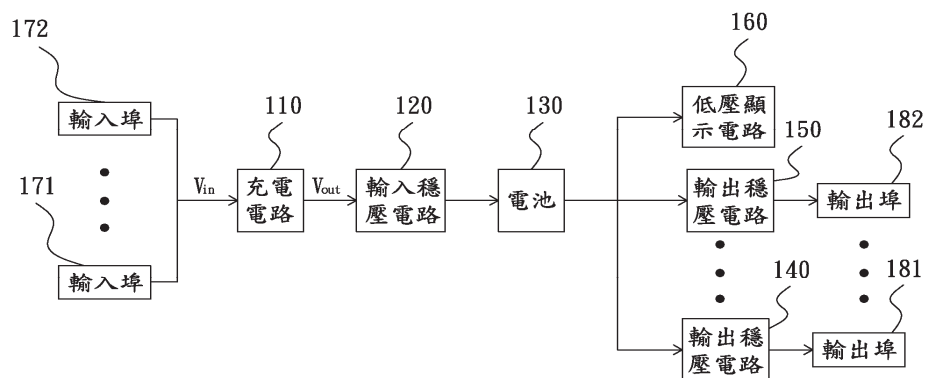
將個別測試結果結合如圖一架構即可達成居家用太陽能板 LED 照明目的，如圖六所示。



圖六：居家用太陽能板 LED 照明電路裝置

二、電源供應器組裝

圖七係本裝置之綠能直流電源供應器[7-9]的方塊圖。如圖所示，本裝置之綠能直流電源供應器包括複數個輸入埠，其可為不同或相同規格的輸入埠，用於連接外部直流發電裝置(例如太陽能板、風力發電機組等)，將外部電力經由充電電路、輸入穩壓電路，然後儲存於電池中備用。本裝置之綠能直流電源供應器同時包括複數個輸出埠，電池的電力可經由輸出穩壓電路而從輸出埠輸出不同電壓(例如照明規格的 $12V$ 、USB 規格的 $5V$ 等)，以提供給不同電器使用。低壓顯示電路用於偵測電池的電壓，當電壓低於一設定值($\sim 8V$)時，低壓顯示電路將會發出警示信號，提醒使用者須對電池進行充電。底下對本裝置之綠能直流電源供應器之電路細部構造作進一步的說明。



圖七：本裝置之綠能直流電源供應器方塊圖。

綠能直流電源供應器之充電電路，由輸入埠輸入的電壓為 V_{in} ，而輸送至輸入穩壓電路的電壓為 V_{out} ，充電電路包括二極體、充電指示燈、電容。其中二極體用於防止電池的電力經由充電電路而逆向輸出。舉例而言，當本裝置之綠能直流電源供應器外接於風力發電機組時，風力發電電流將經由二極體流向電池，此時電流為順向流動；而當風力發電機組停止發電時，二極體可防止電池的電流流向風力發電機組(逆向流動)，使其變為馬達而轉動。電容的作用在於維持充電電路輸出端的電壓，防止突波產生。充電指示燈可以是(例如)發光二極體(LED)，在進行充電時發光，停止充電時則熄滅，如此可讓使用者瞭解綠能直流電源供應器是否在充電狀態中。綠能直流電源供應器可連接至太陽能板、風力發電機組等綠能發電裝置進行充電，然而可以了解到本裝置實際應用並不限於此，本裝置之綠能直流電源供應器也可連接至其他各式電源，例如先連接至一轉接器(Adapter)，再經由轉接器連接至室內電源插座進行充電。

肆、結論

由於能源逐漸匱乏，於是我們想利用太陽能板發電的方式，初步來替代家用低使用電器(廚房、廁所、陽台燈具和小夜燈)的電能，一般室內最常使用的就是電燈，於是用50顆 LED 做為光源，實驗的效果: 50顆 LED 的亮度跟一般的日光燈不相上下，耗能卻比一般日光燈來的小，若能加上擴散板則效果更佳，以節能省碳的效應。綠能直流電源供應器，包括：輸入埠、充電電路(耦接於該輸入穩壓電路，該充電電路包括一充電指示燈，當該電池在充電時，該充電指示燈亮起)、輸入穩壓電路(經由該輸入埠接收外部電力並加以降壓)、電池(儲存經過該輸入穩壓電路降壓後的電力)、低壓顯示電路(耦接於該電池，該低壓顯示電路包括一低壓指示燈，當該電池內的電力低於一預設的電壓值時，該低壓指示燈亮起)、輸出埠、輸出穩壓電路(耦接於該電池以及該輸出埠之間，將該電池的輸出電力改變至所需的電壓，然後由該輸出埠輸出)。

參考文獻

1. 蔡朝洋，電子電路實作技術，全華圖書，第 255-272 頁(2010)。
2. 張志安，李志文，陳世昌，電子電路實習，台科大圖書，第 132-156 頁(2010)。
3. LED 教學，<http://www.diyplayer.com/modules/tinyd2/content/LED.htm>, (2012)。
4. 柯凱元、藍群韜、游勝傑、潘敏政，“充電式低電壓驅動電路設計之研究，”東南電子工程學刊，第十期，第 23-30 頁(2011)。
5. 張育銘、楊岳樺、潘敏政、陳章德，“太陽能充電式 LED 照明電路設計與實作，”東南學報，第三十六期，第 25-34 頁(2011)。
6. 張育銘、陳章德、潘敏政，“可擴充式 LED 照明電路設計與實作，”東南電子工程學刊，第九期，第 7-18 頁(2010)。
7. 車用風力發電具蓄電及低壓驅動之發光二極體照明裝置，專利證書號: 新型第 M 425787 號，專利權期間: 2012.04.1~2021.11.20。
8. 具穩壓及低壓顯示之太陽能充放電式LED照明裝置，專利證書號: 新型第 M

454629 號，專利權期間: 2013.06.1~2022.09.10。

9. 綠能直流電源供應器，專利證書號: 新型第 M 468089 號，專利權期間: 2013.12.11~2023.08.12。