

课 题：ξ13 脉冲波形的产生的整形

ξ7-1 脉冲的基本概念

教学目的：让学生了解脉冲的基本概念与主要参数

教学重点：脉冲的基本概念及主要参数

教学难点：脉冲的主要参数

教学方法：讲授法

教学过程：

一、复习引入：

时序逻辑电路有何应用？

二、新授：

在数字电路中，常常需要各种不同频率的矩形脉冲。

获得矩形脉冲的方法一般有两种：

一种是通过方波振荡器产生；另一种是利用整形电路，将一个已有的波形整形成理想的矩形

(一) 脉冲的概念及其波形

1. 脉冲的概念

脉冲技术是电子技术的重要组成部分，应用广泛。

脉冲：是指瞬间突然变化、作用时间极短的电压或电流称为脉冲信号，简称为脉冲。

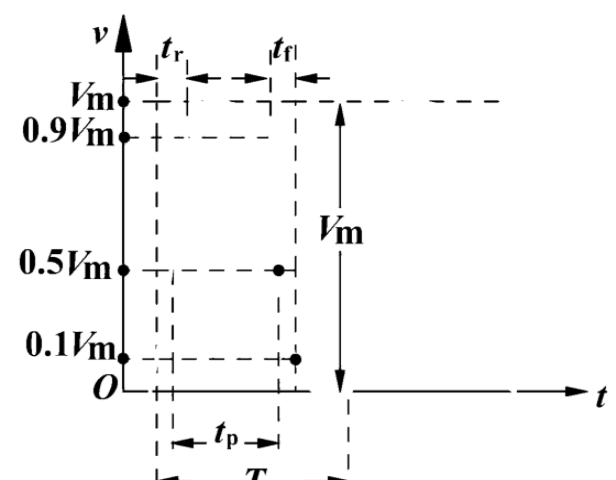
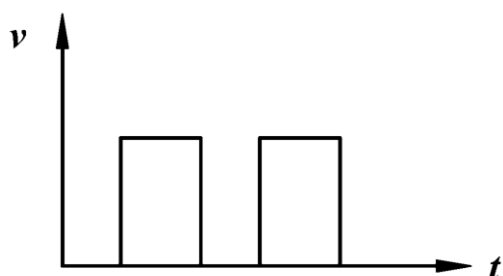
2. 常见的几种脉冲波形如图 7-2 所示。有矩形波、锯齿波、钟形波、尖峰波、阶

