

简易直流稳压电源

摘要 系统由直流稳压电源部分、数控部分及显示部分组成，电源输出由不可调直流电压 $\sim 12V$ 和以 $0.01V$ 为步进的 $0V\sim +12V$ 可调直流电压两路组成。其中直流稳压电源的可调部分电路利用LM317和电压补偿电路较好的解决了输出电压从 $0V$ 起调到 $12V$ 。另外核心部分为：采用数字电路实现输出电压的控制。采用加减计数器，通过加减键实现加计数或减计数。将计数器的输出通过开关管驱动继电器的电磁线圈，通过继电器的动作实现电压检测电阻的切换，实现输出电压的控制。同时通过计数器和译码器驱动器，最终电压值显示到数码管组上。

关键字：整流；滤波；稳压；数控；可调；显示

1设计要求

主要技术指标与要求

- 1. 输出电压 $\pm 12V$ ；
- 2, 输出电流 $400mA$ ；
- 3. 输出电压数字显示，显示精度优于 $\pm 0.1\%$ 。
- 4, 输出电压在 $0\sim 12V$ 之间连续可调。

发挥部分

- 1电压调节方式为：以 $0.01V$ 为步进加或减；
- 2通过按键对可调电压输出一路进行预置数， $0V\sim 12V$ 的整数电压值可作为预置数。

2整体方案设计

2.1设计思路

直流稳压电源一般由电源变压器、整流滤波电路、及稳压电路组成，其基本原理框图如图2.1所示。

- (1) 首先选用合适的电源变压器将电网电压降到所需要的交流电源。
- (2) 降压后的交流电压，通过整流电路整流变成单项脉动直流电压。直流脉动电压经过滤波电路变成平滑的、

脉动小的直流电压，即滤除交流成分，保留直流成分，滤波电路一般有电容组成，其作用是把脉动直流电压中 的大部分纹波加以滤除，以得到较平滑的直流电压。

（3）稳压电路：稳压电路的作用适当外界因素（电网电压、负载、环境温度）发生变化时，能是输出直流电压不受影响而维持稳定的输出。

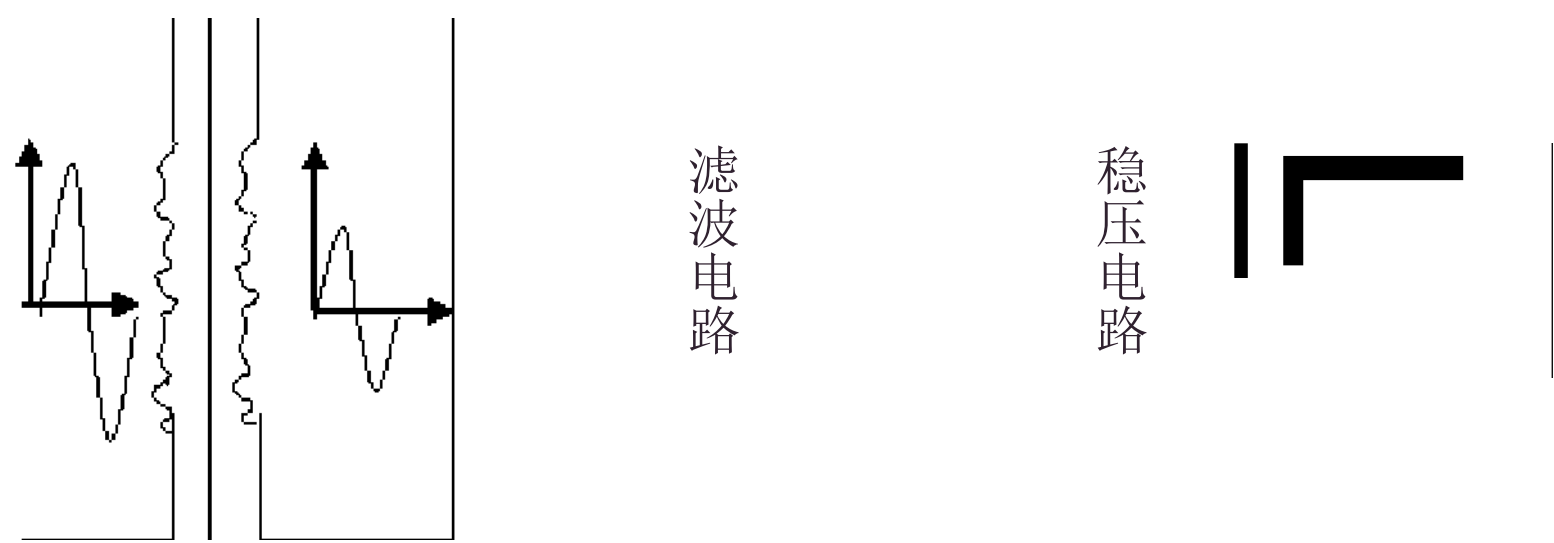


图2.1直流稳压电源基本原理框图

2.2总体方案论证与选择

该系统总体方案设计主要在可调电压输出部分，其要求是输出电压从0V开始连续可调。因此，以下主要对三种方案进行论证与选择

方案1：晶体管串联式直流稳压电路。电路框图如图2所示，该电路中，输出电压经取样电路取样后得到取样电压，取样电压与基准电压进行比较得到误差电压，该误差电压对调整管的工作状态进行调整，从而使输出电压发生变化，该变化与由于供电电压发生变化引起的输出电压的变化正好相反，从而保证输出电压为恒定值（稳压值）。因输出电压要求从0V起实现连续可调，因此要在基准电压出设计辅助电源，用于控制输出电压能够从0V开始调节。

