

自动化“大法”好——专业知识在身边

断电不断网（一）

原理解析篇

黄上都

大声的告诉我：中国停水断电不停操在哪里？！

中国地质大学！

停水断电似乎是地大的一大特色，从上古时代（有待考究）绵延至今。断水还好，我们可以存水啊，但是断电了怎么办，我还要学习啊！没有 WIFI 网络怎能让我安心学习呢？

莫慌，这点问题怎么能难倒人才辈出的地大人呢？接下来我们就用自动化专业的角度去解决这个问题。

要连上 WIFI 网络，首先我们要有路由器。目前市面上的主流路由器大多都是 12V or 9V 供电的，5V 供电的不多，所以断电之后除了少数的 5V 路由器可以用充电宝给其供电，大多数是不能够直接用充电宝供电的。那么，我们怎么在已有基础的条件用充电宝给 12V or 9V 的路由器供电呢？

磨刀不误砍柴工，我们先来理性分析一波如何我们怎么才能让充电宝的 5V 电压给路由器供电。

一般情况下路由器的供电电压是 12V（或者 9V），我们可以看一下路由器背面的标签，上面标注的有供电电压。这个供电电压一般情况下是无法改变的，所以我们要换个思路，我们要让 5V 的充电宝去提供这个 12V 的电压。可是充电宝只能输出 5V 的电压呀，可能某些质量不太好的会输出到 5.3V 甚至更高一点的电压，但是绝对不会超过 6V。怎么可能达到 12V 给路由器供电呢，充电宝表示宝宝做不到啊！

莫慌——开玩笑，这点小事怎么能难倒自动化工科生！直接搞一个升压斩波电路不就完事了。

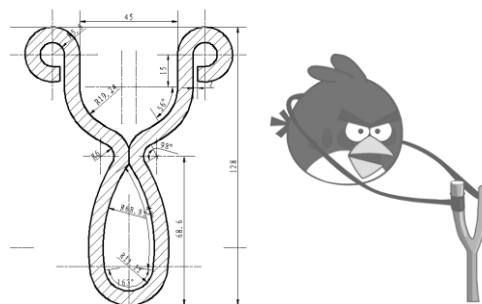
What？什么是升压斩波电路？？？说人话！！

这里用到的 DC-DC 升压电路，也叫 BOOST 电路，其作用就是将一个较低的直流电压通过电路变换升到较高的直流电压。直接上电路图可能大家接受不了，我们先来举一个例子。

问题：给你一个弹珠，你站在楼下，如何靠你自己的力气，把这个弹珠送到达八楼呢？

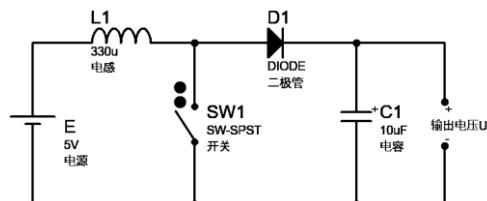
问题很简单，但是我们很少人能够直接用手扔上去。如果你能扔上去，那就把八楼改到十楼吧。。。但是，如果我们借助一定的道具就能做到了，是什么道具呢？

没错，弹弓。我想很多人小时候都玩过这个东西。笔者还用弹弓打过不少次小鸟呢。不过这不是重点，重点是我一次都没打中过。。。显然，通过弹弓的作用，我们可以很容易的把弹珠打到八楼甚至更高。



我们来分析一波这个过程。我们原本无法直接把弹珠扔到八楼的，但是通过弹弓却可以实现。原因就是我们在拉弹弓的时候，弹弓能够将我们的这部分能量储存起来，等我们松手之后，弹弓能够瞬间将这部分能量释放，从而很轻松的把弹珠打到更高处，这就是一个能量变换的过程，我们可以通过一定的道具做到我们原本做不到的事情。

