

Description

專設計用於中小功率電源解決省電方案之PWM IC，可用於24W以下之Charger; Adaptor; DVD ; Monitor.DVB iPhone iPad_Multimedia Speaker等用途.

能有效改善一般交換式電源電路之輸出效率; 縮小體積; 減少零件; 以及達到符合能源之星 EUP5.0 EPS2.0 要求規格.LY952X 採用多項省電技術，以最低啓動電流 5uA 設計，提供設計者最寬裕的空間設計. 內建完整保護電路集於一身: OCP; OLP; OVP; OTP; ESD..等技術，并內置 MOSFET 使得應用設計上簡化，組合電路更加彈性，達成最經濟化與最多功能的控制 IC.

應用說明文中將以 12V/2A 的 24W 單組輸出 adaptor 爲案例，說明在設計使用上，可以彈性變化以及如何達到效果的重點. 如圖 1-1 中 STGL semiconductor 自行設計的 24W adaptor 電路圖，我們將依電路原理探討如何設計與各市場上的特殊應用.

在探討設計中，我們由 LY952X 的 PIN 腳周圍電路開始.

PIN 1 : GND 是 IC 的接地腳，

PIN 2 : VDD-G 是开关 MOS 管驱动电源

PIN 3 : VDD 是 IC 電源輸入腳.

PIN 4 : FB 是電壓迴授輸入腳，此腳正常爲 DC 電壓，是确定 PWM 目前輸出狀況用.