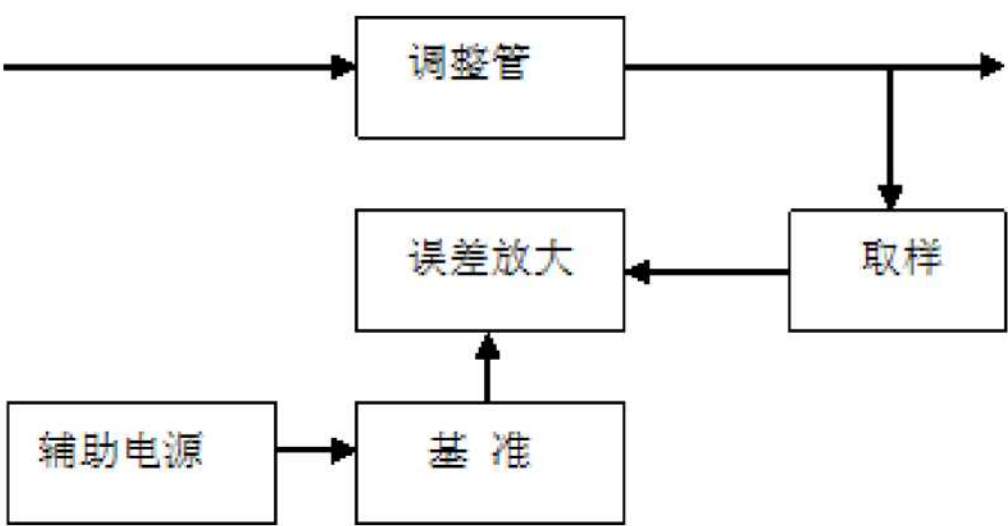


图2.2方案1 -----串联式稳压电路的框图

单纯的串联式直流稳压电源很简单，但增加辅助电源后，电路比较复杂，由于都采用分立元件，电路的可

靠性难以保证。

方案2：采用三端可调集成稳压器电路。它采用输出电压可调且内部有过载保护的三端集成稳压器，输出电压调整范围宽，设计一电压补偿电路可实现输出电压从0V起连续可调。该电路所用器件较少，成本低且组装方便、可靠性高。

电压连续可调可通过与稳压器相连的可调电阻来实现。而改变该电阻有两种方法：一种是采用滑动变阻器的方式，另一种则通过数字电路控制一个电阻网络，使相应电阻按要求接入电路。考虑到后者可以使本系统的设计与模数电相结合，且有以步进方式连续调节电压并实时显示的优势，故采取数控方式。其主要特点在于使用一套加减可逆十进制计数器完成控制功能、十进制计时器通过译码后驱动数码管显示输出电压值。框图如图3所示。

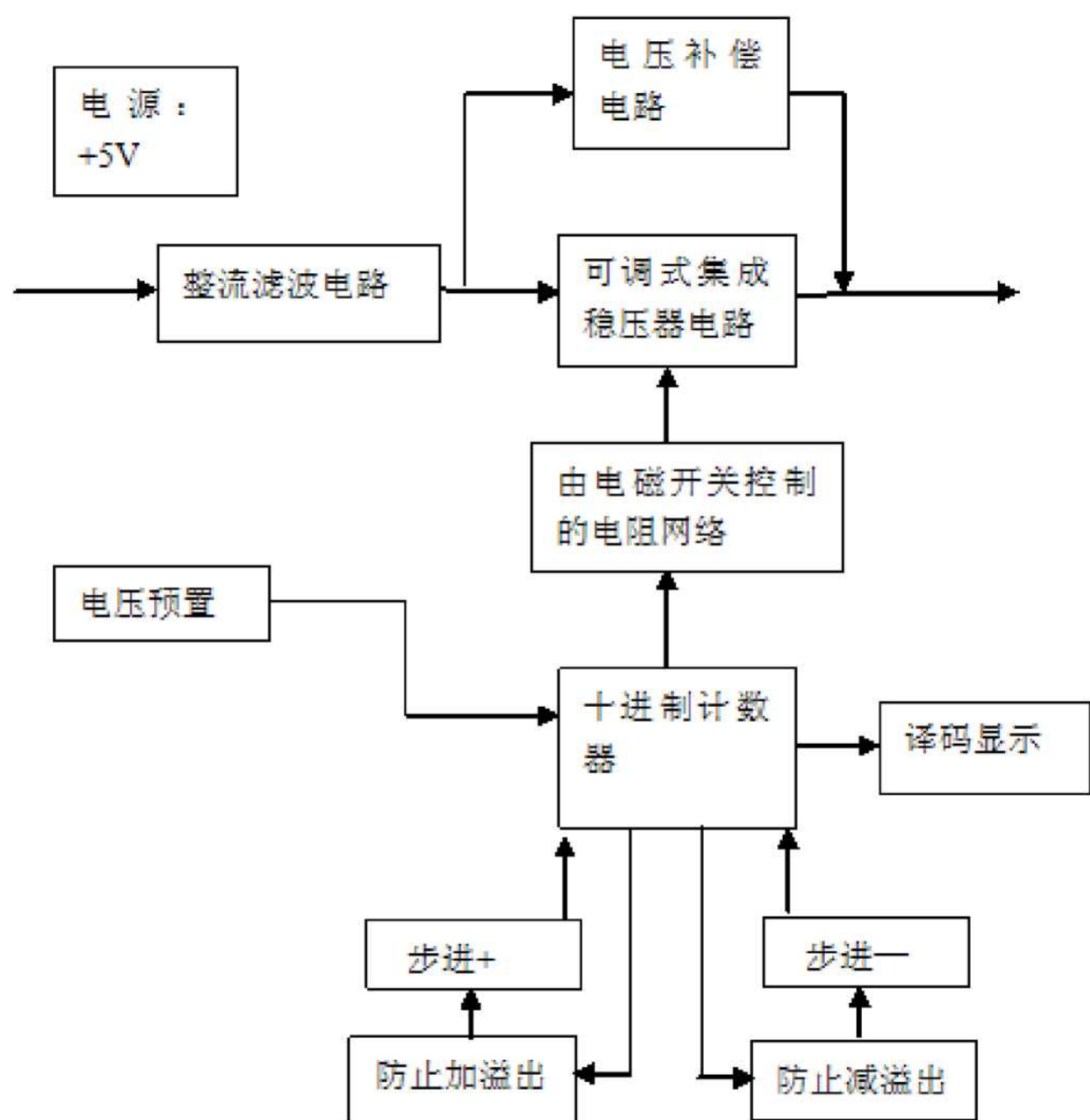


图2. 3方案2的框图

方案3：此方案的控制部分采用单片机，输出部分不再采用调整管或稳压器方式，二十载D/A转换之后，经过问低昂的功率放大得到输出电压。采用单片机编程，一定程度上增加了系统的灵活性。此方案框图如 图4所示。

