

集成电路测试

实验指导书



电子工程学院

Buck 型 DC-DC 电压变换器

一、实验目的

- 1、学习 DC-DC 电压变换器的工作原理和主要技术指标。
- 2、掌握集成电路的基本测试方法。

二、实验设备

- 1、Buck 型 DC-DC 电压变换器电路套件一套（包括：电路板一块，LM2596 芯片一个和外围电路元件若干）。
- 2、直流电源，外用表和示波器。

三、实验原理

1、DC-DC 电压变换器

- DC/DC 转换器的功能是将一定范围内的输入直流电压转变为某一固定输出直流电压的一种电压转换器。
- DC/DC 转换器分为三类：升压型 DC/DC 转换器(Boost 型)、降压型 DC/DC 转换器（Buck 型）以及升降压型 DC/DC 转换器（Boost-Buck 型）。
- 根据需求可采用三种控制模式：PWM 控制型效率高并具有良好的输出电压纹波和噪声；PFM 控制型在长时间使用，尤其是轻载时具有耗电小的优点；PWM/PFM 转换型在轻载时实行 PFM 控制，而在重负载时自动转换到 PWM 控制。
- 目前 DC-DC 转换器被广泛应用于手机、MP3、数码相机、及其他便携式媒体播放器等产品中。

2、LM2596 简介

LM2596 开关电压调节器是降压型电源管理单片集成电路，能够输出3A 的驱动电流，同时具有很好的线性调整率和负载调整率。固定输出版本有3.3V、5V、12V，而可调版本则可以根据用户需求输出 1.2V~37V 之间的各种电压。

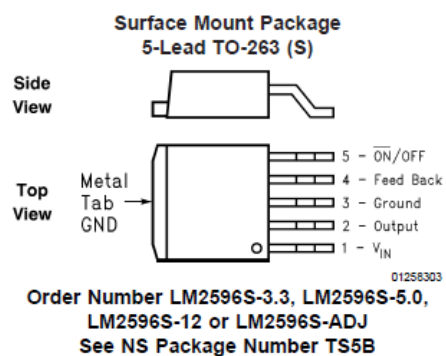
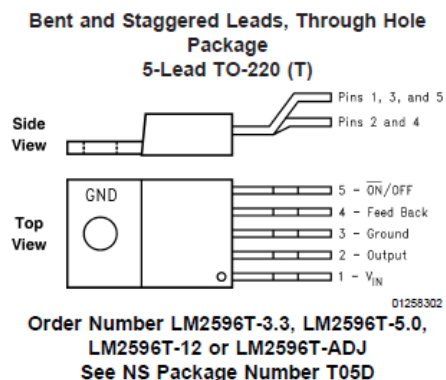
该器件内部集成频率补偿和固定频率发生器，开关频率为 150KHz，与低频开关调节器相比较，可以使用更小规格的滤波元件；由于该器件只需4 个外接元件，且可以使用通用的标准电感，这更优化了LM2596 的使用，极大地简化了开关电源电路的设计；其封装形式包括标准的 5 脚TO-220 封装（DIP）和5 脚TO-263 表贴封装（SMD）；在特定的输入电压和输出负载的条件下，输出电压的误差可以保证在 $\pm 4\%$ 的范围内，振荡频率误差在 $\pm 15\%$ 的范围内；可以用仅 $80\mu A$ 的待机电流，实现外部断电；具有自我保护电路（一个两级降频限流保护和一个在异常情况下断电的过温完全保护电路）

A、芯片主要特点概括如下：

- ※ 3.3V、5V、12V 的固定电压输出和可调电压输出
- ※ 可调输出电压范围 $1.2V \sim 37V \pm 4\%$
- ※ 较好的输出线性调整率和负载调整率
- ※ 输出电流可高达 3A
- ※ 输入电压可高达 40V
- ※ 采用 150KHz 的内部振荡频率，功耗小、效率高
- ※ 低功耗待机模式，IQ的典型值为 $80\mu A$
- ※ TTL 断电能力
- ※ 具有过热保护和限流保护功能
- ※ 封装形式：TO-220（T）和TO-263（S）
- ※ 外围电路简单，仅需 4 个外接元件，且使用容易购买的标准电感