3、矩形脉冲波

(1). 矩形脉冲波的主要参数

脉冲技术最常用的波形是矩形波、方波。

理想的矩形波如图（1）所示：上升沿、下降沿陡直；顶部平坦。



(3) 下降时间 t_f —— 脉冲从幅度的 90% 处下降到幅度的 10% 处所需的时间。

(4) 脉冲宽度 t_p —— 定义为前沿和后沿幅度为 50% 处的宽度。

(5) 脉冲周期 T —— 对周期性脉冲，相邻两脉冲波对应点间相隔的时间。周期的倒数为脉

$$f = \frac{1}{T}$$

小结：获得矩形脉冲的途径及的矩形脉冲主要参数

课 题：ξ13 脉冲波形的产生的整形

ξ7-2 RC 微分电路

教学目的：让学生掌握微分电路工作条件和作用。

教学重点：微分电路的工作原理及工作波形分析

教学难点：微分电路的组成条件及 RC 电路的过渡过程

教学方法：讲授法

教学过程：

一、复习引入：

- 1、脉冲的概念是什么？
- 2、获得矩形波的途径有几条？

二、新授：

一、 RC 电路：

1、电阻 R 和电容器 C 构成的简单电路。是脉冲电路的基础。

2、 RC 电路过渡过程：所谓的过渡过程是指电路从一个稳定状态变化到另一个稳定状态所经 C 两端电压不能突变，所以在充、放电时必须经历一个过渡过程。

注意：纯电阻电路不需要过渡过程。因为它从一种稳态到另一种稳态不需要时间过程。

3. RC 电路的充放电过程

4. 结论

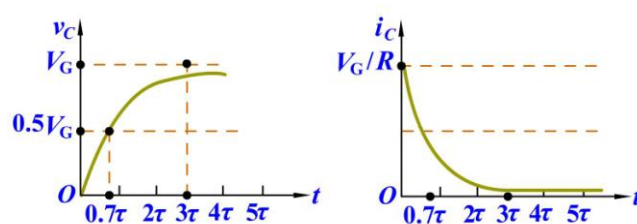
(1) 充放电时电容两端电压、电流呈指数规律变化。

(2) 充放电的速度与时间常数 τ 有关， $\tau = RC$ ，单位为 s。 τ 越大，充放电越慢； τ 越小，充

实验证明：

当 $t = 0.7\tau$ 时，充电电压为 V_G 的一半；放电电压为电容器两端电压 V_C 的一半；

当 $t = (3 \sim 5)\tau$ 时，充放电过程基本结束(如图 1 所示)。



(a) 充电电压波形式

(b) 放电电压波形

图 1 电容器充放电波形

5. RC 电路的主要应用：

2. 电路特点

(1) 输出信号取自 RC 电路中的电阻 R 两端，即 $V_o = V_R$

(2) 时间常数 $\tau \ll t_p$ ，通常取 $\tau \leq \frac{1}{5} t_p$ ；

3. 工作原理

4. 电路功能：将矩形波变换成尖峰波，检出电路的变化量。如图 3 所示。

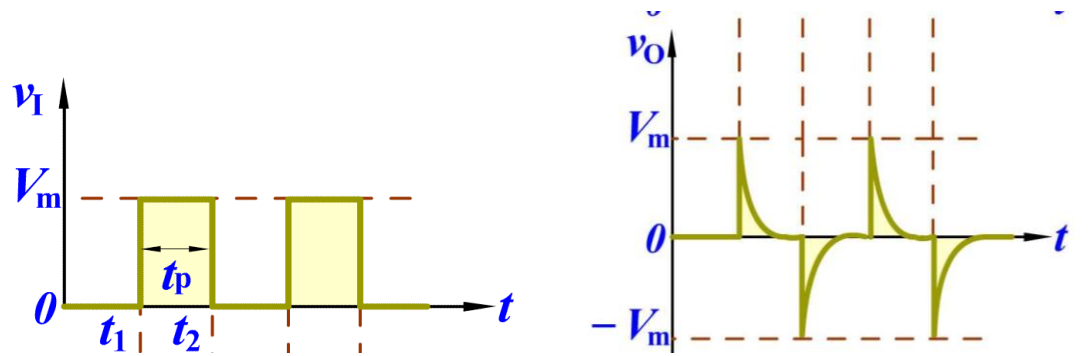


图 3 微分电路波形图

1、电路特点：突出变化量，压低恒定量

小结：微分电路的作用及工作原理

作业：P266 7-3 P267 7-4

课 题：ξ13 脉冲波形的产生的整形

ξ7-2 RC 积分电路

教学目的：让学生掌握积分电路工作条件和作用。

教学重点：积分电路的工作原理及工作波形分析

教学难点：积分电路的组成条件及 RC 电路的过渡过程

教学方法：讲授法

教学过程：

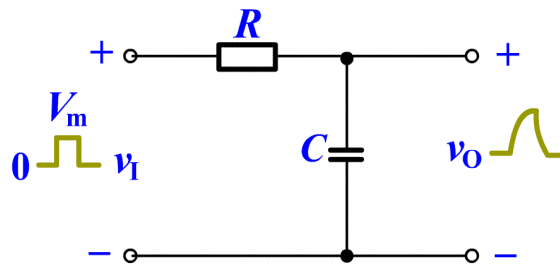
一、复习引入：

微分电路的作用是什么？微分电路构成的条件是什么？

二、新授：

(二) 积分电路：

1、电路组成：



2. 电路特点

(1) v_0 取自 RC 电路的电容 C 两端。即 $V_0 = V_C$;

(2) $\tau \gg t_p$, 通常 $\tau \geq 3 t_p$;

3. 工作原理

$t \geq t_1$, V_1 从 0 上跳 V_m , C 被充电, $V_0 = V_C$ 以指数规律缓慢 ($\tau \geq 3 t_p$;) 上升;

$t \geq t_2$, V_1 从 V_m 下跳至 0, C 放电, $V_0 = V_C$ 以指数规律下降;

4. 功能：将矩形波转换成锯齿波(三角波)。

5. 应用

(1) 应用“积分延时”现象, 把跳变电压“延缓”;

(2) 从宽窄不同的脉冲串中, 把宽脉冲选出来。

[例 10.1.1] RC 电路中, $R = 20k\Omega$, $C = 200pF$, 若输入 $f = 10kHz$ 的连续方波, 问此 RC 电

还是一般阻容耦合电路?

解 (1) 求电路时间常数

[例 10.1.2] RC 电路中, 若 $C=0.1\mu\text{F}$, 输入脉冲宽度 $t_p=0.5\text{ ms}$, 要构成积分电路, 电阻 R

解 构成积分电路必须 $\tau = RC \geq 3 t_p$

$$\text{则} \quad R \geq \frac{3t_p}{C} = \frac{3 \times 0.5 \times 10^{-3}}{0.1 \times 10^{-6}} = 15 \text{ k}\Omega$$