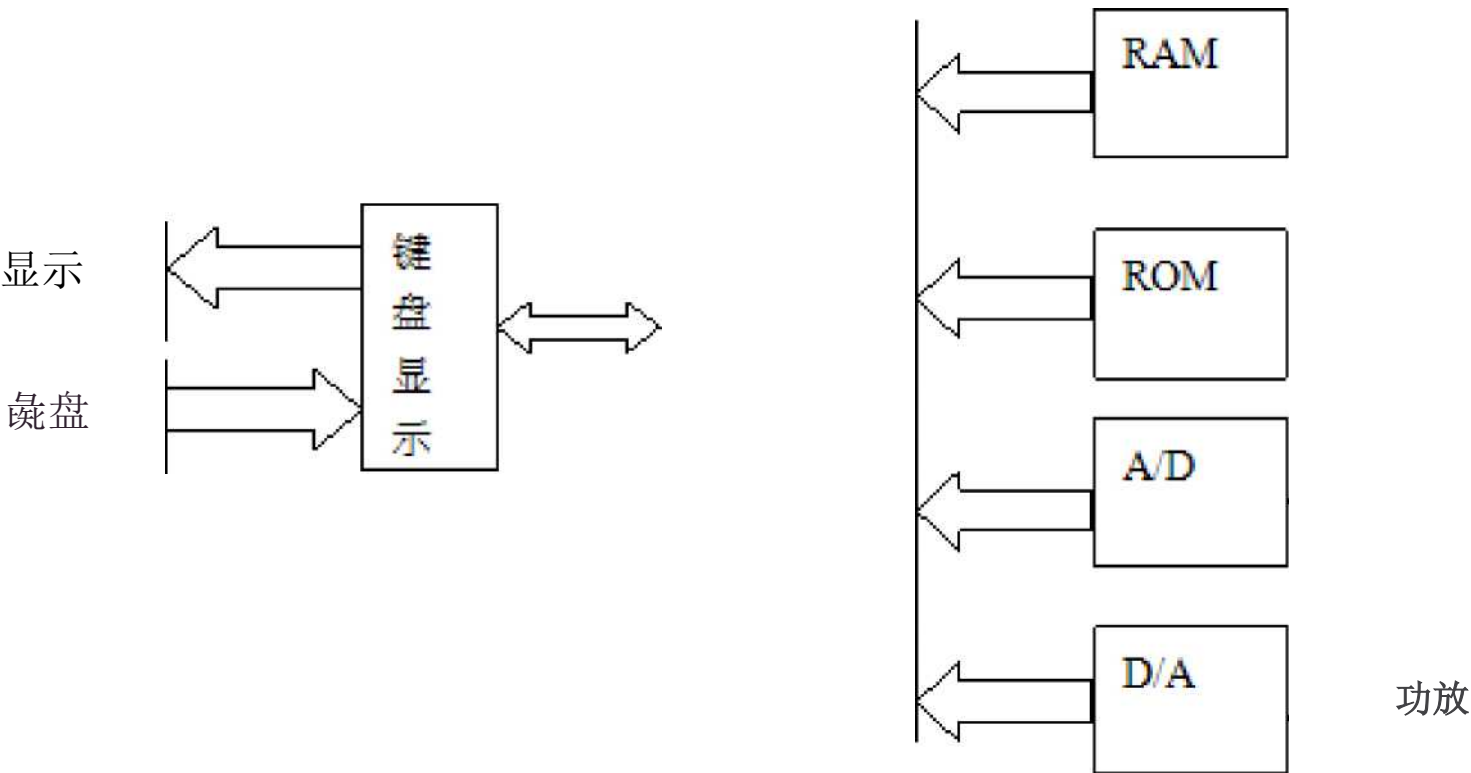


图2. 4方案3的框图

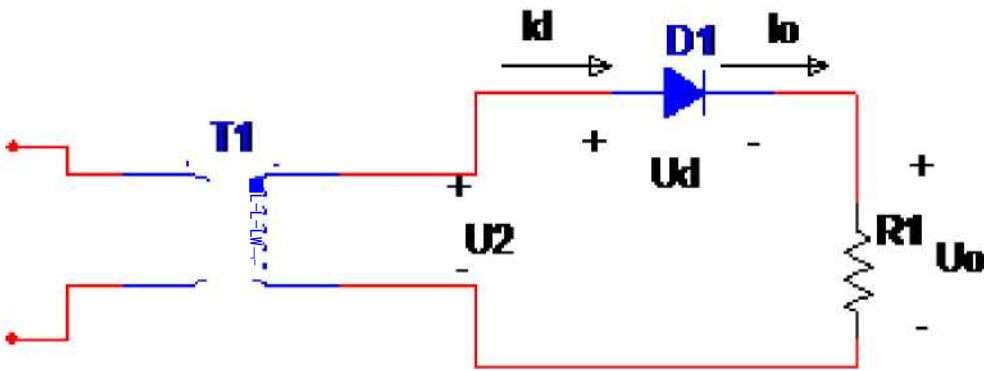
该电源稳定性好、精度高，且能够输出可调的直流电压，其性能由于传统的可调直流稳压电源，但是电路比 较复杂，成本较高，适用于要求较高的场合。在实际中，多为对电路要求不太高的情况，故采用第二种设计方 案。