PIN 5 : SENSE 是電流迴授輸入腳，內建 LEB(270nS) 電路，

PIN 6 7 8 : Drain 是开关 MOS 管漏端

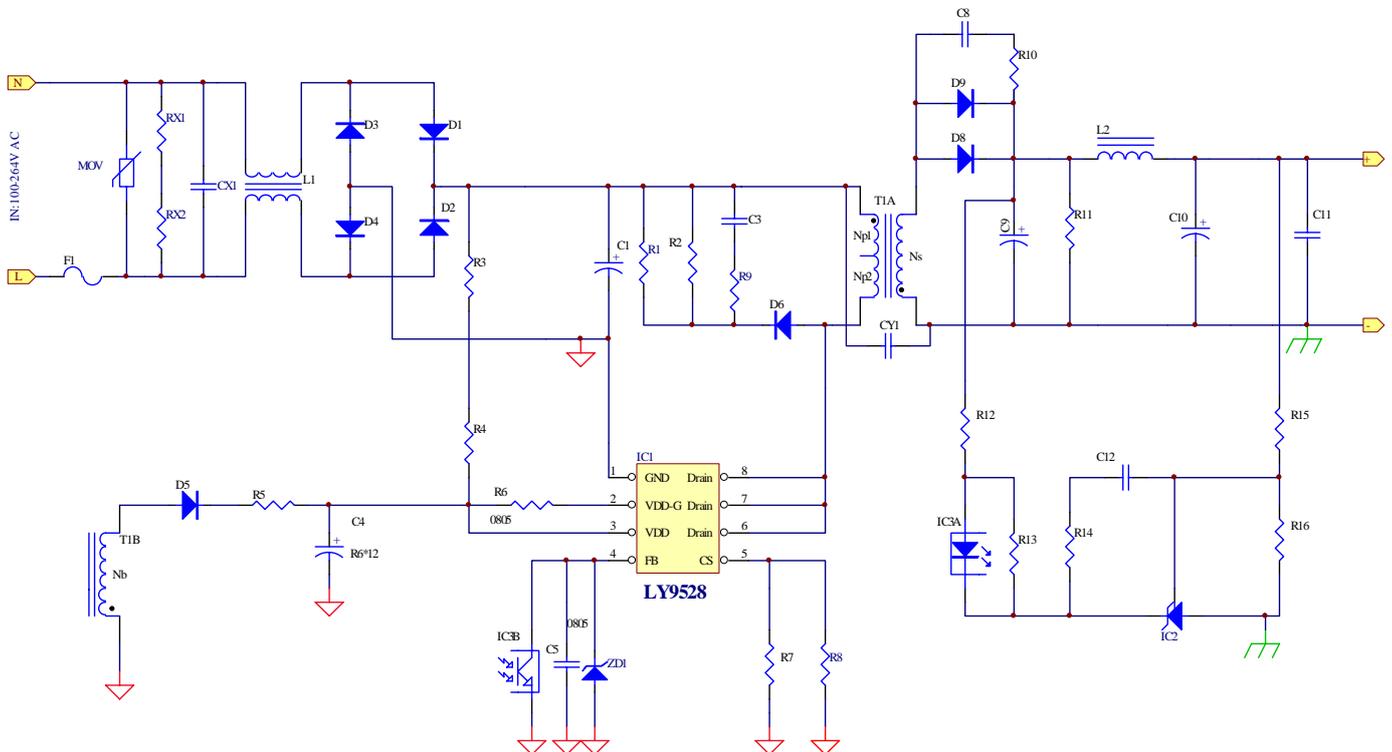


Figure 1-1. Application Circuit

圖 1-2 是 LY952X 的內部方塊，可以方便我們分析動作原理。

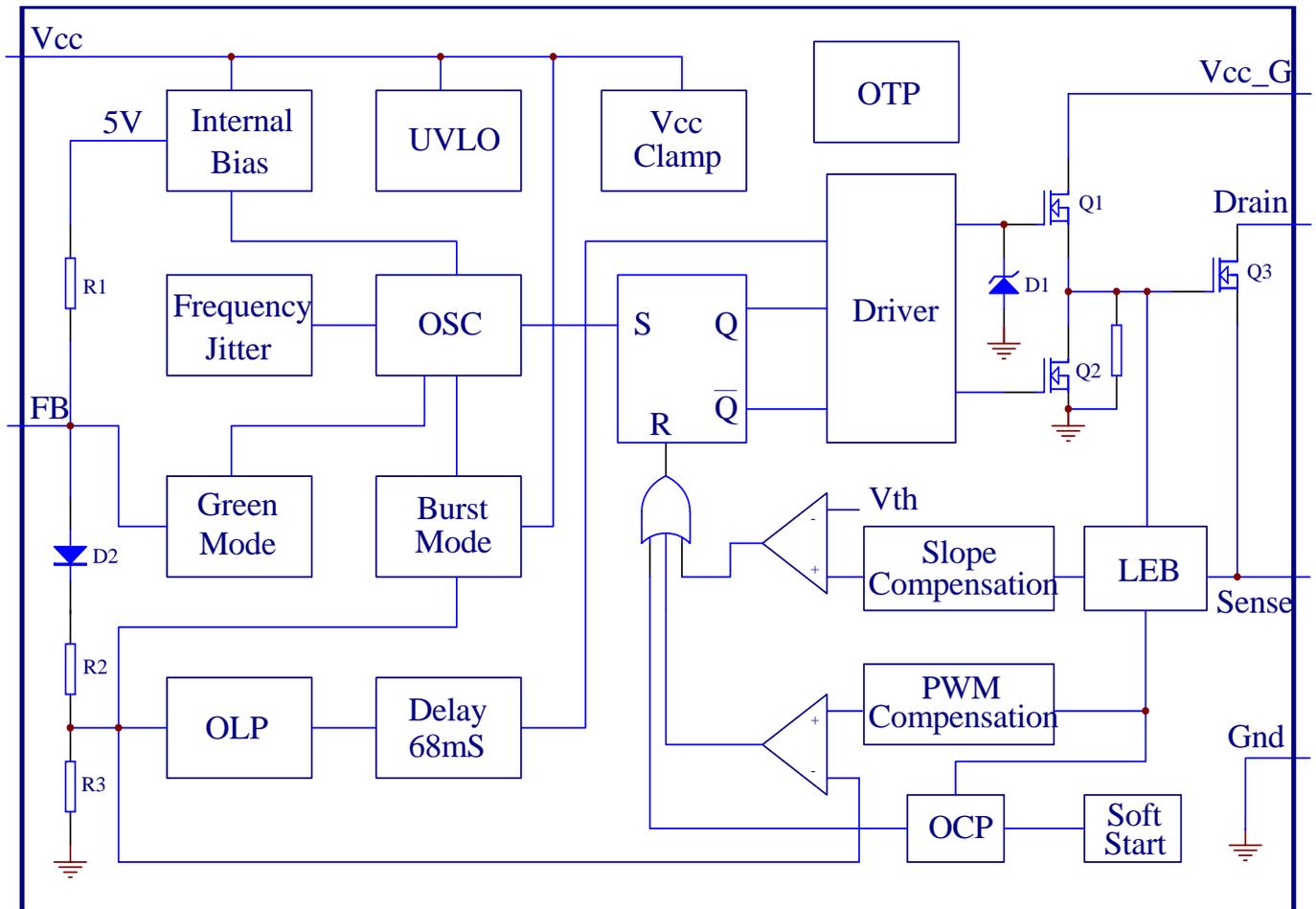


Figure 1-2. Block Diagram

Basic Operation

我們將依開機時，電路開始動作的時序一一說明設計重點，並且在各重要時間點說明 IC 內部方塊的動作，使得設計者能充分瞭解。

動作的時序分為 6 部份: **Start up, Set up, Auxiliary power, Feed back, Drive, Protection.**

Start up

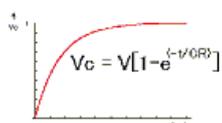
當 AC 電源輸入時, Bulk CAP (C1)由低電壓上升, 啓動電流 (5uA) 經 R3 與 R4 對 C4 充電.