$$\text{即} \quad R \geq 15 \text{ k}\Omega$$

所以 R 值至少为 $15 \text{ k}\Omega$ 。

小结: 积分电路与微分电路的区别, 以及各自的作用

作业: P267 7-5

课 题：多谐振荡器

教学目的：让学生掌握多谐振荡器的工作原理

教学重点：多谐振荡器的工作原理

教学难点：石英晶体多谐振荡器的工作原理

教学方法：讲授法

教学时间：2 课时

教学过程：

一、复习引入：

积分电路的作用是什么？电路组成的条件是什么？

二、新授：

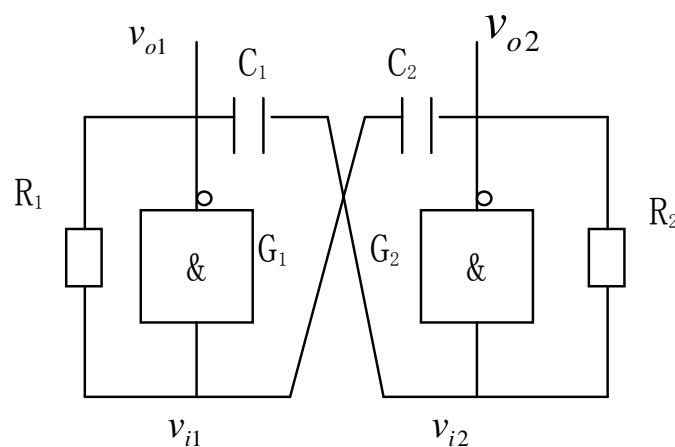
（一）多谐振荡器的概述：

- 1、在数字电路系统中，多谐振荡器广泛用作脉冲信号发生器。经常要处理脉冲的产生、延时、整形、鉴幅、单稳态触发器和施密特触发器可以实现这些功能。
- 2、多谐振荡器：它是不需要外加触发信号就能自动反复输出一定频率、一定带宽的矩形脉冲信号，是无稳态电路。
- 3、无稳态电路：不需要外加触发信号，电路的输出状态会在高、低电平两种状态间反复不停地在两种稳定的状态。

（1）、用非门组成的多谐振荡器

1. 结构特点：输出端与输入端接有反馈线，电路成环形。

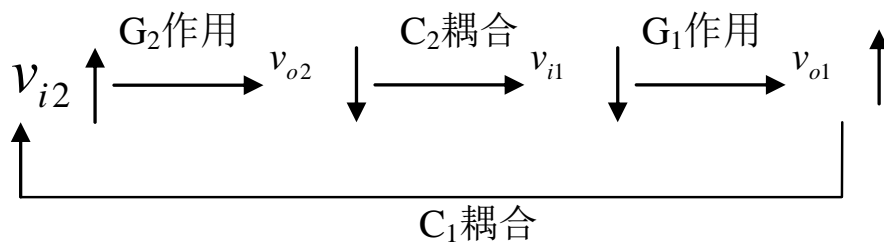
如图（1）所示



图（1）

2. 工作原理：

其从而使与非门 G_1 输出低电平 V_{L1} ，即 0 态；与非门 G_2 输出低电平 V_{H1} ，即 1 态. 此为第一暂态
 (2) 由于电容 C_1, C_2 的作用，电路从第一暂态翻转到第二暂态，过程如下：



(3) 经过 C_1, C_2 的充、放电，电路又将从第二暂态返回到第一暂态
 3、振荡周期 T 的估算：

$$T \approx 1.4RC$$

其中 $R = R_1 = R_2, C = C_1 = C_2$

4. 起振条件： $(R + R_1) \leq 0.85k\Omega; R < 0.8k\Omega$ 。

5. 实现电路措施：

用一块 T081 型四非门或一 SN74S04 型六非门集成电路实现；

用一块 SN7400 型四 2 输入与非门或 CC4011 型四 2 输入与非门，把每个与非门的输入端并接实现。

二、环形多谐振荡器的改进电路

1. 改进电路：原电路中的 R 用电位器来代替。如图 (2) 所示。

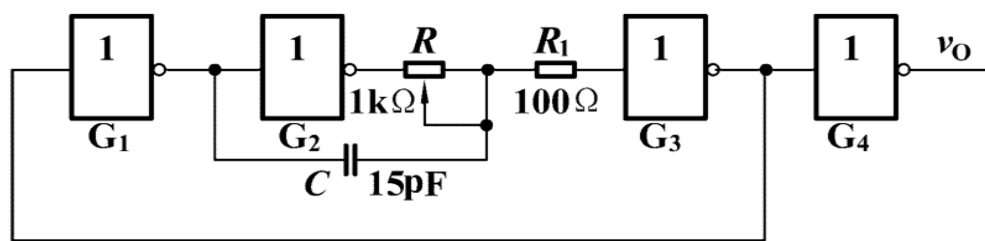


图 (2) 频率可调的多谐振荡器

2. 参数选择： R, C 是定时元件，它决定振荡的周期和频率。电位器 R 为 $1k\Omega, C$ 为 $15pF$ ；

3、振荡周期 T 的估算：

$$T \approx 2.2RC$$

4. 改进目的：构成频率可调的多谐振荡器；

5. 频率可调范围： $1.4 \sim 8MHz$

特点：提高频率的稳定性；电路输出的工作频率决定于石英晶体的串联谐振频率 f 。

*石英晶体多谐振荡器的振荡频率只与晶体有关，而与电路中其它元件参数无关。

小结：三种多谐振荡器的各自的电路特点及其周期的计算式

课 题： 单稳态触发器

教学目的：让学生掌握单稳态触发器的工作原理

教学重点：单稳态触发器的工作原理及应用

教学难点：单稳态触发器的工作原理

教学方法：讲授法

教学时间：2 课时

教学过程：

一、复习提问：

多谐振荡器有何作用？

二、 新授：

(一) 概述：

1、单稳态触发器的定义：有一个稳定状态和一个暂稳态的触发器。

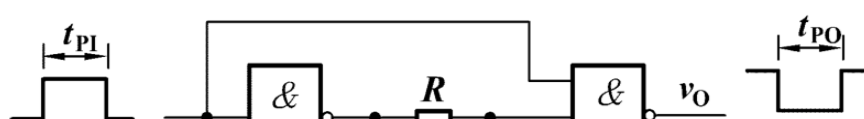
2、特点：如果没有外来触发信号，电路将保持这一稳定状态不变。只有在外来触发信号作用下，电路才会从原来的稳态翻转到暂稳态。经过一段时间后，电路又自动回到原来的稳定状态。

