

# 280W 变压器计算及 L6599 零件设定

Designer by 154600

2017-05-31

设计规格:

$V_O=14V$

$I_O=20A$

$F_{SW}=100KHz$

T: ETD34

$A_e=97mm^2$

$V_{NOM}=400V$

$V_{MIN}=340V$

## 一、变压器计算

设定  $\frac{1}{A} = \frac{L_m}{L_r} = 6$ , 则  $\frac{\omega}{\omega_0} = \sqrt{1+6} = 2.645$ ; 由  $F_{SW}=100KHz$  可得  $f_0 = \frac{100KHz}{2.645} = 37.8KHz$  (零件谐振频率)。

设定  $Q_{L40KHz}=1.7$

$$n = \frac{N_P}{N_S} = \frac{V_{NOM} * D}{V_O + V_D} = \frac{400 * 0.5}{14 + 0.4} = 13.89;$$

$$R_{AC} = \frac{8}{\pi^2} * n^2 * \frac{V_O + V_D}{I_O} = \frac{8 * 13.89^2 * 14.4}{\pi^2 * 20} = 112.59\Omega;$$

$$C_r = \frac{Q_{L37KHz}}{\omega_0 * R_{AC}} = \frac{1.7}{2 * \pi * 37.8 * 112.59} = 63.57nF;$$

设定  $Q_{L37KHz}=1$

$$C_r = \frac{Q_{L37KHz}}{\omega_0 * R_{AC}} = \frac{1}{2 * \pi * 37.8 * 112.59} = 37.39nF;$$

设定  $f_0=60KHz, Q_{L60KHz}=1$

$$C_r = \frac{Q_{L60KHz}}{\omega_0 * R_{AC}} = \frac{1}{2 * \pi * 60 * 112.59} = 23.55nF;$$

可以看出来最低的工作频率很低, 其  $C_r$  和  $\frac{1}{A} = \frac{L_m}{L_r}$  的值就很大; 因此以  $Q_L < 1$  为设定基础, 设置  $Q_L=0.6$ , 得:

$$C_r = \frac{Q_{L37KHz}}{\omega_0 * R_{AC}} = \frac{0.6}{2 * \pi * 37.8 * 112.59} = 22.43nF;$$

$$L = \frac{R_{AC}}{\omega_0 * Q_L} = \frac{112.59}{2 * \pi * 37.8 * 0.6} = 790\mu H;$$

$$L_m = 790\mu H * \frac{K}{K+1} = 677\mu H \cong 690\mu H, L_r = 790\mu H * \frac{1}{K+1} = 112\mu H \cong 115\mu H.$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r * C_r}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{115\mu H * 0.022\mu F}} = 100.05KHz, \text{ 接近设定值 } F_{sw}=100KHz。$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_r + L_m) * C_r}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(115\mu H + 690\mu H) * 0.022\mu F}} = 37.81KHz, \text{ 与理论值 } 37.8KHz \text{ 相差无几。}$$

