



交流電壓輸入帶有高功率因素矯正的LED驅動器

概述

SM8207是一顆降壓型定電流的LED驅動IC,可應用於很寬廣的AC輸入電壓從85Vac~264Vac,而且在此電壓範圍內皆有很高的功率因素來減少電源傳送損失提高設備的供電效率。

SM8207使用先進的平均電流電壓模式準諧振控制拓撲,所以可以很精確的控制LED輸出電流在輸入變動率很高的環境下並且調整出很好功率因素.因為是在準諧振下工作功率半導體(Power MOSFET)的起始電流皆會從零電流開始,如此可大大提高整體的效率並且降低其電應力而提高功率模組的可靠度.SM8207還有一個最小的Off-time控制特點去提高在輕負載時的效率,每個工作周期都有對外部功率元件(Power MOSFET)做限電流保護以確保輸出側短路時可能有燒燬的疑慮。

除此之外;SM8207也含有其他數種必要的保護機制,保證模組在運作的過程中能得到充分的安全,它包括有:輸入低電閉鎖(UVLO)以及過電壓保護,晶片高溫保護(O.T.P),LED短路保護(S.C.P),LED開路保護(O.V.P)並且皆有自動回復機制.SM8207提供SOP-8的標準封裝。

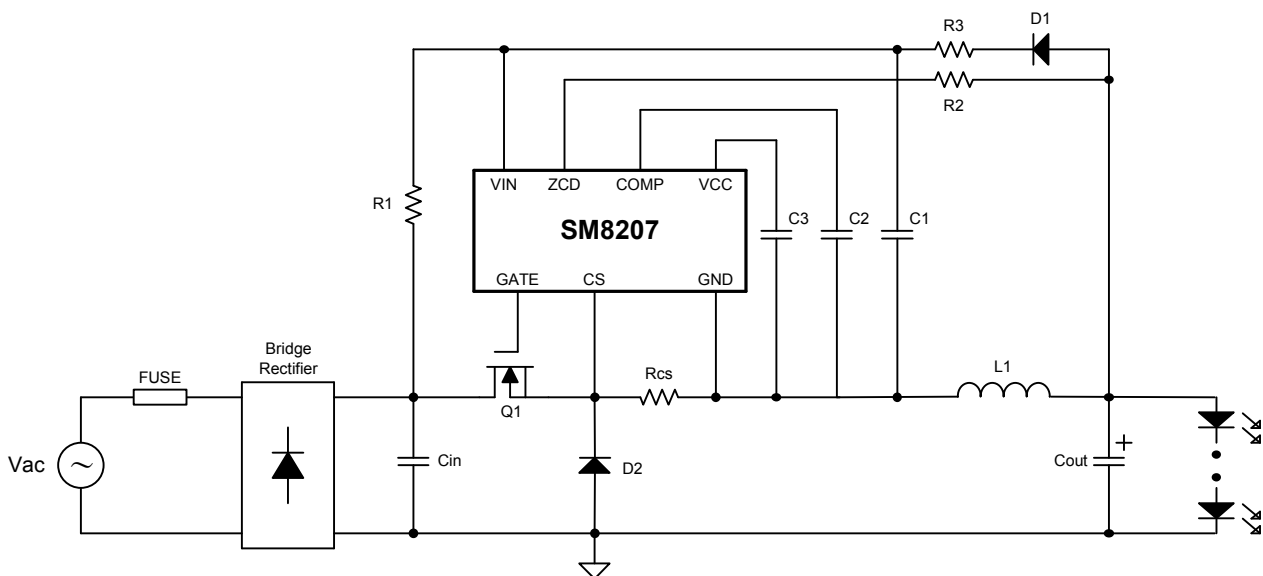
特點

- 準諧振控制方式去驅動高功率的LEDs
- 支援高功率因素 >0.95 (從85Vac~265Vac)
- 極低的起動電流 (5uA 典型值)
- 使用平均電流電壓模式控制拓撲
- 輸入低壓閉鎖(UVLO)
- 有最小off-time限制去提高輕載時的效率
- 輸出端短路保護(S.C.P)並且可自動回復
- 輸出端過電壓保護(O.V.P)並且可自動回復
- 晶片高溫保護(O.T.P)並且可自動回復
- 周期間的限流機制
- IC供電腳的過壓保護