在未達 14.8V 之前 UVLO 方塊會限制 IC 內部電路無動作, 以免 C1 電能不夠時就開始輸出. 當 VDD(PIN 3)達到 14.8V 之後, UVLO 方塊會放開限制點到 9.0V, 並且開始提供 IC 內部電路電源 (如振盪; 保護; 迴授; 驅動...等),

若 SPS 規格方面, 開機時間若規定在 2 秒之內要開機成功, R3, R4 與 C4 的數值設計步驟如下:

以 AC90V 為最差輸入條件計算, R3 與 R4 串聯阻值稱為 RA, 我們可運用充電計算公式.

Figure 1-3. Charge formula



AC90V 取半波直流,其有效值只有 1/2, V=45V, Vc 為 14.8V, t=2 Sec,

C3 假設為 4.7uF, 我們可簡化公式為 $T/RC=0.457$, 則 $RA < 0.9M\ ohm$.

建議 RA 選 0.8M ohm 以下.

在其他市場上, 或許您希望產品能達到鎖住保護狀態而必須由 C1 提供 RA 啓動電流時, V=127, 則 $T/RC=0.139$, $RA < 3.05M\ ohm$, 建議最好留些空間給開機相位差; 零件誤差; 上升時間用, 故建議以 1M x 2 顆串聯. 在 AC240V 時, 啓動電流有 160uA, RA 的損耗約 0.05W 而已, 這對 Energy Star 的要求而言, 會節省很多消耗.

Set up

Soft Start: 内部自带 4mS Soft Start 可以有效解决开机 Vds 电压过冲.减少 MOSFET 压力,

Auxiliary power

當 VDD(PIN 3) 達到 14.8V 之後, IC 內部電路開始動作, 您會發現 VDD(PIN3) 的電壓會開始下降. 我們必須確保輔助線圈的能量可以來得及完成接手, 使 VDD(PIN 3) 在掉到 9.0V 之前恢復上升, 才能順利開機. 因此, 只要輔助線圈; D5; R5; C4 能夠比 Rise Time 更儘速的達到 9.0V 以上電壓即可. 在實際運用上, 我們建議 D2 選用 FR104. 建議 R5 用 10R 电阻, 請確認輸出為 Min. LOAD 時, VDD(PIN 3)有達到 10.5-12V, 而且 AC264V 短路輸出時, VDD(PIN 3) 能下降到 9.0V, 若無法同時滿足上述兩個條件時, 請確認下列項目:

1. 因為 IC 有內建 Leading Edge Blanking 功能. 時間: T_{LEB} : 270 nS, 所以在設計時注意變壓器與 MOSFET 的前沿干擾越小越好.
2. R12; R13; R14; C12 的數值別太大, 只要維持 phase/Gain 穩定的即可, 過份干涉 Rise Time 反而造成輔助線圈接手太慢而開機失敗, Rise Time 主要應由 T1 次級感量與 C9;C10 形成.
3. R11 的存在是維持輔助線圈上有足夠的電壓. 阻值太小造成損耗大, 阻值太大會無法維持 VDD 電壓.
4. 輔助線圈設計以輸出電壓比例計算: $VO / Ns = Va / Na$ (若輸出 12V/10 圈, 建議輔助線圈為 13 圈以達 15V)
5. C4 建議使用 4.7uF/50V 以上容量, 以免無法維持 VDD 電壓造成開機不順.

啓動的好壞的參考 Fig. 1-4 與 1-5 的時序圖.

Figure 1-4. Start up time sequence when Workable.

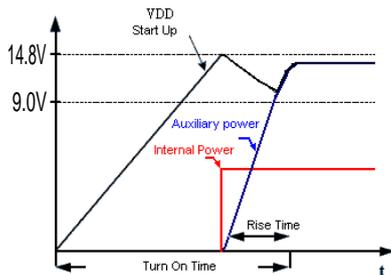
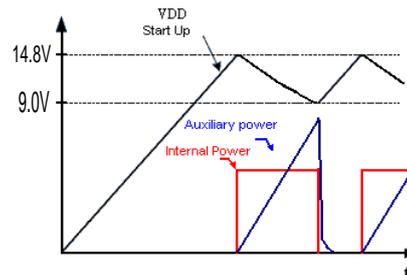
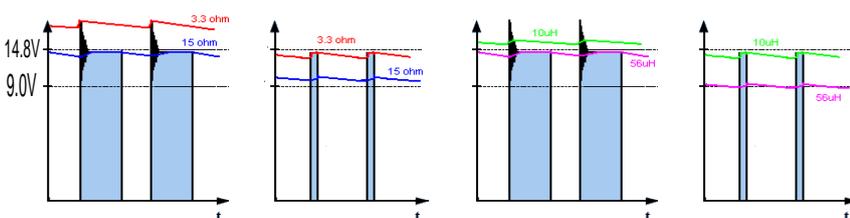


Figure 1-5. Start up time sequence when Un-workable.