3、主要应用：延时、整形等方面。

(二) 用与非门组成的单稳态触发器

1. 电路组成

单稳态触发器由两个与非门和一个积分电路组成，如图（1）所示。



(1) 电路的稳态

无论 v_i 是高电平还是低电平, G_2 处于关闭状态, 输出 v_o 为高电平, 这是电路的稳态;

(2) 外加触发信号, 电路翻转为暂稳态

设稳态时 v_i 为低电平。当 v_i 电平由低变高时, 由于 v_c 不能突变仍保持高电平, 则使 v_o 电平由高变低, 电容 C 的放电过程进行, v_c 将下降, 维持 G_2 开通的条件将被破坏, 因此 G_2 开通的状态是暂态;

(3) 自动返回到稳态

当 v_c 下降到关门电平时, G_2 由开通返回到关闭状态, v_o 由低电平返回到高电平。

3. 正常工作条件: 输入正脉冲 v_i 的宽度 t_{PI} 一定要大于单稳态的输出脉冲宽度 t_p 。

4. 弱点: 正常工作依赖输入脉冲宽度。

5. 改进措施: 采用负窄脉冲触发的积分型单稳电路, 如图 (2) 所示。

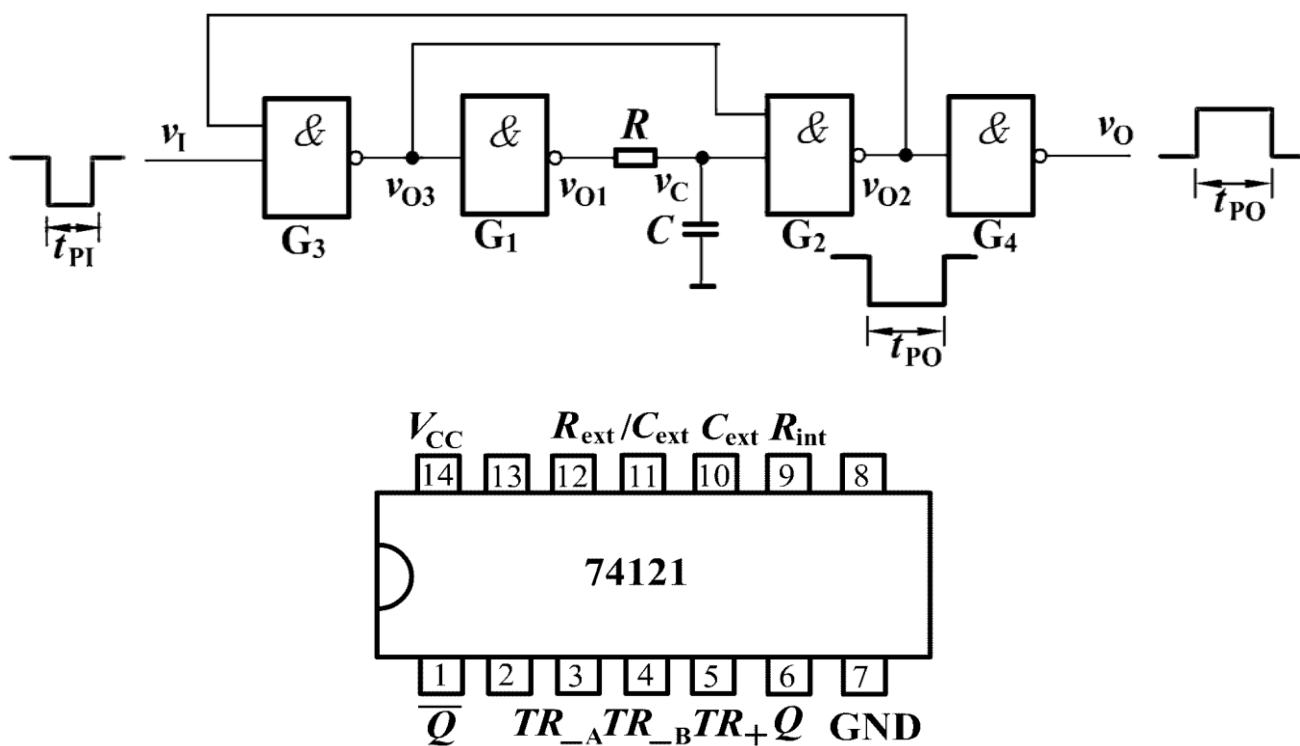


图 (2) 负窄脉冲触发的积分型单稳电路

图 (3) CT74121 外引线排列

(三) 单稳态触发器集成电路简介

一、CT74121 型单稳态触发器简介

1. 引脚排列

CT74121 型单稳态触发器如图 (3) 所示。

2. 功能

CT74121 型单稳态触发器的控制功能参见表 1。

表 1 74121 控制功能表

序号	输入			输出		说明
	TR_A	TR_B	TR_+	Q	\bar{Q}	

6	1	↓	1	高	低	态
7	↓	↓	1	高	低	
8	0	×	↑	高	低	