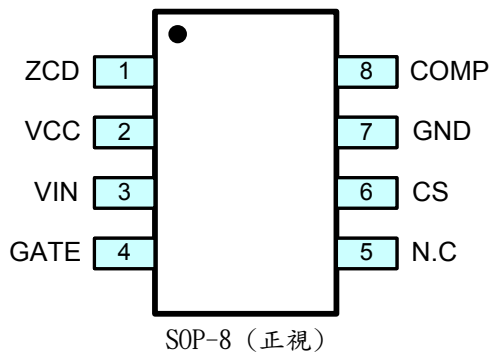
應用場合

- 一般LED照明系統
- T8或T5 燈管
- E27 球泡燈

典型的應用線路



出腳定義圖



採購資訊與編碼

Part Number	Marking	Packing Method
SM8207SL	 SM8207SL △xxxxxx	Tape & reel

Note: The letter "S" is marked for SOP package, and letter "L" is marked for Lead free parts.

腳位性能簡述

腳位	符號	簡述
1	ZCD	零電流檢測輸入。透過一個外部電阻去檢測電感電流，當零電流檢測迴路檢測到電感的電流已經到達零電流時(電感被消磁)，控制器會送出一個讓Power MOSFET再導通的信號，重新啟動MOSFET。
2	VCC	低壓降穩壓器5V輸出。並接一個4.7uF以上，Low-ESR陶瓷電容到IC的參考地。它僅做供給IC內部偏壓之用，外部不可使其短路或施加任何負載。
3	VIN	提供IC內部所需電源的輸入腳。此腳位尚有針對輸入過高壓保護的功用。
4	GATE	閘極驅動輸出腳。輸出電流去驅動一個外部的N型Power MOSFET。串聯一只電阻到MOSFET的閘極來限制啟動峰值電流並獲得較佳的EMI。當輸入低於UVLO門鎖電壓時此信號被維持在低準位。
5	N.C	預留做其他功能目前無任何定義。
6	CS	電流檢測輸入腳。放一個電阻介於Power MOSFET源極端與電感器之間去檢測電感器峰值電流，進而達到平均電流控制目的。
7	GND	IC參考地。線路所有的迴路皆以此做為參考點，應儘量靠近而且線距要最短。
8	COMP	誤差放大器輸出腳。從此端放一個電容到地作為控制補償之用以穩定迴路操作。

[備註說明]: IC參考地(GND Pin)與市電或橋式整流器的地是不同，萬萬不可將其接在一起，否則會燒燬晶片。

絕對最高操作額定

參數名稱	額定	單位
VIN to GND	48	V
VCC, COMP, ZCD, CS to GND	-0.3 to 5.5	V
GATE to GND	22	V
Junction To Ambient 導熱阻抗 (θ_{JA})	102	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
界面能承受的最高溫度	150	$^{\circ}\text{C}$
操作的界面溫度	-40 ~ +125	$^{\circ}\text{C}$
儲存溫度範圍	-55 ~ +150	$^{\circ}\text{C}$
接腳溫度 (錫焊, 10sec)	260	$^{\circ}\text{C}$

[備註說明]: 如果操作於此絕對最大額定值, 可能會有燒燬晶片造成永久性的失效之虞。

建議操作條件

參數名稱	Min	Max	Units
VIN (輸入電壓)	10	18	V
Fsw (操作頻率)	-	70	KHz
TA (工作環境溫度)	-20	85	$^{\circ}\text{C}$