輔助線圈最好繞於初級三明治與次級之間, 如此可比較真實的感應次級等比例電壓. 而 R5 的選用可參考 Fig 1-6.



- 3.3 ohm 重載電壓過高
- 15 ohm 輕載電壓過低
- 10 ohm 減少輕重載差異
- 10 uH 減少輕重載差異
- 56 uH 輕載電壓一樣過低

Figure 1-6. L1 difference waveform

Vdd: 建议:100% LOAD 为:15-20V 0A LOAD 为:10-12V

輔助線圈圈數太高, 將造成 VDD(PIN3) 的電壓超過 LY952X 特有的 OVP 電路(26.5V)被觸發而保護. 另外, 由於留給特別使用空間運用, LY952X 的 OVP 是設計在 12V 輸出上升到 18V 時做保護. 如果您的 SPS 規格要求比較精準, OVP 須要在 15V 之前做保護的話, 可以有兩種方式調整:

2. 如 Fig. 1-7 所示, ZD1=13.2V, RZ1=150 ohm, RZ2=1K, IC4=LTV817C.之保護模式為 Auto recovery 方式.

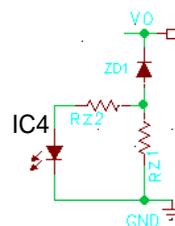


Figure 1-7. Secondary OVP circuit

Feed back

迴授電路會依輸出負載大小反應在 FB(PIN 2)上, 以下是描述 FB(PIN 2)電壓與內部動作之關係:

若 FB(PIN 4)電壓為 3.6V 以上, 則 PWM 是工作在 Duty Max 85%情況下.

若 FB(PIN 4)電壓為 1.95~1.15V 之間, 則 PWM 是工作在降頻階段, 最低頻率不低於 20KHz (音頻範圍).

若 FB(PIN 4)電壓為 1.15V 以下, 則 PWM 進入 Burst mode 階段, 其 Burst 的簇群頻率是由外部條件而定.

請您務必注意 FB(PIN 4)在 Energy Star 測試條件時的波形, 因為此波形(Burst 的簇群頻率)之頻率越低, 則在輕載時的 Switching loss 將會更低. 在調整 Burst 的簇群頻率之前, 必須先確定是否還有不必要的損耗: 如 LED 的提升電阻是否設計在 1.8mA? 使用高亮度 LED? R11, R15, R16 是否只太小? 其他參考電路是否消耗太大? 您可以調整 R12, R13, R14, C12, IC3, Rise Time...等等, 並觀察 FB(PIN 4)波形, 以達到降低 Burst 的簇群頻率的效果.

如圖 Fig. 1-8 所示.

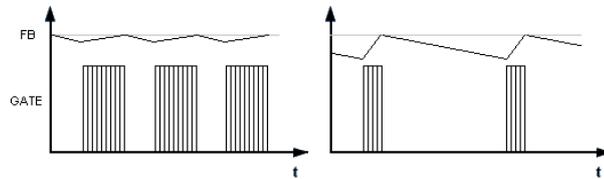


Figure 1-8. Dip Burst mode to reduce the switching loss of MOSFET

Drive:

依 24W adaptor 實際案例. LY9528 我們建議, R6 用 51---510 ohm 就能達到 EMI Radiation 與效率; 溫度雙贏的效果. BiCMOS 40V 的製程, 使得 VDD(PIN 3) 不易因為安規 ABNORMAL TEST 被擊潰, 而且我們還有設計將內部 GATE 限制於 18V 以下, 以免操作於 24V 時, 將僅有 20V VGS 耐壓的 MOSFET 擊斃. 因此, 您可以放心的設計 VDD(PIN3) 高於 20V 情況操作. LY9258 中我們選用的是 $V_{DS} \geq 650V$. $V_{GS}: +/-30V$.

關於 VDD 到 VDD-G 電阻: 考慮到 EMI Radiation 與效率; 溫度雙贏的效果. 我們建議如下:

LY9523 :用 100 ohm---1K ohm 範圍.

LY9525 :用 100 ohm---1K ohm 範圍.

LY9526 :用 100 ohm---820 ohm 範圍.

LY9527 :用 51 ohm---510 ohm 範圍.