B、芯片管脚图

Connection Diagrams and Ordering Information

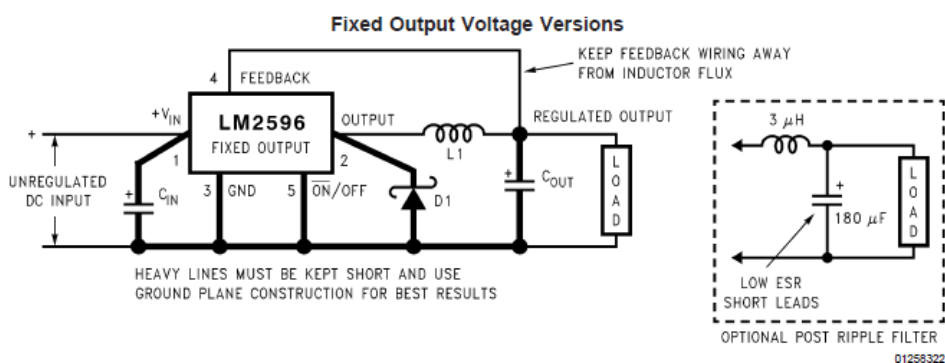


C、LM2596 的电学特性参数请参见 Datasheet。

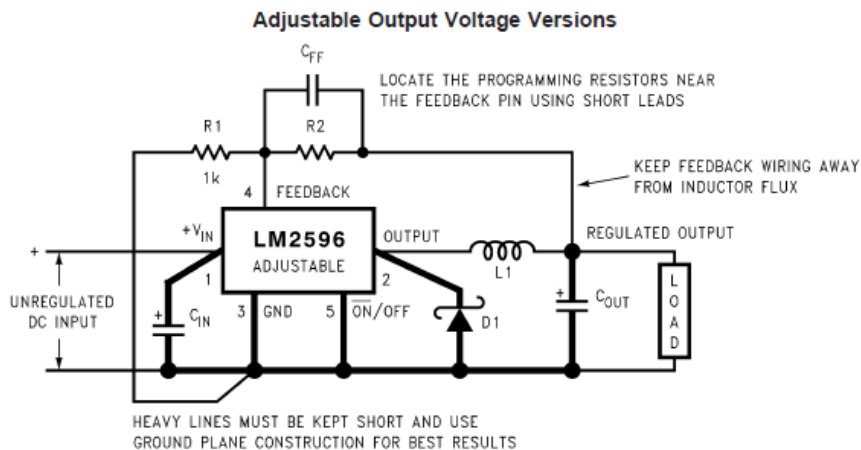
3、LM2596 的典型应用电路

A. 固定输出电压

Test Circuit and Layout Guidelines



B. 可调输出电压



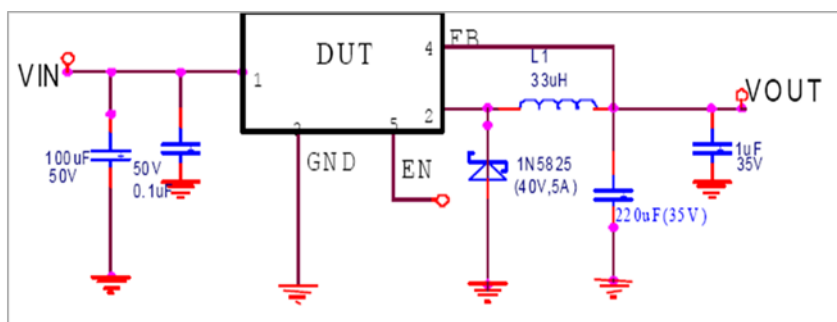
$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