電氣參數

測試條件: VIN = 18V, CVCC = CVIN = 10uF, CCOMP = 0.1uF, TA = 25 $^{\circ}\text{C}$, 除非有其他的註解, 否則依此測試條件為主。

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
輸入供電 (VIN pin)						
VIN_ON	Turn-on threshold voltage	13	14	15	V	Vcs=0
VIN_OFF	Turn-off threshold voltage	7	8	9	V	
VIN_HYS	UVLO Hysteresis	-	6	-	V	
VIN_OVP	Input voltage over-voltage threshold	22	24	26	V	
IST	Start current	-	5	10	uA	起動前的電流, VIN=10V
IOP	Operating current	1.2	1.4	1.6	mA	Vcs=0
穩壓器 (Internal Regulator)						
VCC	Internal regulated voltage for bias supply	4.85	5.00	5.15	V	Vcc pin connected a 10uF Capacitor to GND, Icc=0.
VCC (LOAD)	Load regulation of the VCC voltage	0	-	15	mV	Icc=0~5mA

電氣參數 (接續上頁說明)

測試條件: $V_{IN} = 18V$, $C_{VCC} = C_{VIN} = 10\mu F$, $C_{COMP} = 0.1\mu F$, $T_A = 25^\circ C$, 除非有其他的註解, 否則依此測試條件為主.

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
誤差放大器 (Error Amplifier)						
V_{REF}	Reference voltage for non-inverting input	304	314	324	mV	
$V_{O(MAX)}$	V_{COMP} output voltage range	0.3	-	4.90	V	$V_{CC} = 5.0V$
A_V	Open loop gain [註1]	64	-	-	dB	Output open
g_m	Transconductance [註1]	-	480	-	$\mu A/V$	
OCP	Over current protection threshold	0.9	1.0	1.1	V	針對CS腳位的測試
	Over current protection release threshold	285	300	315	mV	
電流檢測 (Current Sense)						
T_{LEB}	Leading edge blanking time	-	400	-	ns	CS腳位的遮蔽時間
開極驅動 (Gate Driver)						
T_{RISE}	Gate driver output rise time	-	75	90	ns	$C_L = 1000pF$, from 0% to 100%
T_{FALL}	Gate driver output fall time	-	65	75	ns	$C_L = 1000pF$, from 100% to 0%
振盪器 (OSC)						
T_{ST}	Start up period	50	61	70	μs	$V_{CS} = 400mV$
T_{ON_MIN}	Minimum on time	-	620	-	ns	
零電流檢測 (Zero Current Detection)						
R_{ZCD}	ZCD Pin Pull-Down resistance	10	12	14	$K\Omega$	
V_{ZCD-UP}	ZCD Up latching threshold voltage	1.4	1.5	1.6	V	$V_{ZCD} = \text{Increasing}$
V_{ZCD-DN}	ZCD down triggering threshold voltage	0.9	1.0	1.1	V	$V_{ZCD} = \text{Decreasing}$
$V_{ZCD-OVP}$	ZCD Pin over-voltage protection threshold	2.5	2.65	2.8	V	$V_{CS} = 0V$
$T_{ZCD-BLK}$	Blanking time for OVP detection of ZCD pin	1.2	1.6	2.0	μs	
晶片熱保護 (Thermal Protection)						
T_{SD}	Thermal shutdown temperature	-	140	-	$^\circ C$	
T_{HYS}	Thermal shutdown hysteresis	-	40	-	$^\circ C$	

[註1]: 此參數沒有經過實際測試, 但是被設計保證是合格的.