LY9528 :用 51 ohm---510 ohm 範圍.

Protection.

如前面所述, LY952X 有 OVP 與 UVLO 之外, 另有 OTP, OLP, SCP, 等對策:

OTP 通過 IC 內部的 OTP 電路進入保護狀態. 方式: Auto recovery 模式, 當 IC 外圍電路. 環境溫度. INPUT 電壓 LOAD 發生異常時造成 IC 溫度上升. 當溫度上升到 155 度左右時 IC 內部的 OTP 電路開始保護 IC 這時沒有 PWM OUT. 只有溫度下降到 125 度左右後才能再一次有 PWM OUT.

OLP 過 LOAD 保護只有 Auto recovery 模式, 透過 FB(PIN 4) 電壓值與時間管理, 只要 FB(PIN 2) 超過 5.2V 並且持續 68mS 的時間, 內部 OLP 電路將進入保護狀態.

OCP 過電流保護 Auto recovery 模式: 透過占空比管理: 90V IN 占空比大. 當 IN PUT 電壓上升時占空比變小 IC 內部 Sense 保護電壓成比例下降. 從而實現高低電壓 IN 時 OCP 保護點大概一致.

SCP 短路保護必須要靠 VDD(PIN 3) 低於 9V 來動作.

案例.

下面附圖為 STGL semiconductor 自行設計的 24W adaptor 外觀照片以及測試波形,

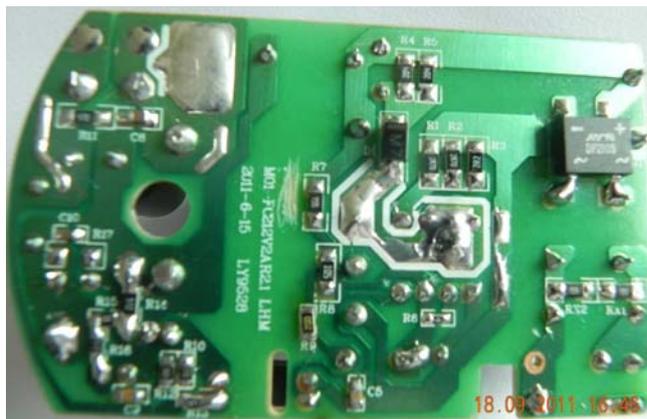
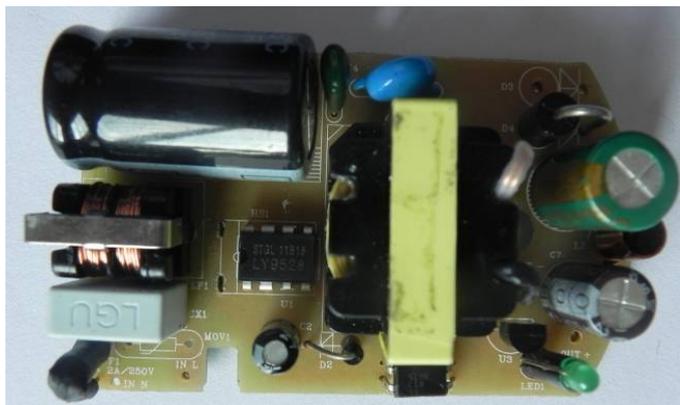


Figure 2-1 Demo Adaptor Top View.

Figure 2-2 Demo Adaptor Bottom View

LY9528+EE25						
	OUT:V	OUT:A	IN:W	Efficient	Average efficiency	Vds:V
90V50Hz	12.2800	2.0000	29.3200	83.77%		266.00
	12.2800	0.0000	0.1300			
115V50Hz	12.2800	2.0000	28.5300	86.08%	86.28%	306.00
	12.2800	1.5000	21.2500	86.68%		
	12.2800	1.0000	14.1000	87.09%		
	12.2800	0.5000	7.2000	85.28%		
	12.2800	0.0000	0.1600			
230V50Hz	12.2800	2.0000	28.3400	86.66%	86.08%	472.00
	12.2800	1.5000	21.2400	86.72%		
	12.2800	1.0000	14.3200	85.75%		
	12.2800	0.5000	7.3500	83.54%		
	12.2800	0.0000	0.2100			
264V50Hz	12.2800	2.0000	28.4600	86.30%		508.00
	12.2800	0.0000	0.2400			

以上测试为 PCBA 上的 Eff.

Figure 2-3 E ff Test

以下为 Vds 在不同的 INPUT 电压.OUTPUT:12V2A 测试的波形.探头为:100:1.