where $V_{REF} = 1.23V$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

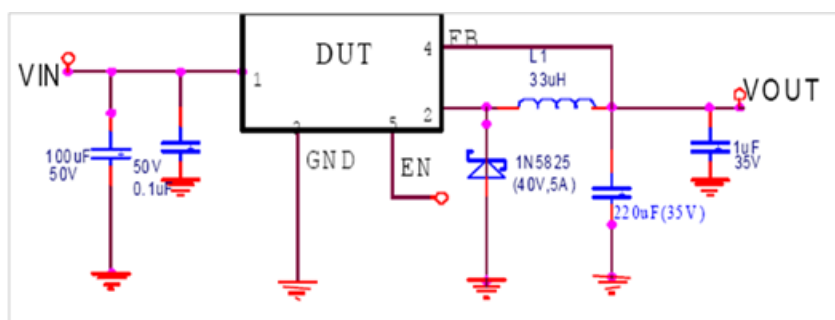
四、主要参数及其测试方法

1、输出电压 V_{out}



依上图将外围电路接好后，**Vin**给输入，**EN**接地，测量电感后的直流电压，元件越靠近产品，其测试结果越稳定。

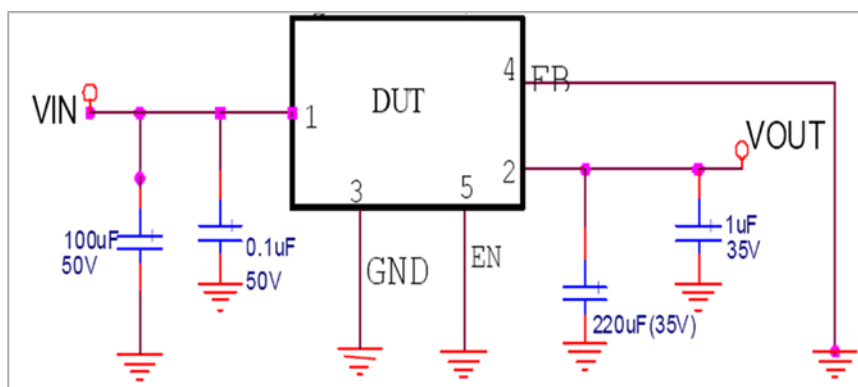
2、转换效率 η



依上图将外围电路接好后，**Vin**给12V输入，**EN**接地，**Vout**接3A负载，测量电感后的直流电压。

$$\eta = (V_{out} * I_{out} / V_{in} * I_{IN}) * 100\%$$

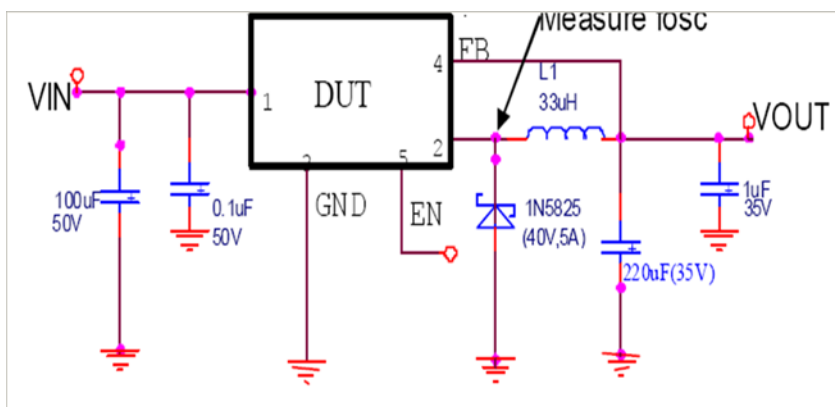
3、饱和电压