功能方塊圖

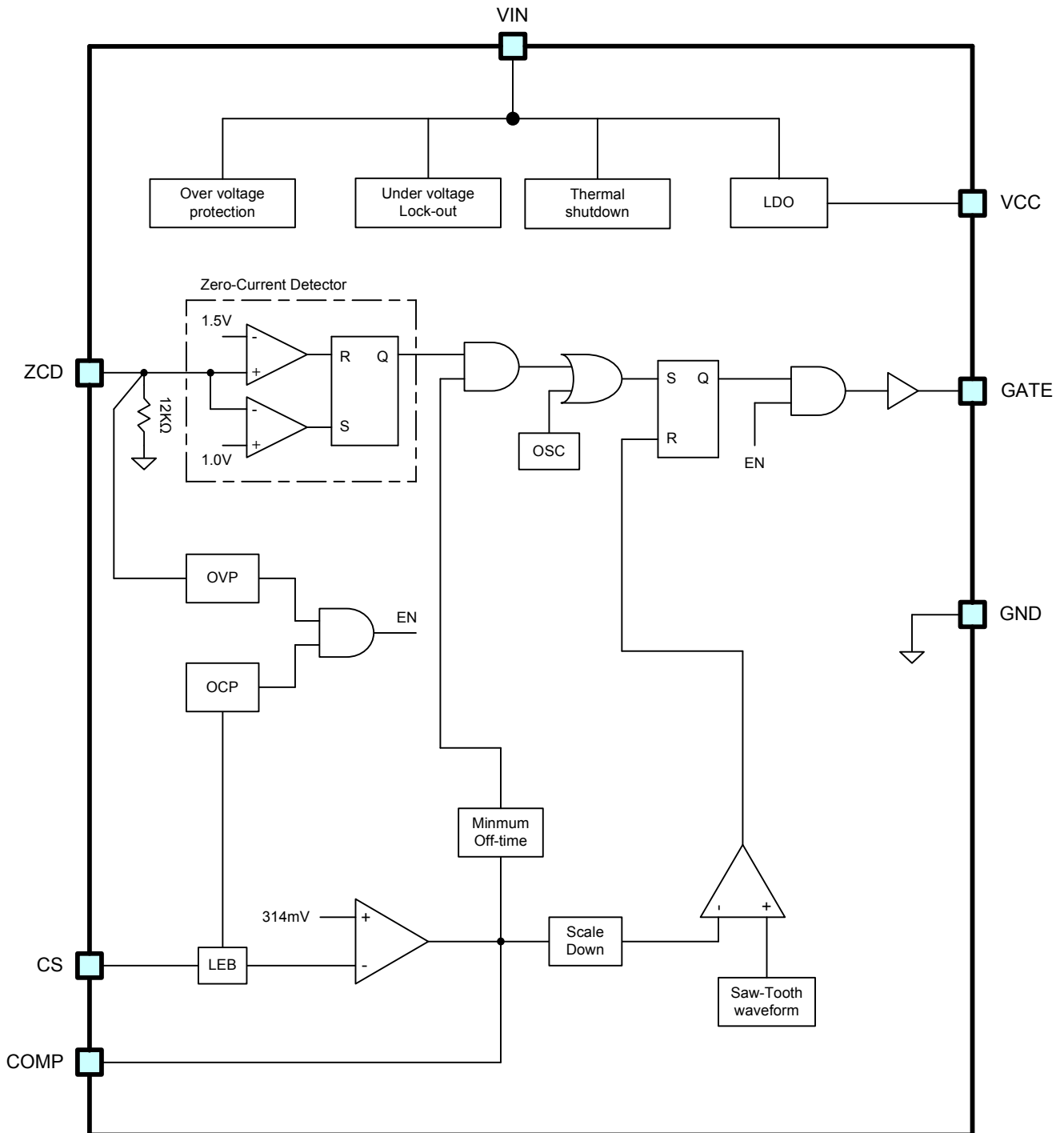


圖1: 功能方塊圖

原理與功能描述

SM8207是一顆全電壓交流輸入定電流输出的LED驅動器，它專門為高功率或大電流LED的應用而設計的，使用降壓式的平均輸出電流準諧振控制方法去調整輸出電流可不受交流輸入電壓的變動而影響。電感工作於連續導通與非連續導通之間，所以整體的運作上可以有很高的效率及很低的電磁雜訊，以下的功能討論請參考圖一(功能方塊圖)和圖二(應用線路1)會有更深入的理解。