3单元电路的方案选择与论证

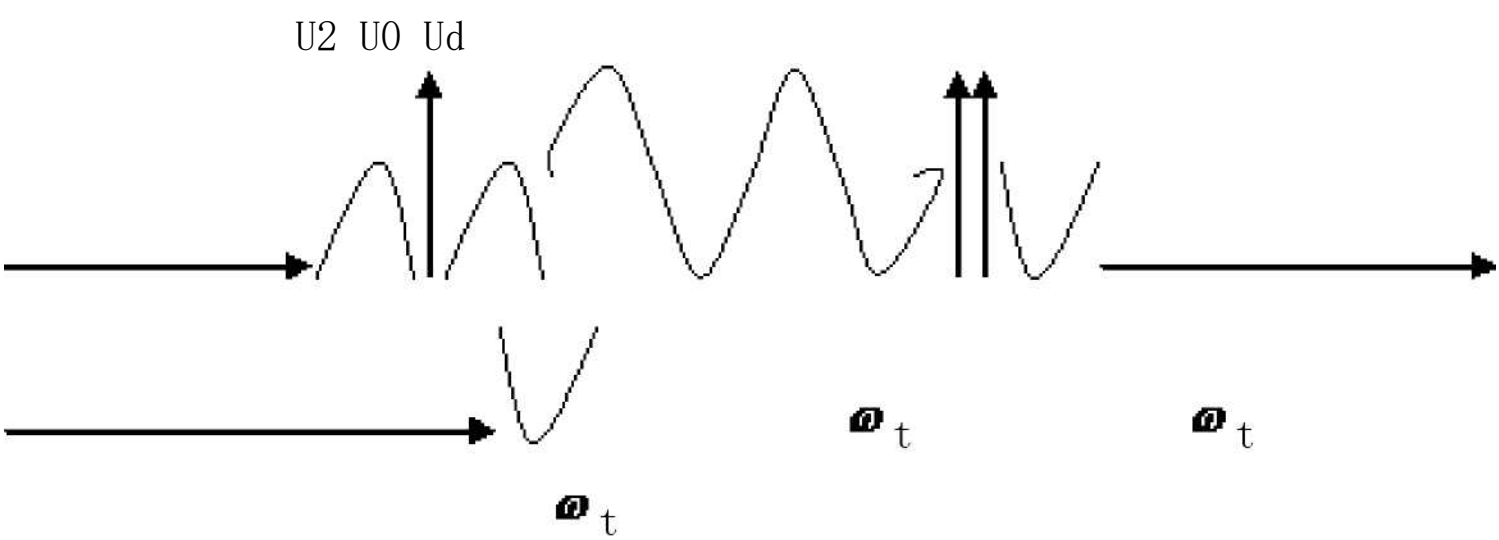
3. 1整流电路模块

该模块主要利用二极管的单向导电性组成整流电路，将交流电压变换为单方向脉动电压。实现方法主要有以下

三种。◆方案一：单相半波整流电路



(a) 电路图



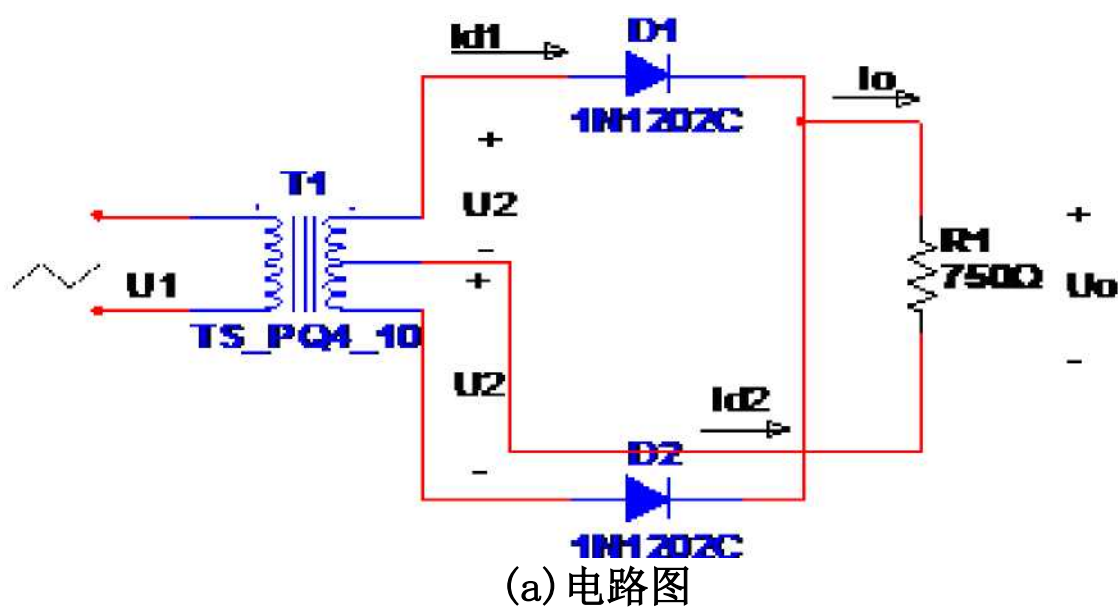
(b) 波形图

图3.1单相半波整流电路

在变压器次级电压 u_2 为正的半个周期内(如图3.1 (a)中所示上正下负)，二极管导通，在RL上得到一个极性为上正下负的电压；而在 u_2 为负的半个周期内，二极管反向偏置，电流基本上等于0。所以在负载上的电压 U^2 的极性是单方向的(如图3.1(b)所示)。正半周内 $U_o=U_2$ ， $U_d=0$ ；负半周内 $U_o=0$ 。 $U_d=U_2$ 。由此可见，由于二极管的单向导电作用，把变压器次级的交流电压变换为单向脉动电压，达到了整流的目的。

其优点是结构简单，使用的元件少，但也有明显的缺点：输出电压脉动大，直流成分比较低；变压器有半个周期不导电，利用率低；变压器含有直流部分，容易饱和。只能用于输出功率较小，负载要求不高的场合。

◆方案二：单相全波整流



(a) 电路图

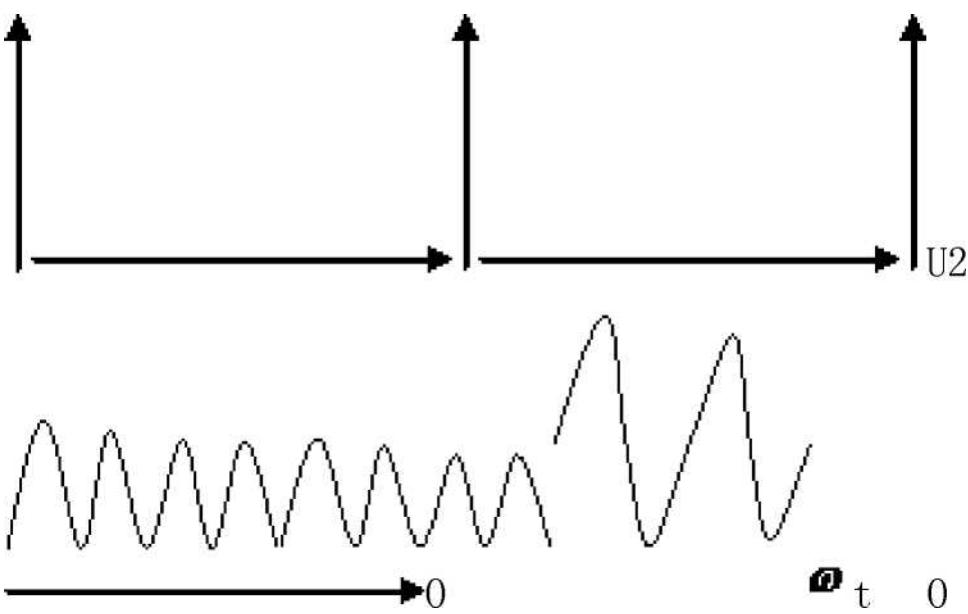


图3.1单相全波整流电路

(b) 波形图图3.2全波整流电路

全波是利用具有中心抽头的变压器与两个二极管配合，使两个二极管在正、负半周轮流导电，而且二者流过RL的电流保持同一方向，从而使正、负半周在负载上均有输出电压。电路如图3. 2 (a) 所示。

正半周内D1导通，D2截止，在负载RL上得到的电压极性为上正下负；负半周内，D1截止，D2导通，在负载上得到的电压仍为上正下负，与正半周相同。全波整流波形如图3. 2 (b)。全波整流的输出电压是半波整流的 两倍，输出波形的脉动成分比半波整流时有所下降。