9	×	0	↑	高	低	

说明：× 表示任意值；↓ 表示电平从高到低的跳变；↑ 表示电平从低到高的跳变；“高”表“低”表示低电平脉冲。

使用： C_{ext} 是外接电容端， R_{int} 是内部电阻端， R_{int} / C_{ext} 是外接电阻和电容公共端。单稳态触发器输出脉冲的宽度由定时元件 R 和 C 决定。接法见图 14.2.4。

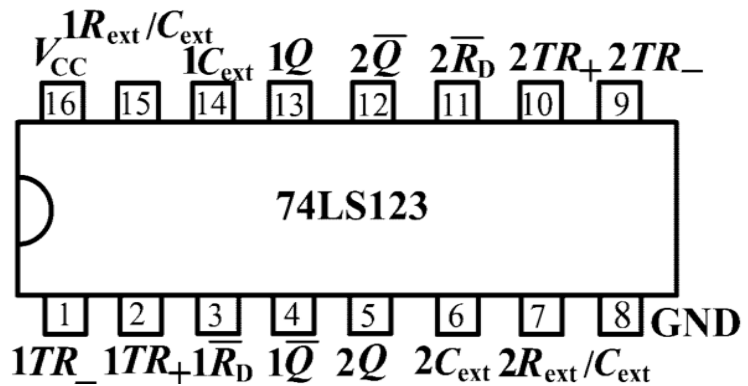


图 (4) 74121 的外接电阻和电容接法

图 (5) CT74LS123 的外引线排列

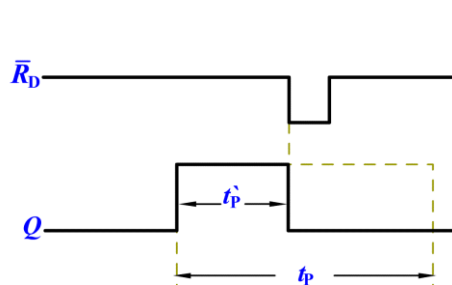
二、CT74LS123 双单稳态触发器简介

1. 引脚排列

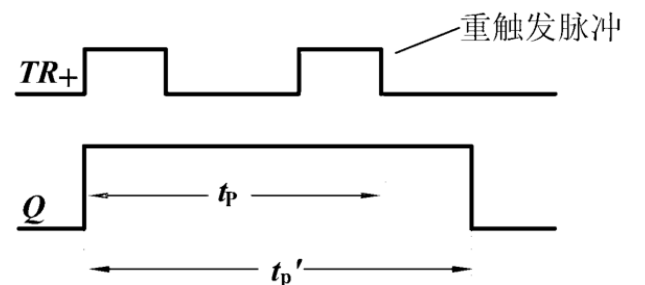
CT74LS123 双单稳态触发器的引脚排列，参见图 (5)。

2. 使用

在直接复位端输入低电平脉冲，可提前终止输出脉冲，迫使脉冲变窄，由 t_p 变为 t_p' ，如图 (6) 所示。此芯片具有重复触发功能，可使输出脉冲加宽，如图 (7) 所示。



(6) 外加负脉冲终止输出脉冲



(7) 重触发脉冲加宽输出脉宽

3. 功能表

CT74LS123 双单稳态触发器的控制功能参见表 2。

表 2 CT74LS123 控制功能

序号	输 入			输 出		说明
	$\overline{R_D}$	TR	TR_+	Q	\overline{Q}	
1	0	×	×	0	1	清零
2	×	1	×	0	1	稳态
3	×	×	0	0	1	
4	↑	0	1	高	低	触发暂 稳态
5	1	0	↑	高	低	
6	1	↓	1	高	低	