啟動電流與低壓閉鎖(UVLO)

當AC交流電輸入到橋式整流器後它將提供一個起始電流去啟動SM8207(典型值是5 μ A)，由於此啟動電流甚小，因而可以連接一個較大的啟動電阻介於橋式整流器的輸出和VIN腳位之間，如此可減小電阻上的功率損耗，提高效率。啟動期間，C2的電容會被緩慢的充電透過電阻R2、R3和R4直到VIN達到14V的啟動電壓。SM8207有一個低壓閉鎖遲滯比較器，將啟動與關閉電壓分別設為14V和8V。這個遲滯電壓能避免因為AC電壓的瞬間變動而造成的異常動作發生，圖2是此動作的詳細圖解。

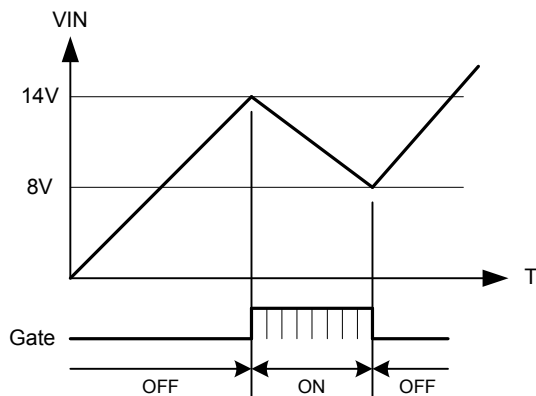


圖2: UVLO的動作圖

轉換器啟動後，SM8207的開極會送出驅動信號去驅動外掛的Power MOSFET(Q1)，然後V_{COMP}會緩慢遞增，當補償腳電壓(COMP)與內部產生的三角波相交時Q1即被關掉，此時電感所儲存的能量不但會使輸出側緩緩的增加也會再提供給VIN達成連續的運作，而使IC能夠順利的啟動。

零電流檢測 (ZCD)

正常操作時，MOSFET(Q1)在導通和關閉時會讓電感器(L1)感應到正向及負向的開關波形，當Q1導通ZCD接受到負向電壓信號，Q1關閉時ZCD腳會有正向電壓信號產生。只要正向信號超過1.5V，ZCD延遲約1.6 μ s(如圖3所示)的遮蔽時間就會準備讓開極驅動信號再度導通，只要電感電流逆向導通到零。

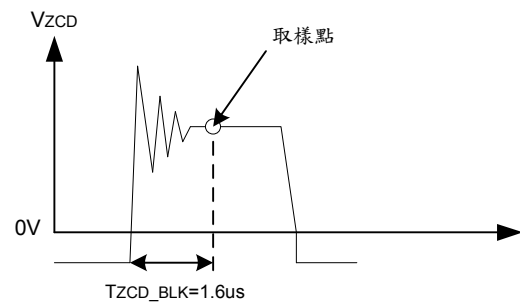


圖3: ZCD正向延遲檢測時間圖

此1.6 μ s遮蔽時間是防止寄生效應而產生的瞬間暫態雜訊使檢測線路發生誤動作而設計。在遮蔽時間過後，如果ZCD再檢測到低於1.0V的電壓，那麼開極驅動信號再次去驅動Q1，讓此運作週而復始持續。Q1導通時間是被控制在幾乎是固定的(constant ON-time)雖然AC輸入電壓會有高低的變化，這是由於COMP腳外掛一個電容作為電流緩衝啟動及高功率因素可被達成的原因。

電流檢測 (CS) 與前緣遮蔽時間 (TLEB)