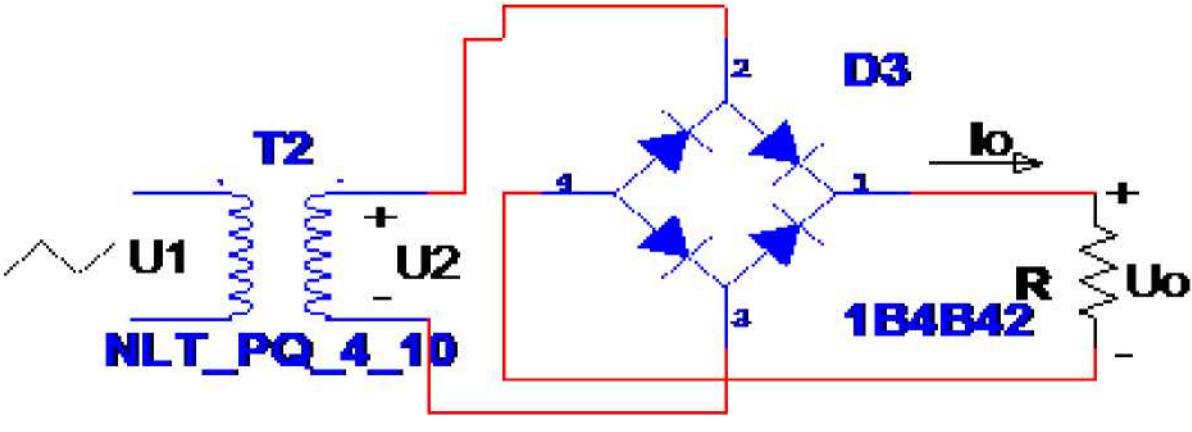
全波整流电路在负半周时二极管承受的反向电压较高，其最大值等于2 面=，且电路中每个线圈只有一半时间通过电流，所以变压器利用率不高。

◆方案三：单相桥式整流

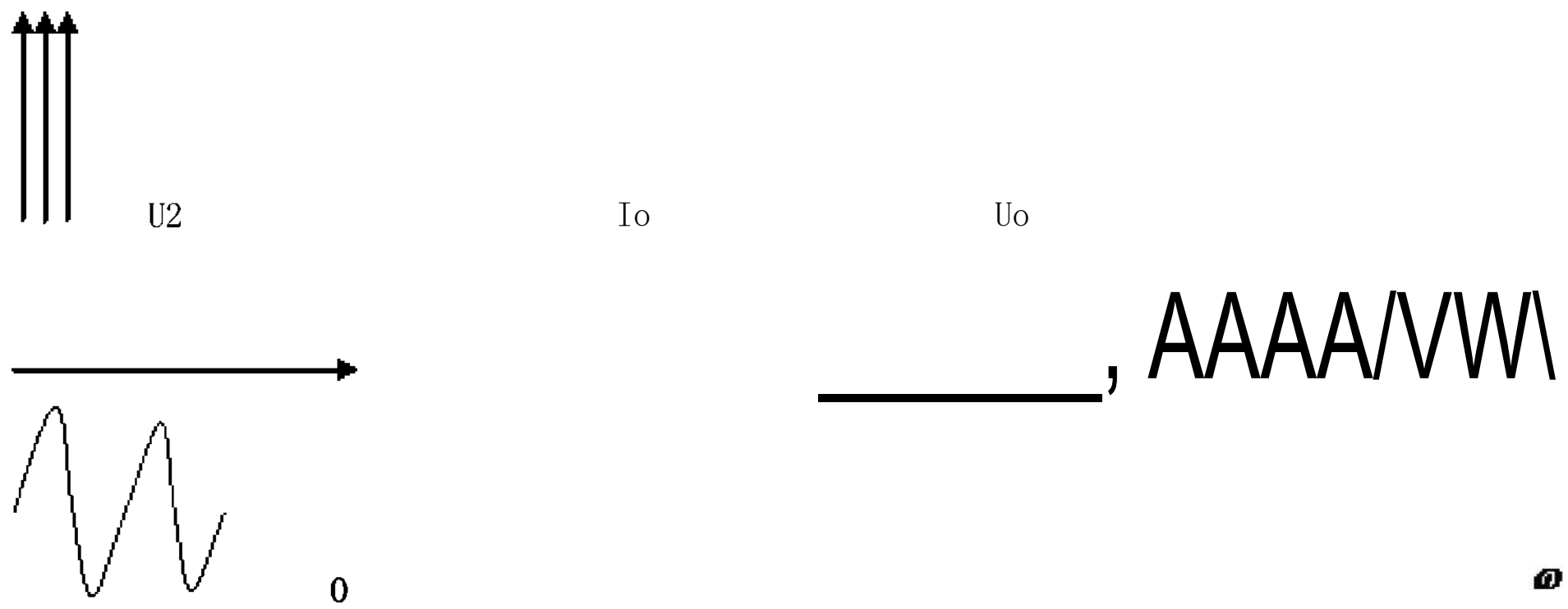
单相桥式整流电路如图3. 3 (a)。由图可见，U2正半周时D1、D4导通，D3、D2截止，在负载电阻RL 上形成上正下负的脉动电压；而在U2负半周时，D2、D3导通，D1、D4截止，在RL上仍形成上正下负的脉 动电压。如果忽略二极管内阻，有 $U_o \approx U_2$ 。桥式整流电路波形如图3. 3 (b) 所示。正负半周均有电流流过负 载，而且电路方向是一致的，因而输出电压的直流成分提高，脉动成分降低。