那么，上面的问题分析好了，我们就来分析一波电路的升压原理。下面就升压电路的原理图。



猛一看上去是不是感觉很复杂的样子。莫慌，其实原理不难，就跟上面说的扔弹珠一样。先来分析一波各个原件的作用：

电感 L1：储存能量，释放能量。

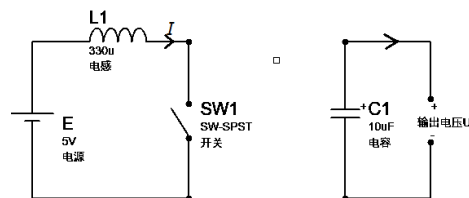
电容 C1：储存电荷。

二极管 D1：单向导电。

开关 SW1：控制电路通断。

电源 E1：提供能量。

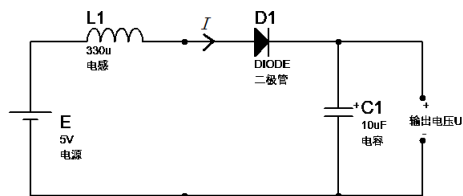
首先，当我们把开关闭合的时候，由于二极管的单向导电性，右边电容存的电荷放电无法通过左边的回路，电路是这样的。



这个时候，左边就是一个单独的回路，此时的电感相当于弹弓，电源相当于我们，电源开始给电感充电，相当于我们开始拉弹弓，给弹弓储存能量。

然后，把开关断开。这个时候由于电感的电流方向不能突变，所以其电流还是朝右，二极管被导通，其等效电路图

如下。这个时候,电感和电源的极性一致,同时给电容充电,给负载供电。这个过程就相当于我们瞬间把弹珠打出去,弹弓储存的能量瞬间释放,可以把弹珠打到更高处。同样,电感的能量也是瞬间释放的,就可以把原本储存的电源的能量释放出去,达到很高的电压,实现把电压升上去的可能性。



当然,以上都是基于理性分析,下面我们来具体从严谨的数学角度分析一波。

首先,我们要有两个基础知识:

- 1、大电感的电流不会发生突变;
- 2、电感吸收的能量近似等于释放的能量(能量守恒)。

为了方便起见,我们做一个近似处理,忽略电感自身消耗的能量,认为其吸收的能量等于释放的能量。

我们把开关开通的时间记为 t_{on} ,关断的时间记为 t_{off} 。电感的电流设为 I ,那么开关在开通期间,电感吸收的能量为 EIt_{on} 。在开关关断期间,当电容足够大的时候,其两段电压基本保持不变,所以电感两端的电压为 $U - E$,释放的能量为 $(U - E)It_{off}$ 。由于能量守恒,电感吸收的能量等于电感释放的能量所以就有:

$$EIt_{on} = (U - E)It_{off}$$

令 $T = t_{off} + t_{on}$ 一个周期,那么上面的公式就可以化简

为

$$U = E \times \frac{t_{on} + t_{off}}{t_{off}} = E \times \frac{T}{t_{off}} = \frac{E \times T}{T - t_{on}} = \frac{E}{1 - \alpha}$$

其中 $\alpha = \frac{t_{on}}{T}$ 我们称之为“占空比”。

通过计算,我们发现这个电路的最终输出电压是由占空比 α 决定的,如果我们想让输出电压为路由器供电电压12V,输入电压为5V的充电宝,我们只需要控制 $\alpha = 1 - \frac{E}{U} = 1 - \frac{5}{12} \approx 58\%$ 就行了,是不是很神奇?我们又从数学的角度证明了方案的可行性。

如果你看完这篇文章表示“我竟然看懂了”,那么恭喜你,你的理解能力很强。 如果没看懂,那就是笔者的问题咯。

到目前为止,我们似乎已经从原理上面搞明白5V电压为什么能够升压到12V(或者9V)。但是怎么把理论变成实际的电路实物呢?请看下一期紫冬花开《自动化大法好——断电不断网(二)》,笔者将手把手教你制作此电路。如果对这篇文章感兴趣的话可以关注一下知乎ID“Sadudu”,好玩、好学、爱电子,爱科技。