## 二、工作频率设定

经由以上变压器的计算可以得到几个频率需求：

$$f_{min} = 80KHz$$

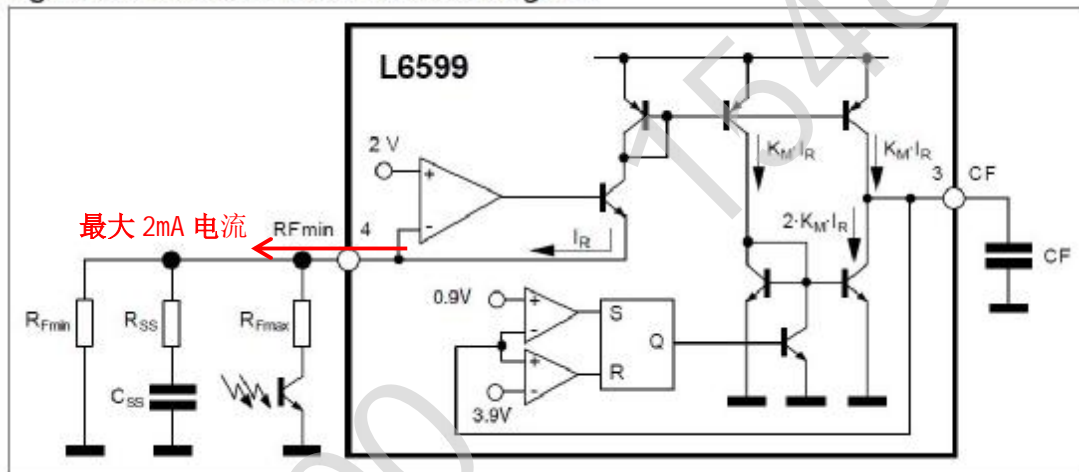
$$f_r = f_{sw} = 100KHz$$

$$f_{max} = 200KHz$$

$$f_{start} = 300KHz$$

$$C_f = 470pF$$

Figure 21. Oscillator's internal block diagram.



The oscillator is programmed externally by means of a capacitor (CF), connected from pin 3 (CF) to ground, that will be alternately charged and discharged by the current defined with the network connected to pin 4 (RF<sub>min</sub>). The pin provides an accurate 2V reference with about 2mA source capability and the higher the current sourced by the pin is, the higher the oscillator frequency will be. The block diagram of Figure 21 shows a simplified internal circuit that explains the operation.

首先计算频率：

$$f_{min} = \frac{1}{3 * C_f * R_{F_{min}}}, \quad R_{F_{min}} = \frac{V_{RF_{min}}}{I_f} = \frac{2V}{I_f}, \quad I_f = 2mA, \quad \text{得 } I_f = 6 * C_f * f。$$

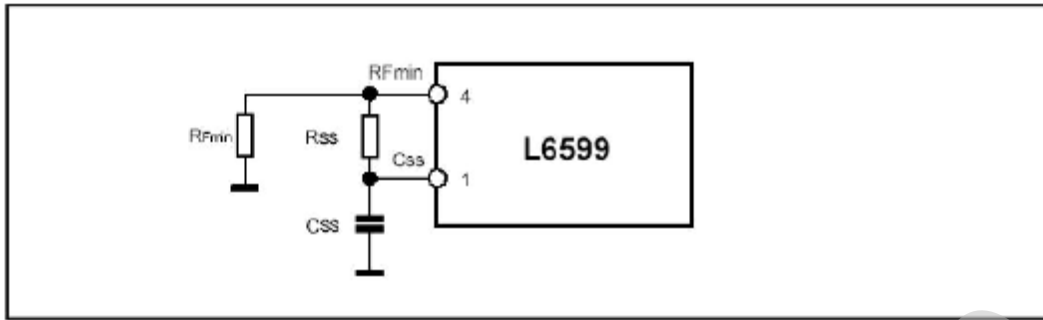
1、 $f_{min} = 80KHz$ ，此时光耦 OFF，Soft Start OFF。

$$I_f = 6 * 470pF * 80KHz = 0.2256mA, \quad R_{F_{min}} = \frac{V_{RF_{min}}}{I_f} = \frac{2V}{0.2256mA} = 8.86K \cong 9.1K。$$

2、 $f_{min} = 300KHz$ ， $I_{f_{start}} = 6 * 470pF * 300KHz = 0.846mA$ ，流经  $R_{SS}$  的电流为

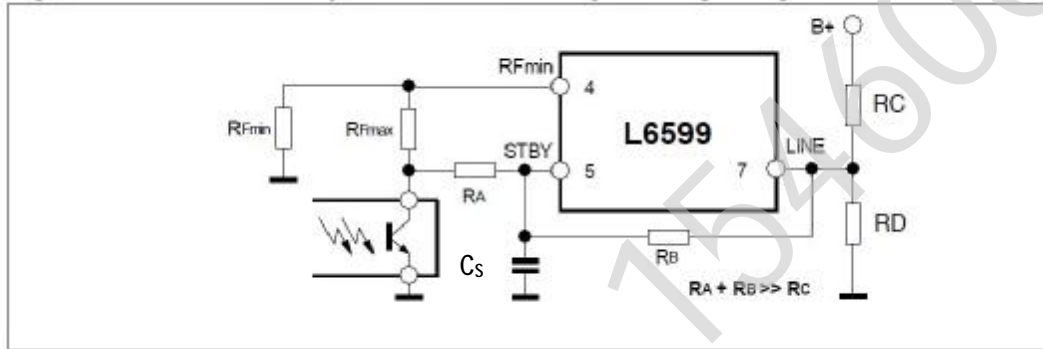
$$I_{f_{RSS}} = 0.846 - 0.2256 = 0.6204mA, \quad R_{SS} = \frac{2V}{0.6204mA} = 3.22K \cong 3.3K, \quad C_{SS} \geq$$