单相桥式整流电路主要参数：输出直流电压 U_o 、脉动系数S，二极管正向平均电流 $I_{D(AV)}$ ，二极管最大 反向峰值电压 $\hat{U}_R$ 。

桥式整流电路解决了单相整流电路存在的缺点，用一次级线圈的变压器，达到了全波整流的目的。因此选 用方案三单相桥式整流。



(a) 电路图



(b) 波形

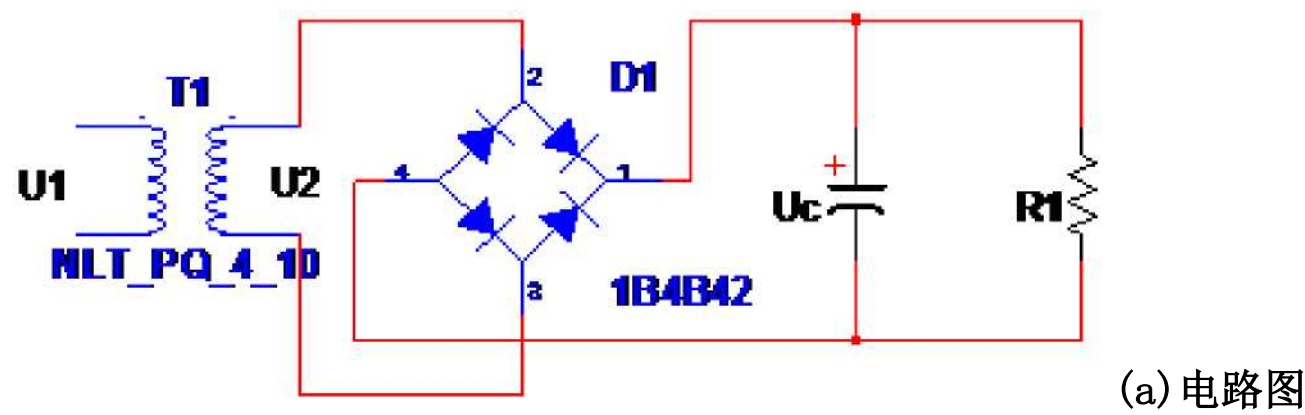
图3. 3单相桥式整流电路

3. 2滤波电路模块

该模块实现降低输出电压的脉动成分，尽量保留直流成分的功能。利用电容和电感的滤波作用达到降低交流保

留直流成分的目的。

◆方案一：电容滤波



(a) 电路图

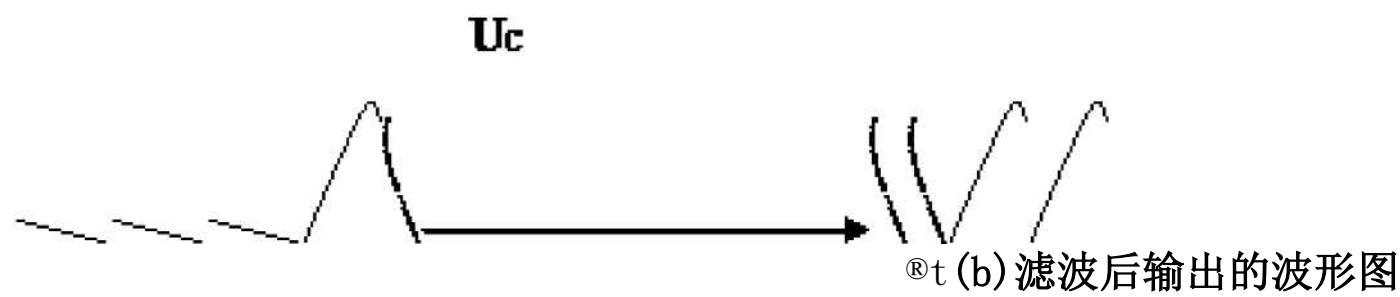


图3. 4单相桥式整流电容滤波电路

如图3.4所示为单相桥式整流电容滤波电路。利用电容的储能特性，使波形平滑，提高直流分量，减小输出波纹，其输出波形如图3.4（b）所示。

电容滤波有以下特点：

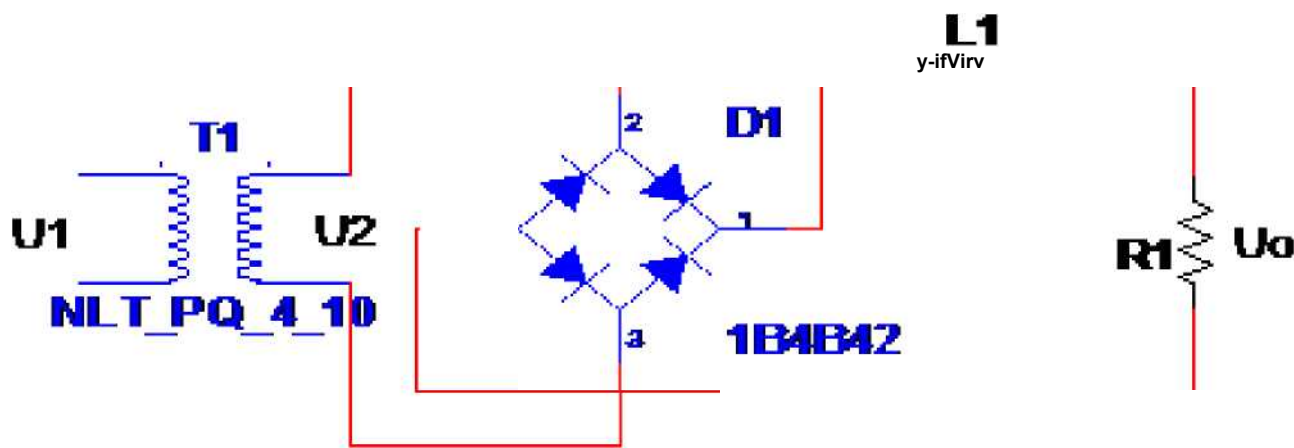
- ① 加入滤波电容后，输出电压的直流成分提高，脉动成分减小。
- ② 电容滤波放电时间常数（ τ ）越大，放电过程越慢，输出直流电压越高，纹波越小，效果越好。

为了获得较好的滤波效果，一般选择电容值满足 $C \geq \frac{U_o}{\Delta U} \times 10^4$ 说，此时，输出电压的平均值

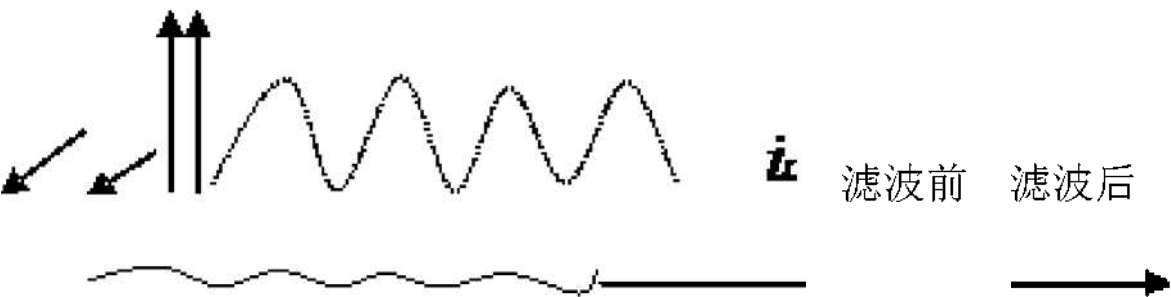
- ③ 电容滤波电路的输出电压随输出电流的增大而减小，所以电容滤波适合于负载电流变化不大的场合。