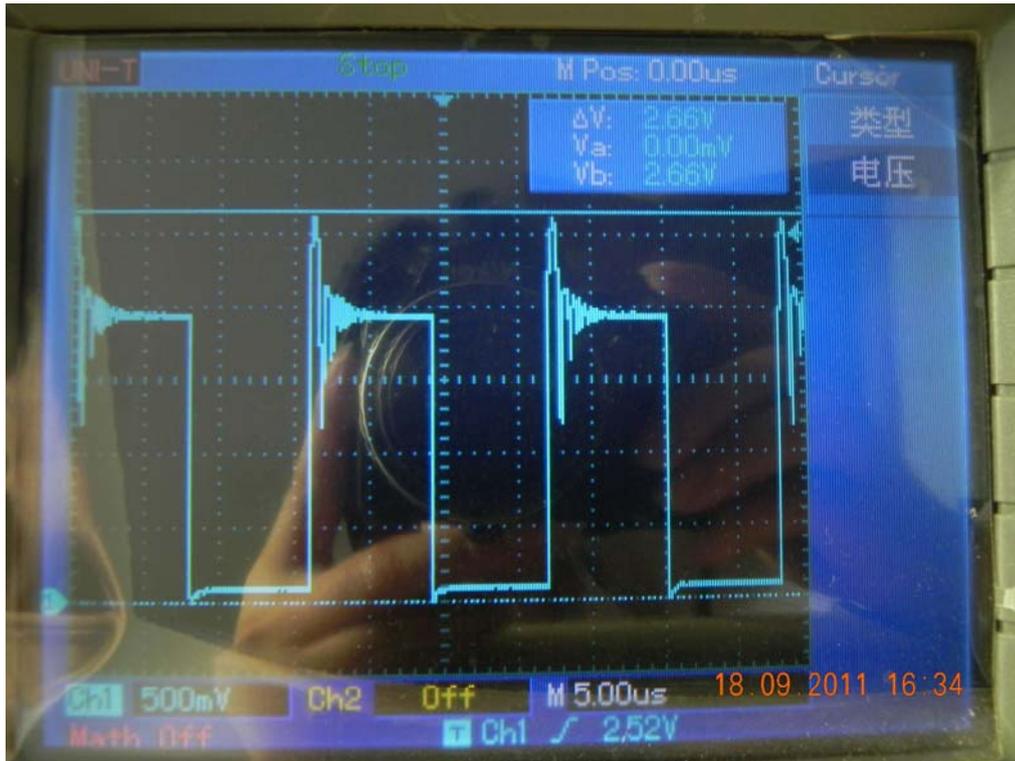


Figure 2-3 INPUT:AC90V50Hz VDS:266V

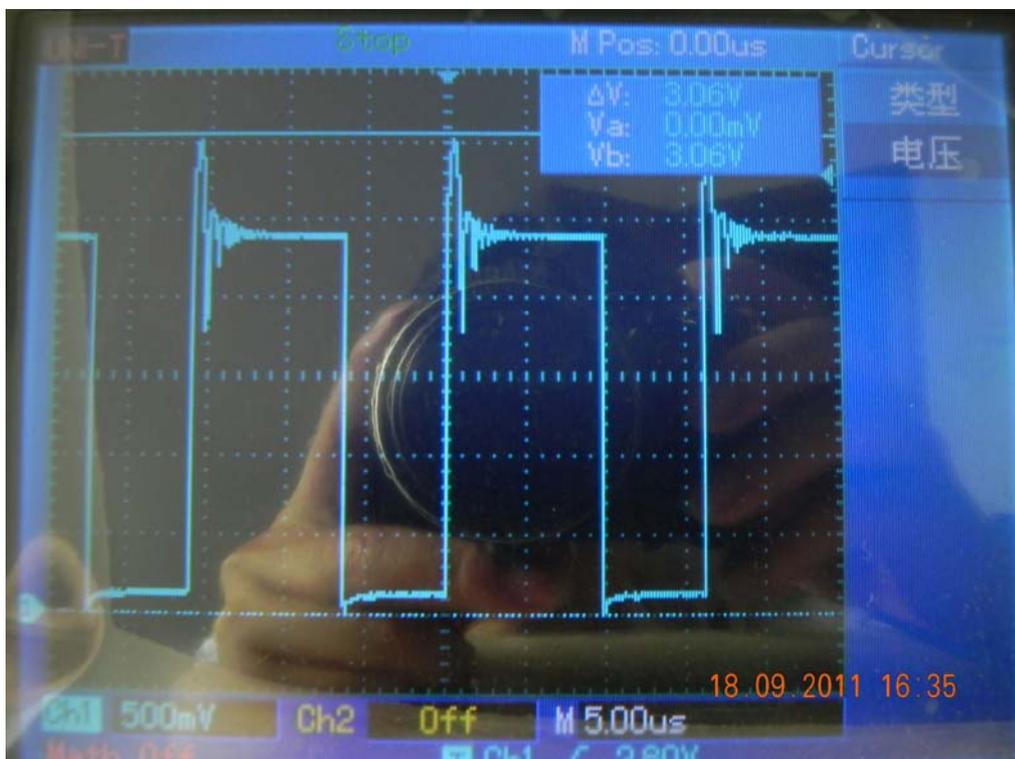