$\frac{3 \times 10^{-3}}{R_{SS}} = 0.909 \mu F \approx 1 \mu F$ 。(在实际应用中，通常将  $R_{SS}$  和  $C_{SS}$  组成的串联 RC 连接到 PIN-1( $C_{SS}$ )脚上作为软启动功能。)



3、 $f_{max} = 200KHz$ , 此时光耦 ON, 但在实际中因为光耦  $V_{SAT}$  的影响, 查的  $V_{ce} = 0.2V$ 。

Figure 24. Burst-mode implementation: wide input voltage range.

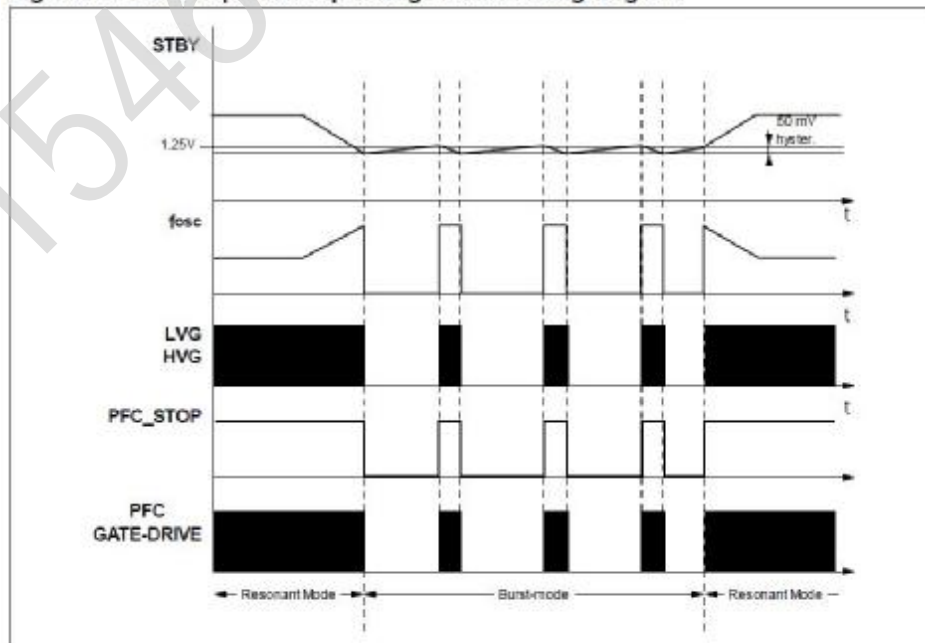


则:  $I_{f \max} = 6 * 470pF * 200KHz = 0.564mA$ , 流过光耦的电流为  $I_{f \ R_{Fmax}} =$

$0.564 - 0.2256 = 0.3384mA$ ,  $R_{F \ max} = \frac{2V-0.2V}{0.3384mA} = 5.32K \approx 5.1K$ ; 由于配合

PIN-5(STBY)的功能, 当高压轻载(空载)时进入 Burst-Mode, 当该引脚低于 1.25V (+5%)时就会启动该功能; 同时 PIN-9(STOP)引脚变为低电平, 用于关闭 PFC IC, 使得电源进入节能模式。根据经验值, 取  $R_A=39R$ ,  $C_S=4.7nF$ ,  $R_B$  暂时不使用。