◆方案二：电感滤波

单相桥式整流电感滤波电路如图3.5, 利用电感不能突变的特性，使输出电流波形平滑，从而使输出电压波形也平滑，提高直流分量，减小输出纹波。



(a) 电路



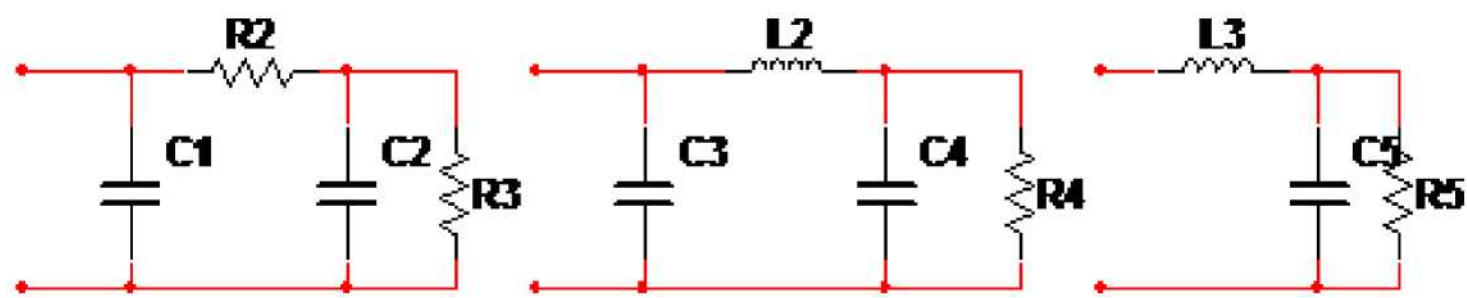
(c) 滤波后的输出波形

图3. 5单相桥式整流电感电路

方案三：复式滤波

复式滤波电路由电阻和电容，电阻和电感或电感和电容组合成的滤波。几种常见的复式滤波电路如图3.6所示。

图3.6（a）所示为型滤波电路，这种电路的缺点是在R上有压降，因而需要提高变压器次级电压；同时，整流管的冲击电流仍然较大，这种电路知识和小电流负载的场合。（b）所示为“一雇型滤波电路，这种滤波电路的优点是：简单经济，能兼起限制浪涌电流的作用，滤波效果较好。其缺点是带负载能力差，滤波电路有功率损耗。它适合负载电流小，纹波系数小的场合。（c）所示为以⁷—倒L型滤波电路，整流后输出的脉动直流经过电感，交流成分被削弱，再经过C滤波后，可在负载上获得更加平滑的直流电压。这种滤波电路的优点是：滤波效果好，几乎没有直流损耗。其缺点是低频时电感体积大，成本高。



(a) 直。一左型滤波 (b) “F型滤波 (c) 以⁷—倒L型滤波

图3.6常见复式滤波电路

综合考虑，由于在小功率电源中电容滤波最为常见，满足本设计要求，故选择方案一。

4系统的硬件设计与实现

4.1整流滤波电路：

整流滤波电路部分由电源变压器、整流二极管、电容组成，以减小脉动成分，得到较平滑的直流电为目的。

此处采用桥式、电容滤波电路，电路图如图4.1所示。

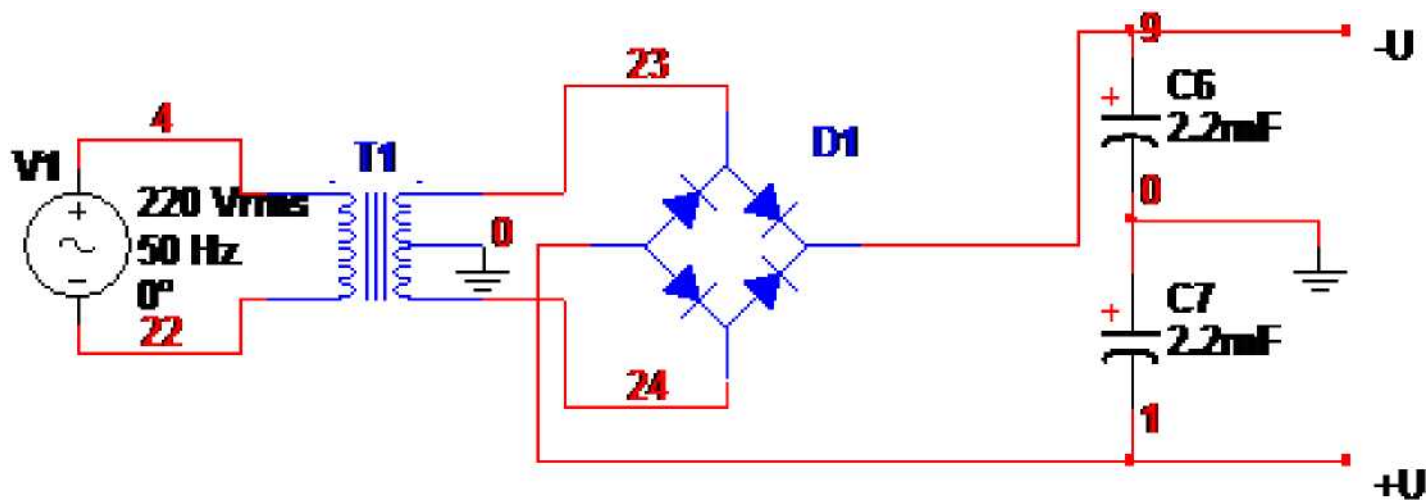


图4.1 整流滤波电路

图中元件的选择：①对于集成三端稳压器，当 $\min()=2\sim 10\text{V}$ 时，具有较好的稳压效果，考虑到最终稳压结果是12V直流电，采用14~22V输出电压比较理想。因此选择变压器次级双路约19V输出。

②因为流过桥式电路中每只二极管的电流为 $I_D=0.5I_{\max}=0.5\times 0.4=0.2(\text{A})$ 。每只整流二极管承受的最大反向电压为 $U_{\text{RM}}=1.414\times 19\text{V}\approx 27\text{V}$ 。选用IN4001，其参数为 $I_{\text{FM}}=1\text{A}$ ， $U_{\text{RM}}=100\text{V}$ ，可见满足要求。

③滤波电容的选择要考虑整流管的压降，三端稳压器的最小允许压降以及电网波动10%。所以选取 $C=2200\mu\text{F}/30\text{V}$ 即可满足要求。