Figure 2-4 INPUT:AC115V50Hz VDS:306V

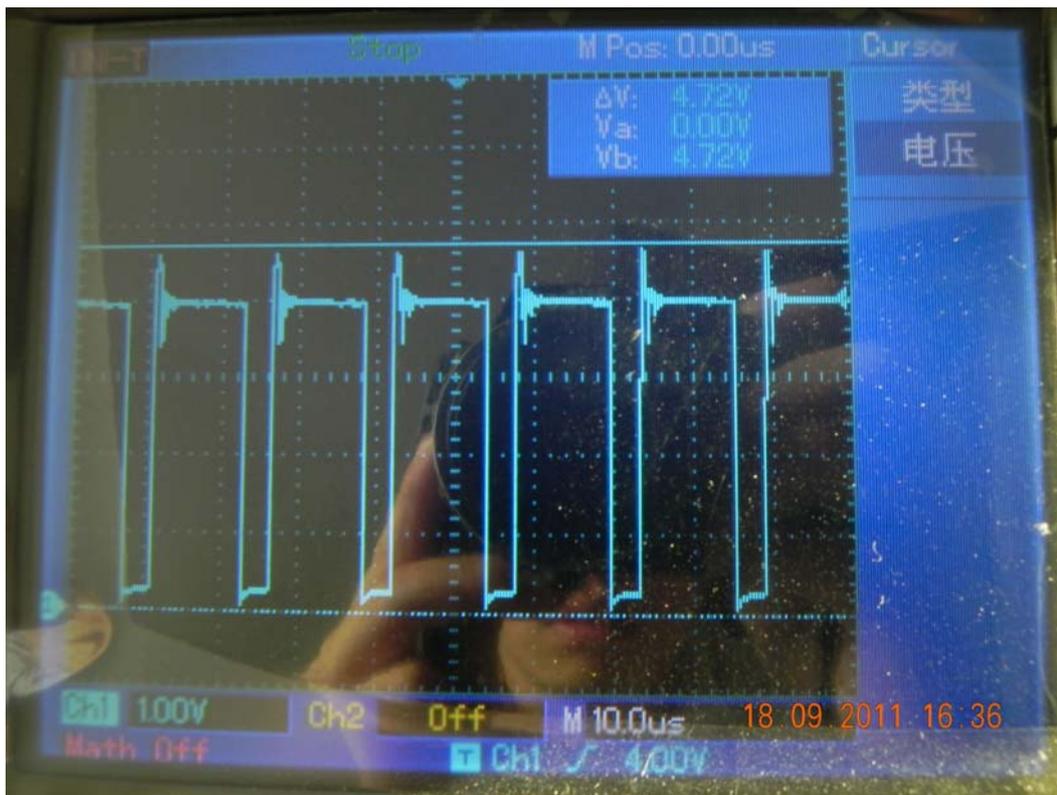


Figure 2-5 INPUT:AC230V50Hz VDS:472V

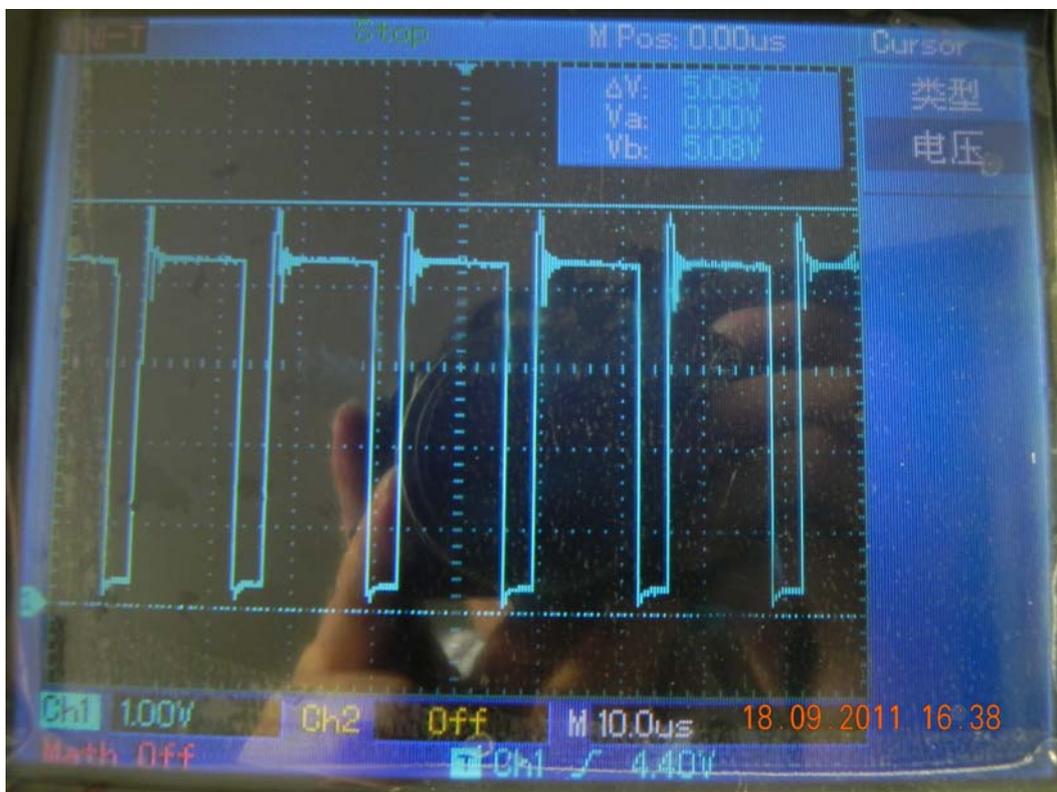