(四) 单稳态触发器应用：整形、延时、定时例

单稳态触发器在数字脉冲系统中有着广泛的应用。

例：由 CT74LS123 组件接成的两级单稳态定时电路如图 (9) 所示，工作波形参见图 (10)。

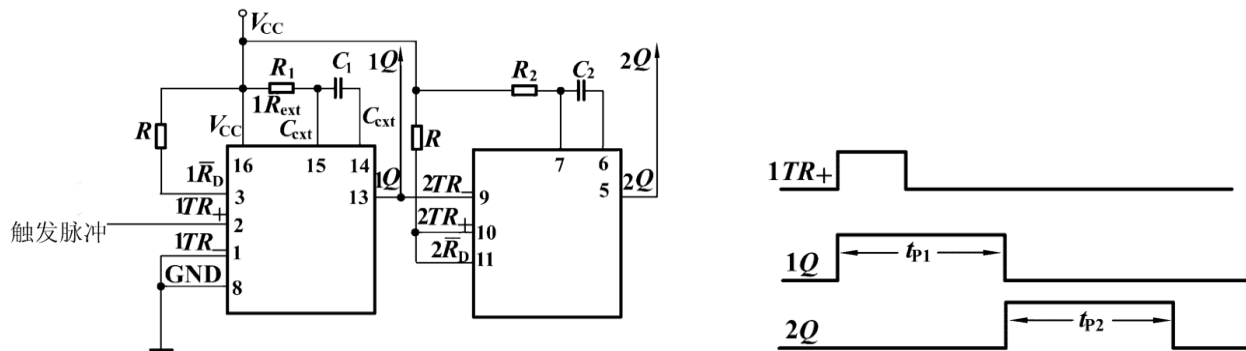


图 14.2.9 由 CT74LS123 组成的两级单稳定时电路

图 14.2.10 图 14.2.9 电路的工作波形

课 题：施密特触发器

教学目的：让学生掌握施密特触发器的工作原理

教学重点：施密特触发器的工作原理及应用

教学难点：施密特触发器的工作原理

教学方法：讲授法

教学时间：2 课时

教学过程：

一、复习提问：

单稳态触发器有何作用？

二、 新授：

电路特点：具有两个稳态；电路存在回差现象。

(一) 用与非门组成的施密特电路

1. 电路构成

2. 工作原理

第一稳态 $\xrightarrow{\text{输入信号作用}}$ 第二稳态 $\xrightarrow{\text{输入信号作用}}$ 回

3. 工作特点： $\xrightarrow{\text{是一个双稳态电路；电路状态的翻转依赖于外触发信号电平来维持。}}$

4、滞回特性

(1). 下限门槛电压 V_{TL} ：在输入电压下降过程中，施密特触发器的输出电平由低变高时的输出触发电平。

(2). 上限门槛电压 V_{TH} ：在输入电压上升过程中，施密特触发器的输出电平由高变低时的输出触发电平。

(3). 回差(滞回电压)： V_{TH} 与 V_{TL} 之间的差值；即 $V_H = V_{TH} - V_{TL}$

5. 滞回特性：

施密特触发器由第一稳态翻转到第二稳态的上限门槛电压 V_{TH} 与第二稳态翻转到第一稳态 V_{TL} 存在差值的现象。

(二) 集成施密特触发器电路简介

集成施密特触发器性能一致性好，触发电平稳定。

一、TTL 集成施密特触发器

CT7414 型六施密特反相器如图 14.3.5 所示。

C C40106 和 CC4093 是国产 CMOS 施密特触发器的典型产品，如图 14.3.6 所示。

(三) 施密特触发器应用举例

一、波形的变换和整形

1. 将连续变化的波形，如正弦波、三角波等变换成矩形波。如图 14.3.7 所示。

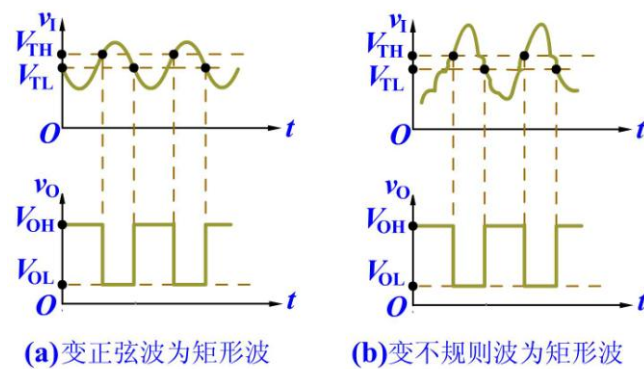


图 14.3.7 施密特电路用于波形变换

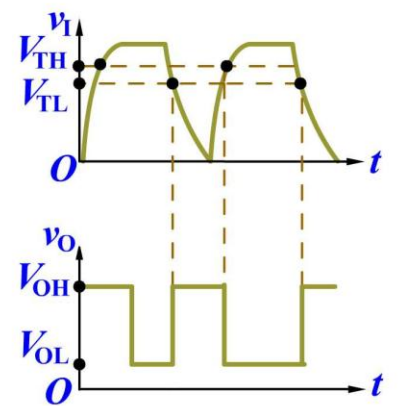


图 14.3.8 施密特触发器的整形作用

2. 将发生畸变的矩形波整形。如图 14.3.8 所示。

注：施密特触发器的输出信号与输入信号是反相的，如果要求输出与输入信号同相，可在施密特触发器再接一级反相器。

二、构成多谐振荡器

1. 电路：如图 14.3.10，将施密特反相器的输出端经 RC 充放电电路与输入端相连。

2. 波形如图 14.3.10 (b) 所示。注：振荡频率可通过改变 R 和 C 的大小来调节。