4.2 稳压电路：

为了提供稳定的直流电源，稳压部分的设计极为重要。根据题目要求，稳压电路分为-12V不可调和0~12V可调两个部分。

4.2.1 输出-12V不可调部分，由LM7912芯片、电容组成。电路如图4.2

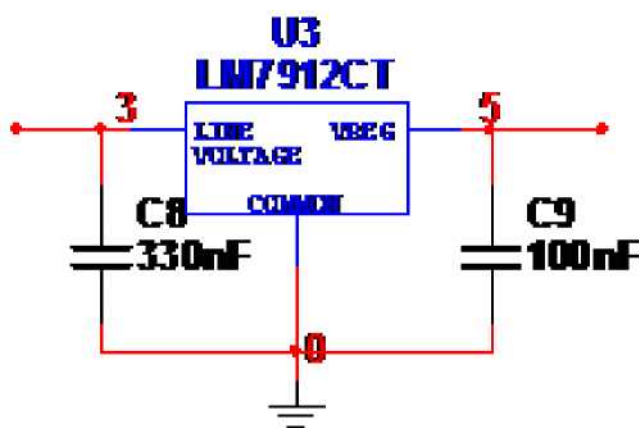


图4.2 稳压不可调电路

LM7912是固定式的三端集成稳压器，输出电压为 $\sim 12\text{V}$ ，输出电流为1.5A，符合题目要求，故选用该稳压器。

输入端的电容C8用以抵消较长接线的电感效应，防止产生自激震荡，取值一般选在 $(0.1\sim 1)\mu\text{F}$ ；输出端电容C9用来改善暂态响应，使瞬时增减负载电流时不致引起输出电压有较大的波动，C9选用1 μF 。

4.2.2输出0~12V可调部分，采用数控可调，电路如图4.3

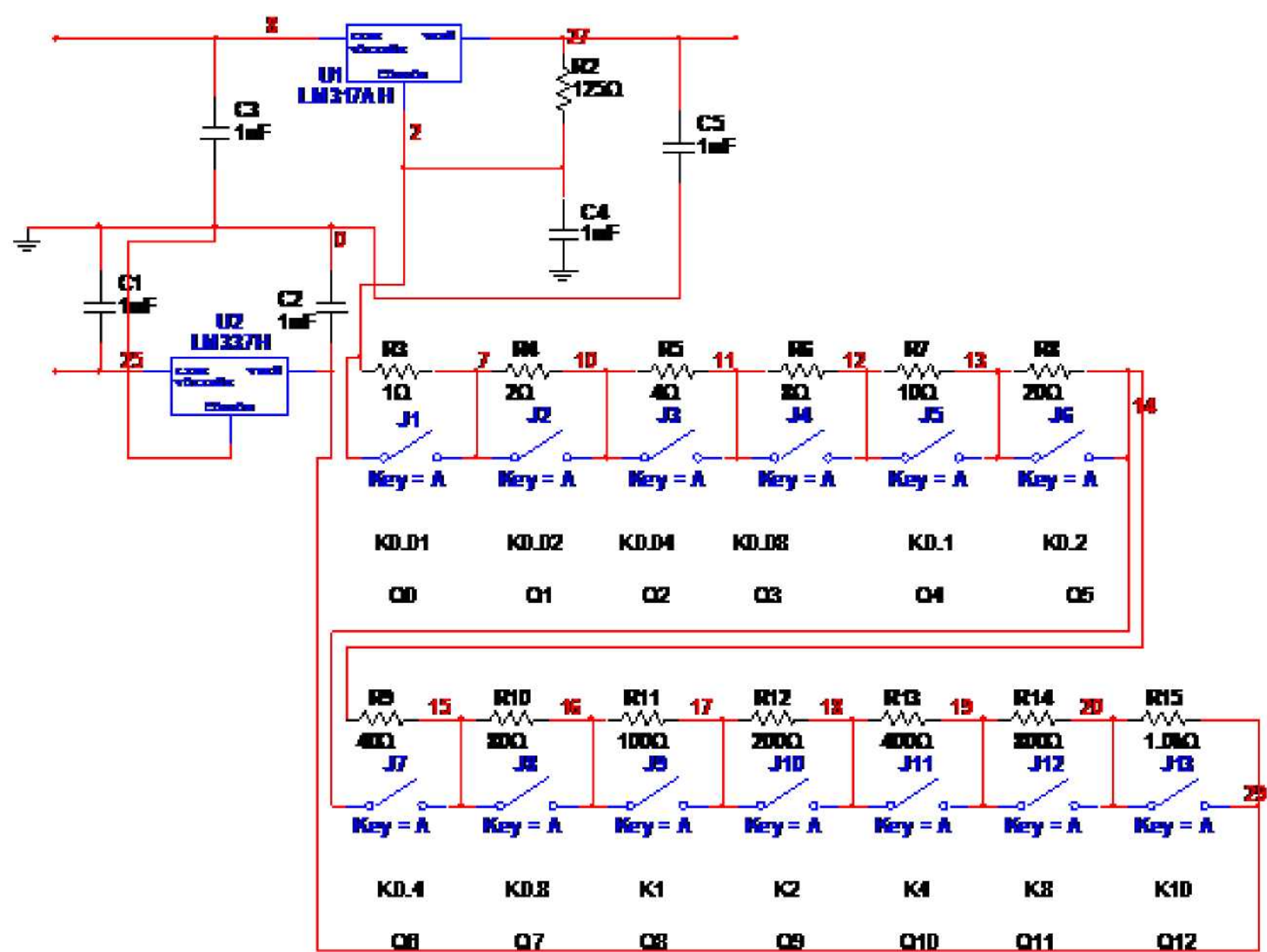


图4.3稳压可调部分

①芯片的选择：

表4.1 LM317的主要参数指标

参数	输出电压（V）	输出电流（A）	典型线性调整率	典型负载调整率
	1.2V~37V	W1.5A	0.01%	0.1%

表4.2 LM337的主要参数指标

参数	最大输入电压（V）	静态电流（M）	纹波电压抑制比（dB）	源效应（V）	输出电压随温度变化（V）
典型值		50	66	0.01%	0.005
最大值	40	100	80	0.04%	

② 电压调节部分解释：采用LM317构成的步进0.01V可调，输出电压范围0~12V。

输出电压网络分为 13 组实现，分别是 0.01V, 0.02V, 0.04V, 0.08V, 0.1V, 0.2V, 0.4V, 0.8V, 1V, 2V, 4V,,

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/468132024133006050>