Figure 2-6 INPUT:AC264V50Hz VDS:508V

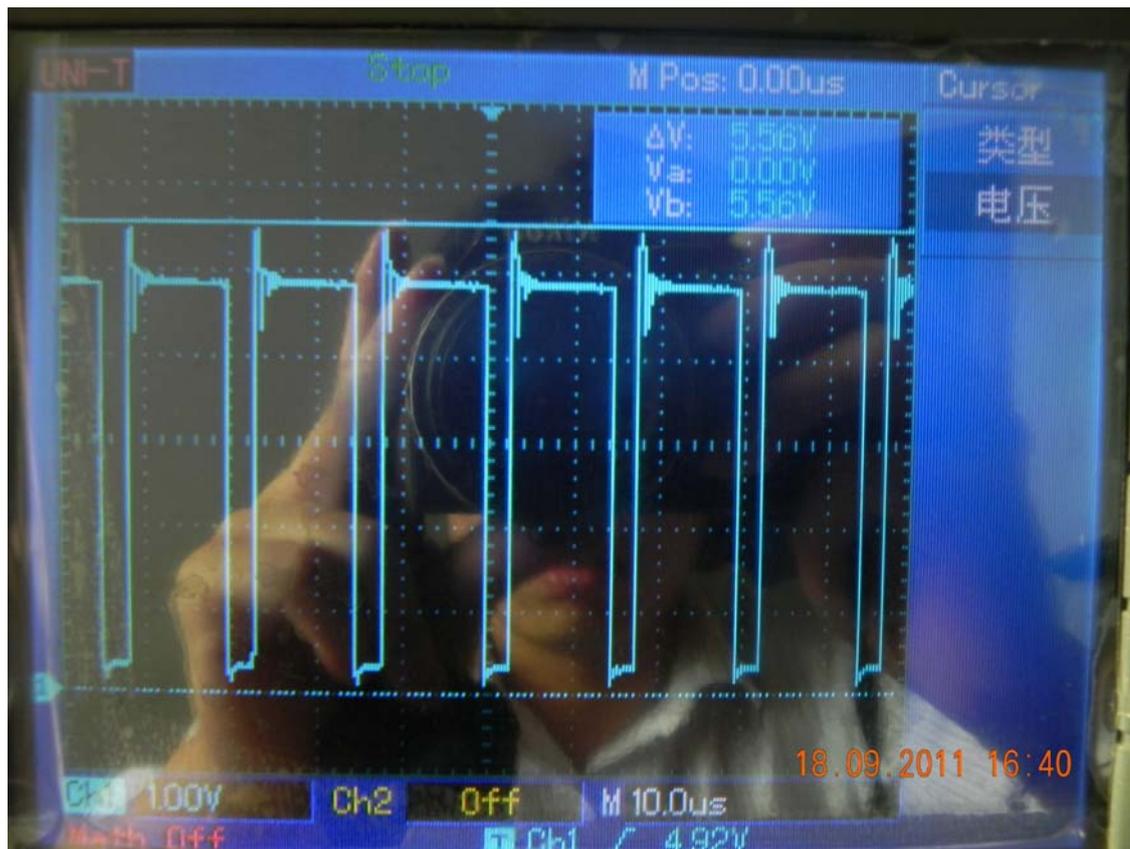


Figure 2-7 INPUT:AC295V50Hz VDS:556V