為了防止Q1導通時，線路或寄生效應所產生的雜訊，干擾正確的檢測信號，SM8207預設400ns的遮蔽時間來避免此干擾源所發生的誤動作而能正確檢測輸出電流。選擇R8的電阻可決定流過LED的電流。它與內部314mV的參考值作比較，LED電流可以用很簡單的計算公式得到：

$$I_{LED} = \frac{V_{REF}}{R_{CS}} = \frac{314mV}{R_8 (\Omega)} \quad (1)$$

過電壓保護 (VIN)

為了保護LED驅動器不受損壞，SM8207在VIN腳增設一個過電壓保護功能。當VIN電壓大於過高壓保護的設定值24V時，開極輸出立刻被關斷，進而把Q1關閉。VIN過電壓保護功能是可自恢復型的保護，一旦發生過壓保護的情形，驅動信號會消失除非VIN電壓低於UVLO的低限值(約8V)，才會重置此保護機制，進而恢復正常的啟動模式。

過溫保護 (Chip Thermal Protection)

當IC界面經歷很高的溫度(140 $^{\circ}$ C)時，過溫保護動作並立即關斷Q1，直到界面溫度降低至(約100 $^{\circ}$ C)後，才又重新恢復動作。

LED短路保護 (LED Short Protection)

SM8207的CS腳提供兩個功能:輸出電流檢測及過電流保護。當CS電壓超過設定值1.0V時,開極輸出立刻被關斷,進而把Q1關閉,此現象會持續直到下一個週期的開始。這種週期間的保護機制可以避免外部零件的損壞在測試或生產的過程中。如果輸出側LED被瞬間短路或則持續短路到地,輸出電壓會降低,同時VIN得不到能量的補充也隨之降低,一旦VIN低於8V,SM8207將會停止操作,接著IC所需的能量就必須由橋式整流器輸出電壓經由起啟動電阻器來提供,如此一來;整體的啟動程序就會如前所述,重新操作。

LED開路保護 (LED Open Protection)

正常操作下,如果LED負載被開路,電流變得很小,控制器會把導通週期加大試圖做調整。在此條件輸出電壓會增加很快直到ZCD腳的檢測到2.65V的電壓並維持1.6us才關斷Q1。為了防止這個異常的高壓燒燬IC,SM8207藉由外部稽納二極體(Vzn=27V)作鉗位電壓保護。SM8207持續關閉直到VIN降至8V並升直14V後才又重新啟動。

在平常操作條件下,設計者必須注意選擇R11,R12的值,使其遠離ZCD的跳脫值(2.65V)又能讓零電流檢測電路穩定的工作。舉例說明如下:

已知的工作條件如下:

$$V_{LED}=32V, V_{ZCD_UP}=1.5V, V_{ZCD_OVP}=2.65V$$

公式2 ---

$$V_{ZCD_UP} < V_{LED} \times \frac{R_{ZCD}}{(R_{11}+R_{12})+R_{ZCD}} < V_{ZCD_OVP}$$

代入已知值 ---

$$1.5V < 32V \times \frac{12K\Omega}{(R_{11}+R_{12})+12K\Omega} < 2.65V$$

選擇Vzcd=2.0V, 得到R11+R12=180KΩ, 取標準的電阻180KΩ。

電感值的計算與選擇 (L1)

流經電感的平均電流就等於LED的電流,而電感的電流是一個三角波形,其波形圖4所示。通常在全電壓AC輸入的應用,半週期的工作頻率不能設計太高,以免因為輸入高壓而影響交換損失的過大,使效率降低,一般會建議設在60KHz內。

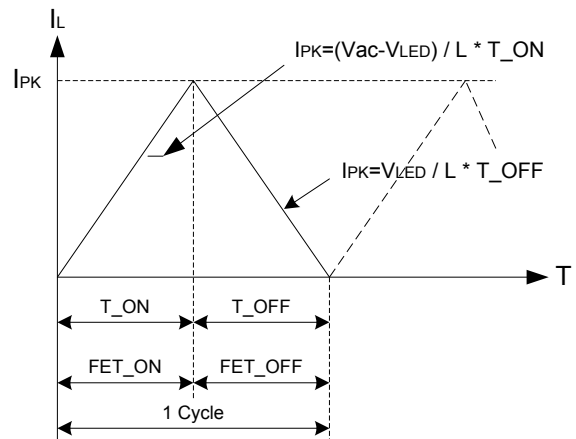


圖4: 電感電流的波形

公式3-電感計算公式:

$$L = \frac{V_{LED}}{2.7 * I_{LED}} \times \frac{1}{F_{SW}} \times \frac{V_{ac} - V_{LED}}{V_{ac}} \times K_e$$