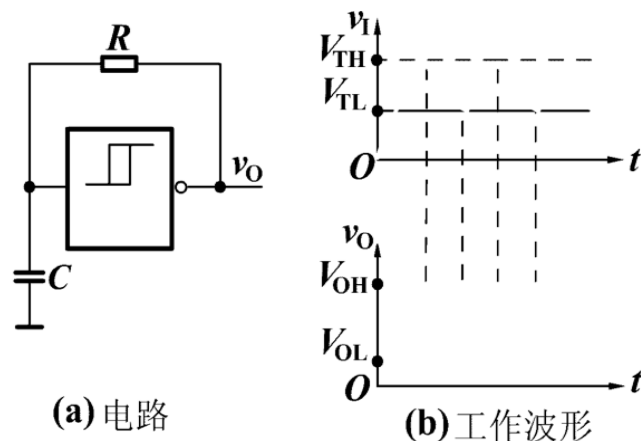


图 14.3.10 用施密特触发器构成多谐振荡器

本章小结

一、锯齿波和矩形波是两种电子设备常用的电压波；自举补偿锯齿波电路是产生锯齿波电压

应用：波形变换、脉冲整形、幅度鉴别和构成单稳态触发器和多谐振荡器。

课 题：555 电路的应用

教学目的：让学生掌握 555 电路的应用

教学重点：555 电路的应用

教学难点：电路的作用

教学方法：讲授法

教学时间：2 课时

教学过程：

一、复习引入：

复习 CP 脉冲作用，那么如何得到 CP 控制脉冲呢？下面就来学习脉冲的产生过程。

二、新授

1、外形认识：



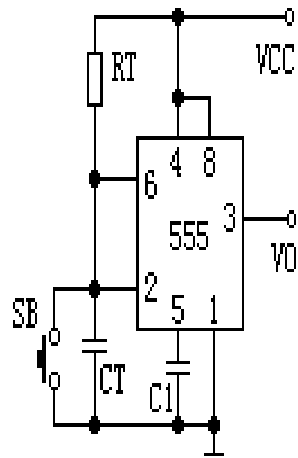
2、作用：我们知道，555 电路在应用和工作方式上一般可归纳为 3 类。每类工作方式又有很多个

在实际应用中，除了单一品种的电路上，还可组合出很多不同电路，如：多个单稳、多个双稳、一稳和无稳的组合等。这样一来，电路变的更加复杂。为了便于我们分析和识别电路，更好的理解我们这里按 555 电路的结构特点进行分类和归纳，把 555 电路分为 3 大类、8 种、共 18 个单元电画出它的标准图型，指出他们的结构特点或识别方法外，还给出了计算公式和他们的用途。方便 555 电路。下面将分别介绍这 3 类电路。

3、应用举例

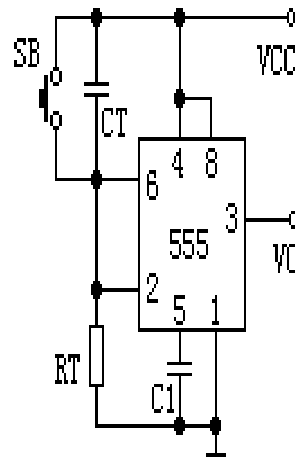
①单稳工作方式，它可分为 3 种。见图示。

* 1.1.1 人工启动单稳



- 1) 特点: RT-6.2-CT,人工启动, VO=0, 稳态; VO=1, 暂稳态(td)。
- 2) 公式: $T_d=1.1RT*CT$
- 3) 用途: 定时, 延时。

1.1.2人工启动单稳



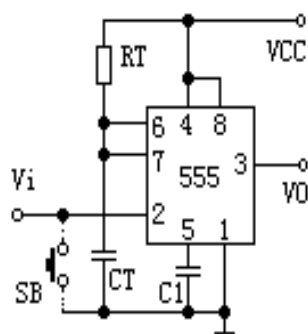
- 1) 特点: CT-6.2-RT,人工启动, VO=1, 稳态; VO=0, 暂稳态(td)。
- 2) 公式: $T_d=1.1RT*CT$
- 3) 用途: 定时, 延时。

图 1

第 2 种
启动型单稳
个不同的单
特点都是“
是从 2 端输
的 2 端不带
最简单的形
则带有一个

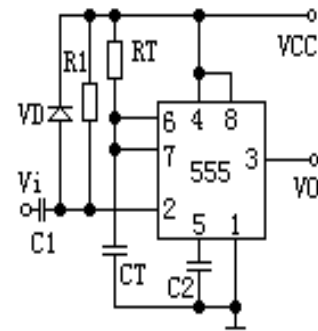
②双稳类电路

* 1.2.1 脉冲启动单稳



- 1) 特点: “RT-7.6-CT” 2端输入。外脉冲启动或人工启动。
- 2) 公式: $T_d=1.1RT*CT$
- 3) 用途: 定(延)时、消抖动、分(倍)频, 脉冲输出、L、C速率等检测。

* 1.2.2 脉冲启动单稳

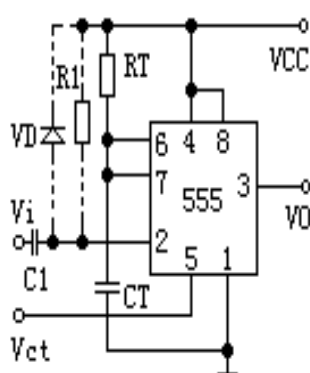


- 1) 特点: “RT-7.6-CT” 2端输入。外脉冲启动输入带RC微分电路。
- 2) 公式: $T_d=1.1RT*CT$
- 3) 用途: 定(延)时、抖动、分(倍)频, 脉冲输出、L、C速率等检测。