依上图将外围电路接好后，**Vin**给12V输入，**En**和**FB**接地，**Vout**接3A负载，测量**Vin**和**Vout**。

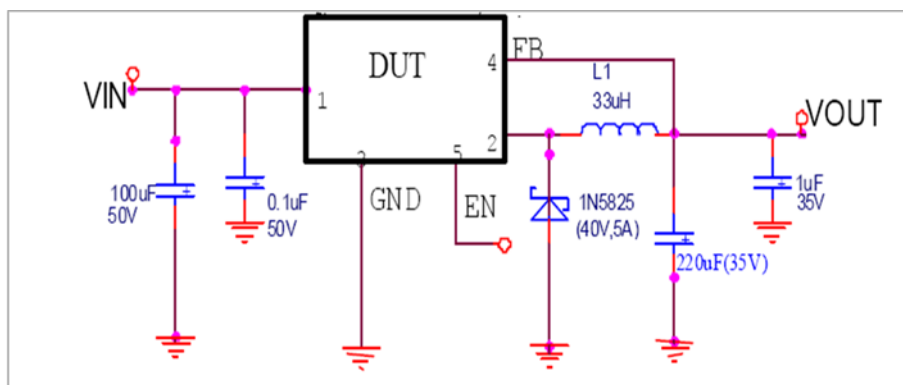
$$V_{sat} = V_{in} - V_{out}$$

4、振荡频率 f_{osc}



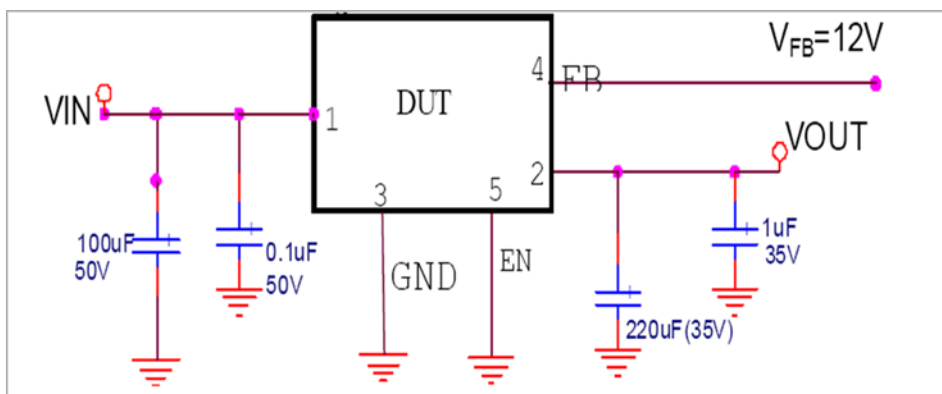
依上图将外围电路接好后， V_{in} 给12V输入， $GND=EN$ 接地， V_{out} 接0.5A负载，测量PIN 2端 f_{osc}

5、待机静态电流 I_{STBY}



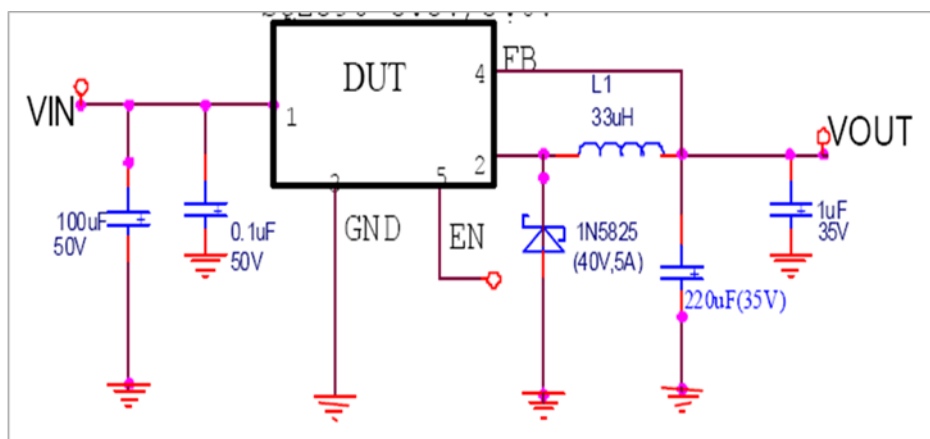
依上图将外围电路接好后， V_{in} 给12V输入， GND 接地， EN 给5V，测量 V_{in} 管脚的输入电流，由于 EN 给5V，器件截止，此时无输出。