其中; VLED是LED串連的總電壓

ILED是LED順向電流

Fsw是半週期頻率

Vac是交流電壓的有效值(R.M.S)

Ke值是補償係數約0.9(當VLED=32V時)

$$K_e = \left(\frac{90 - \sin^{-1}(V_{LED}/\sqrt{2}V_{rms})}{90} \right)^2$$

由於LED與電感是串聯,所以輸入電壓必須要大於VLED時LED才会有電流的流動。因此Ke即是半週期時的導通角。

應用線路1:

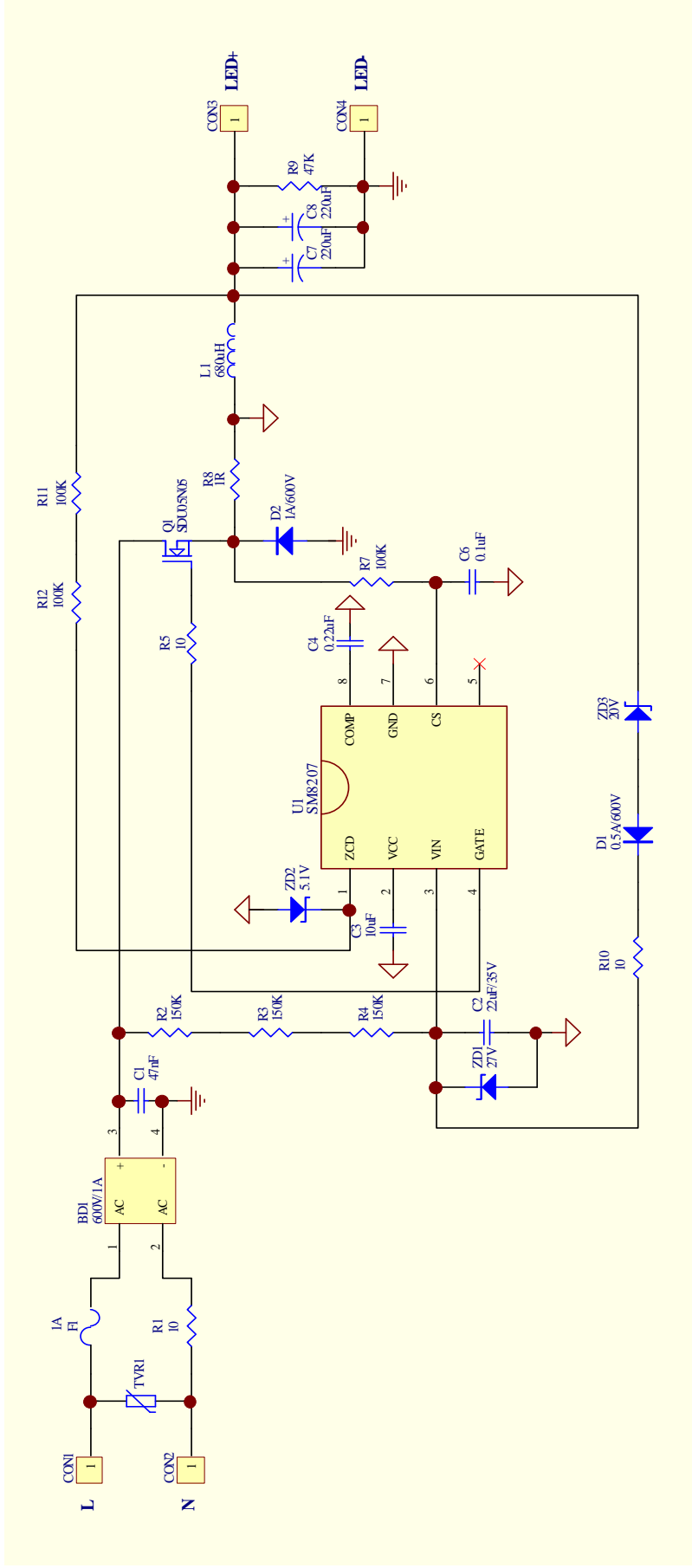
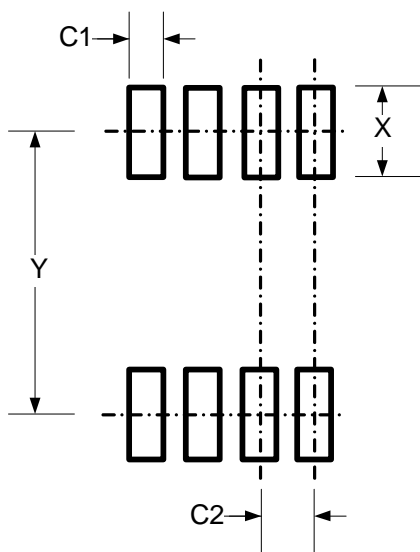
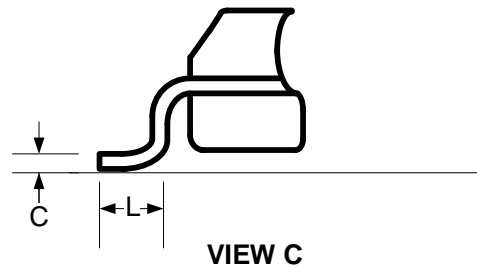
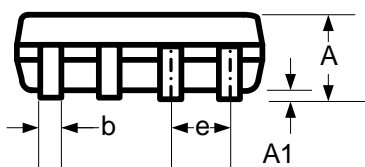
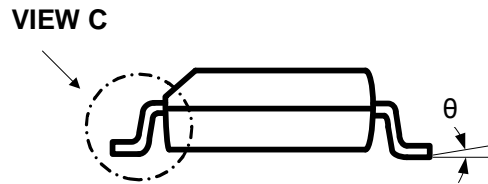
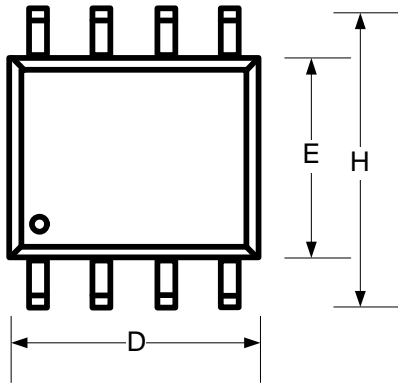


圖5: 基本應用線路 (輸入電壓範圍 85Vac~265Vac, 輸出 I_{LED}=300mA, V_{LED}=32V)

- 注意事項:
1. PCB Layout時橋式整流的接地點與IC的參考地是不可接在一起, 請務必遵守.
 2. 執行LED短路測試時, 不要直接把LED+, LED-做短路, 請串聯一個10Ω的電阻, 以免燒燬輸出電容.

PACKAGE DIMENSIONS

8PIN SOP



RECOMMENDED LAND PATTERN

Symbols	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
b	0.014	0.022	0.35	0.56
C	0.007	0.010	0.18	0.25
D	0.189	0.197	4.80	5.00
E	0.150	0.158	3.80	4.00
e	0.05BSC		1.27BSC	
H	0.229	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27
θ	0°	8°	0°	8°
X	0.0638		1.62	
Y	0.1921		4.88	
C1	0.0236		0.60	
C2	0.0499		1.27	