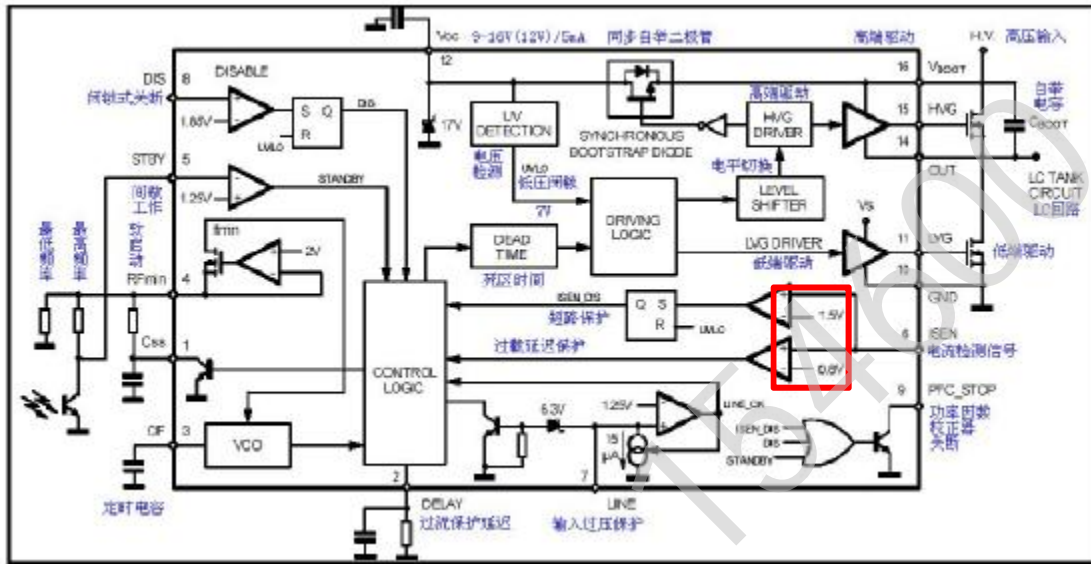
Figure 25. Load-dependent operating modes: timing diagram



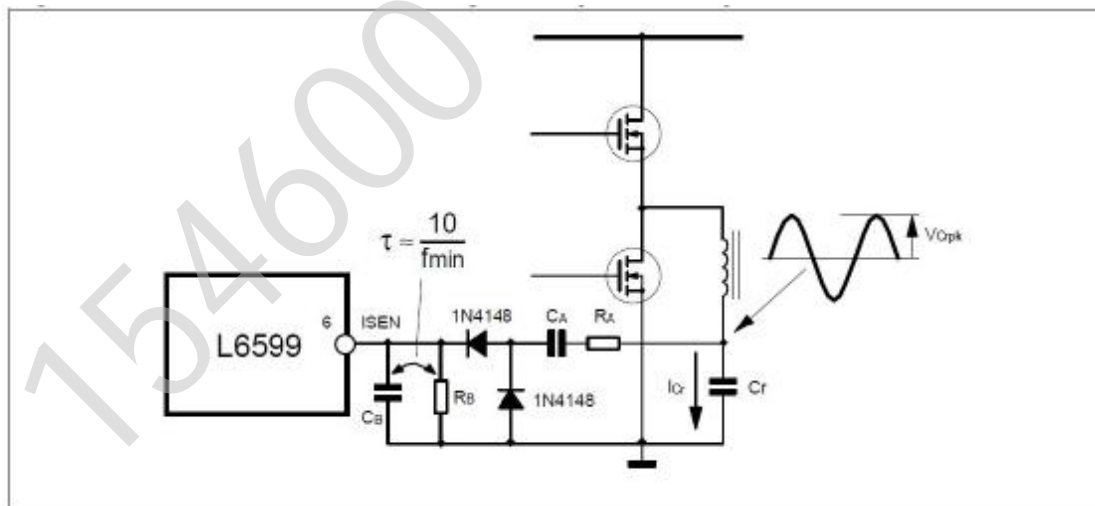
4、 $f_{max} = 180\text{KHz}$ ，则  $I_{f BURST} = 6 * 470\text{pF} * 180\text{KHz} = 0.2256\text{mA}$ ，但是必须使得 PIN-5 脚为 1.25V 时才会进入 Burst-Mode。

则： $1.25\text{V} = 0.2\text{V} + 0.282\text{mA} * R_{BURST}$ ， $R_{BURST} = \frac{1.25\text{V}-0.2\text{V}}{0.282\text{mA}} = 3.72\text{K} \cong 3.9\text{K}$ 。