6、静态电流 I_Q



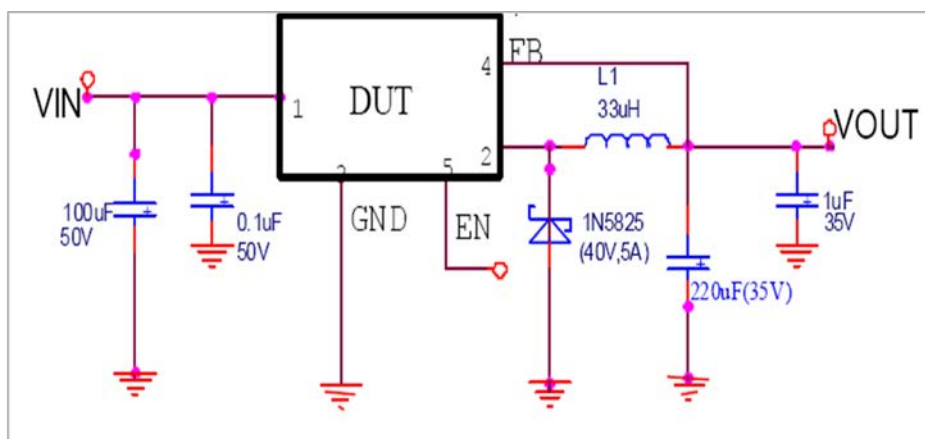
依上图将外围电路接好后， V_{in} 给12V输入， GND 接地， EN 接地， FB 给12V， V_{out} 悬空，测量此时 V_{in} 管脚的输入电流。

7、最大极限电流 I_{CL}



依上图将外围电路接好后， V_{in} 给12V输入， $GND=EN$ 接地， V_{out} 接负载，逐渐提高负载电流，当 V_{out} 停止输出时，此时的负载电流即是最大极限电流。

8、开关管脚逻辑输入阈值电压 V_H 和 V_L



依上图将外围电路接好， V_{in} 给12V输入， GND 接地， V_{out} 接0.5A负载， EN 从0.6V开始逐渐递增至2.0V，当 EN 递增至某一值时， $V_{out}=0$ （判定取小于正常输出电压的50%）此时对应的 EN 管脚电压值就是 V_H 。

同理，当 $V_{out}=0$ 时， EN 从翻转点开始逐渐递减至0.6V，期间 V_{out} 由无输出变成有输出时， EN 管脚的电压值为 V_L 。

五、实验内容及步骤

（一）完成电路的物理连接。

1、识别器件；2、焊接电路。

（二）调试电路使其具有BUCK型电压变换器的功能（根据实际器件情况）。

1、固定输出电压5V。

2、固定输出电压12V。

3、可调输出电压。

(三) 室温测试下表中的电气参数, 对照 Datasheet 中的 Spec.判断电路是否正常工作。

参数	参数说明	测试条件	测量值	单位
V _{out}	输出电压	V _{in} =12V I _{Load} =3A		
η	转换效率	V _{in} =12V I _{Load} =3A		
V _{sat}	饱和电压	V _{in} =12V I _{Load} =3A		
F _{osc}	振荡频率	V _{in} =12V I _{Load} =0.5A		
I _{STBY}	待机静态电流	V _{in} =12V V _{EN} =5V		
I _Q	静态电流	V _{in} =12V V _{FB} =12V V _{out} 悬空		
I _{CL}	最大极限电流	V _{in} =12V		
V _H	最低截止控制电压	V _{in} =12V I _{Load} =0.5A		
V _L	最高开启控制电压	V _{in} =12V I _{Load} =0.5A		

六、实验报告要求

- 1、绘出VIN, VOUT和PIN2的电压波形。
- 2、完成实验报告, 写出完成电路的步骤与方法。

七、思考题

- 1、线性调整率如何测试?
- 2、负载调整率如何测试?