### 三、OCP 采用电容分流的无损电流检测方法



当 PIN-6 (ISEN) 脚上的电压大于 0.8V 时，导致  $C_{ss}$  放电，从而导致震荡频率迅速增加，从而限制能量的传输；当该脚电压大于 1.5V 时，IC 将停机，并且闭锁门极驱动输出，同时下拉 PFC-STOP 引脚电平为低，关闭整个单元。



如果  $R_A$  与一只小电容  $C_A$  (不超过几百 pF,正好到限流峰值) 串联，电路工作像一个容性的分流器； $C_A$  的典型值的选择等于  $C_r/100$  或更小，这是一个低损耗型。检测电阻  $R_B$  由下列公式决定：

$$R_B = \frac{0.8\pi}{I_{Cr\ pkx}} * \left(1 + \frac{C_r}{C_A}\right)$$

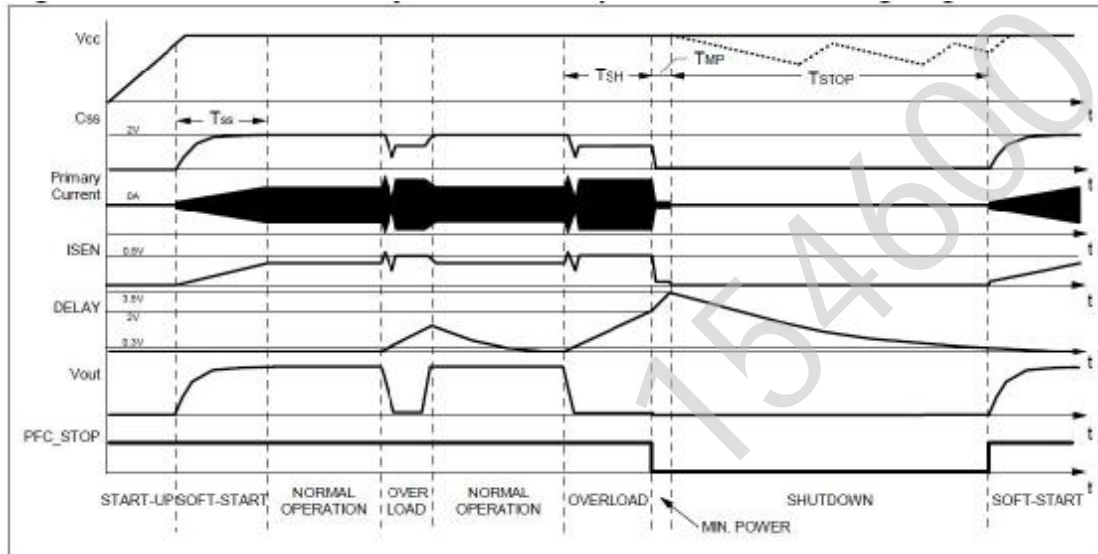
并且  $C_B$  由  $R_B * C_B = 10/f_{min}$  来确定。

如果与电阻  $R_A$  串联的电容  $C_A$ （几十  $\text{NF}$ ）不是很小，电路工作状态就像一个谐振电容  $C_r$  上的纹波电压通过这个传感器，在电流变换时涉及到  $C_r$  的电抗。再一个， $C_A=C_r/100$  或更小，这一次不一定是低损耗型。检测电阻  $R_B$  由下列公式决定：

$$R_B = \frac{0.8\pi}{I_{Cr \text{ pkx}}} * \left( \frac{\sqrt{R_A^2 + X_{C_A}^2}}{X_{C_r}} \right)$$

这里， $C_A$  的电抗  $X_{C_A}$  和  $C_r$  的电抗  $X_{C_r}$  应该是在  $I_{crpk}=I_{crpkx}$  所对应的适当频率下的值，再则， $C_B$  由  $R_B * C_B = 10/\text{fmin}$  来确定。

无论使用那一种方法， $R_B/C_B/R_A/C_A$  都要进行实际实验来确定。



$$T_{MP} = 10 * C_{DELAY}, T_{STOP} = R_{DELAY} * C_{DELAY} \ln \frac{3.5}{0.3} \approx 2.5 R_{DELAY} * C_{DELAY}$$

$C_{DELAY}$  上的电压如果达到  $2V$  时，IC 就会关闭并且充电到  $3.5V$ ，然后再等到被放电到  $0.3V$  时，IC 才会重启。同时  $PFC\_STOP$  也会动作。

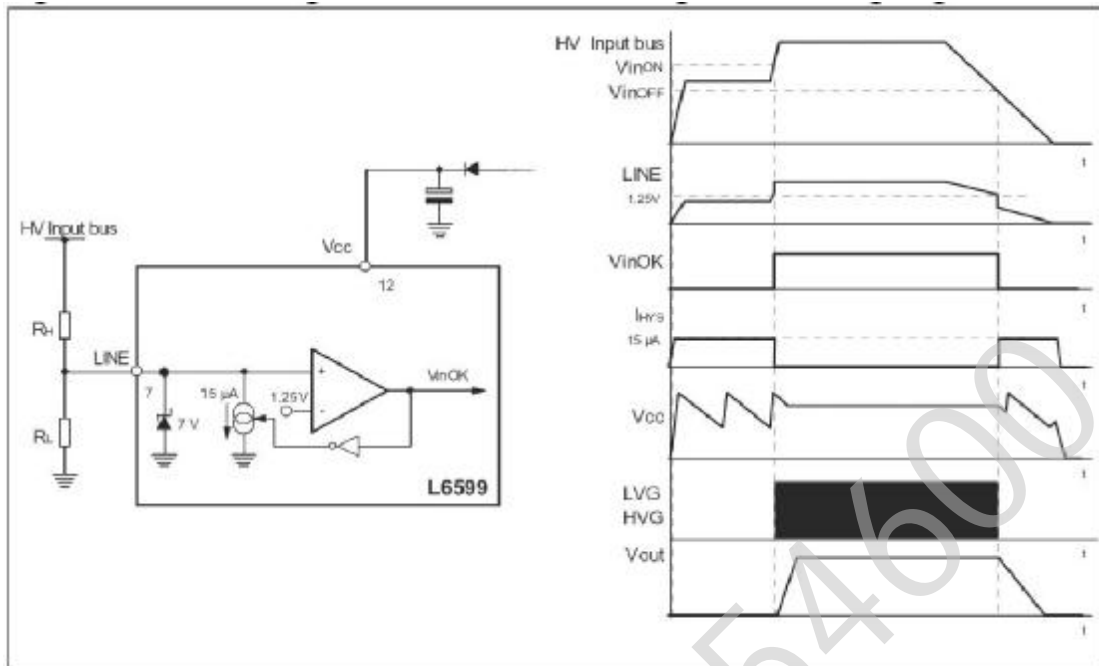
$T_{SH}$  的时间并没有一个固定的计算，大约是  $C_{DELAY}=1\mu\text{F}$  对应  $T_{SH}=100\text{ms}$ 。

所以选择  $C_{DELAY}=22\text{NF}$ ， $R_{DELAY}=1M$ 。

计算得  $T_{MP}=10*0.22\mu\text{F}=2.2\mu\text{S}$ ， $T_{STOP}=2.5*1M*0.22=0.55\text{S}$ 。

如果  $I_{SEN}$  电压超过  $1.5V$ ，IC 将关机保护，只有等  $UVLO$  发生后才会再次启动 IC。

#### 四、输入电压检测



输入电压检测功能,当 PIN-7(LINE)脚的电压达到 1.25V 以及 PIN-8(DIS)脚的电压低于 2V, 并且 VCC 大于 10V 时, IC 才会启动。

$$R_H = \frac{V_{inON} - V_{inOFF}}{13 * 10^{-6}} = \frac{360 - 340}{13 * 10^{-6}} = 1538K$$

$$R_L = R_H * \frac{1.24}{V_{inOFF} - 1.24} = 1538 * \frac{1.24}{340 - 1.24} = 5.62K \cong 5.6K$$

如果 LINE 脚的电压超过 7V 时, IC 将停止工作, 低于 7V 将恢复工作。