图 2

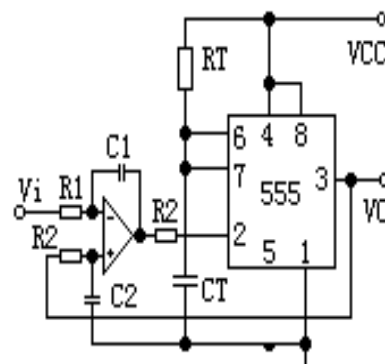
第 3 种 (图 3) 是压控振荡器。单稳型压控振荡器电路有很多, 都比较复杂。为简单起见, 我们设计了一个不同单元。不带任何辅助器件的电路为 1.3.1; 使用晶体管、运放放大器辅助器件的电路为 1.3.2。下面给出了 2 个常用电路。

1.3.2 单稳型VCO



- 1) 特点: “RT-7.6-CT”, 2端输入被调制脉冲, 5端加调制信号Vct。
- 2) 用途: 脉宽调制、压频变化、A/D变换等。
- 3) 别名: PWM

1.3.2 单稳型VCO



- 1) 特点: “RT-7.6-CT” 2端输入带VT1, 运放等辅助器件。
- 2) 用途: 同1.3.1
- 3) 别名: VFC

图 3

小结

该堂
是让学生
生成电路的
作用, 能
用。故教
用测试为
程与技巧

作业

课 题：555 电路的应用

教学目的：让学生掌握 555 电路的应用

教学重点：555 电路的应用

教学难点：电路的作用

教学方法：讲授法

教学时间：2 课时

教学过程：

一、复习引入：

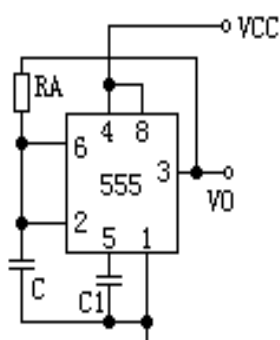
复习 555 集成电路的使用，总结出他的作用。那么他还有其他一些用途有待于我们进一步的

二、新授

第三类是无稳工作方式。无稳电路就是多谐振荡电路，是 555 电路中应用最广的一类。电路最多。为简单起见，也把它分为三种。

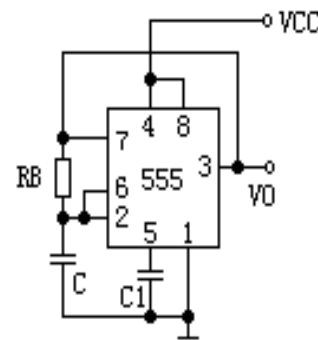
第一种（见图 1）是直接反馈型，振荡电阻是连在输出端 V_O 的。

* 3.1.1 直接反馈型无稳



- 1) 特点：“RA-6.2-C”
RA与VO相连。
- 2) 公式： $T_1=T_2=0.693RAC$
 $T=0.722/RA*C$
- 3) 用途：方波输出，音响告警，电源变换等

3.1.2 直接反馈型无稳

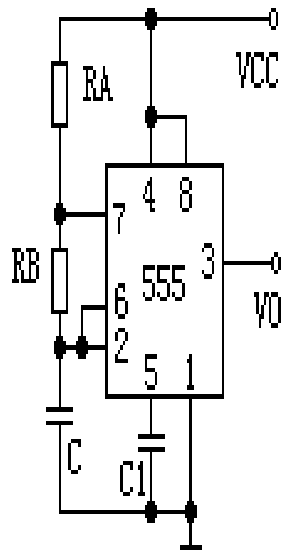


- 1) 特点：“7-RB-6.2-C”，
7与VO相联
- 2) 公式： $T_1=T_2=0.693RAC$
 $T=0.722/RA*C$
- 3) 用途：方波输出，音响告警，电源变换等

图 1

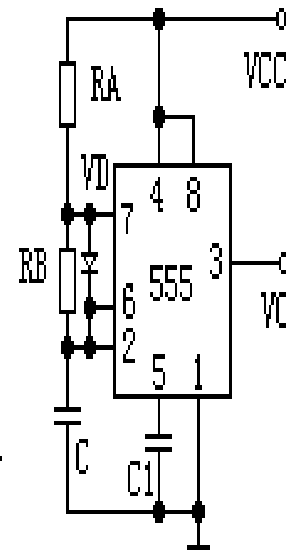
第二种（见图 2）是间接反馈型，振荡电阻是连在电源 VCC 上的。其中第 1 个单元电路（3.2.1）；第 2 个单元电路（3.2.2）是方波振荡电路。第 3、4 个单元电路都是占空比可调的脉冲振荡电路。路结构略有不同，因此分别以 3.2.3a 和 3.2.3b 的代号。

**** 3.2.1 间接反馈型无稳**



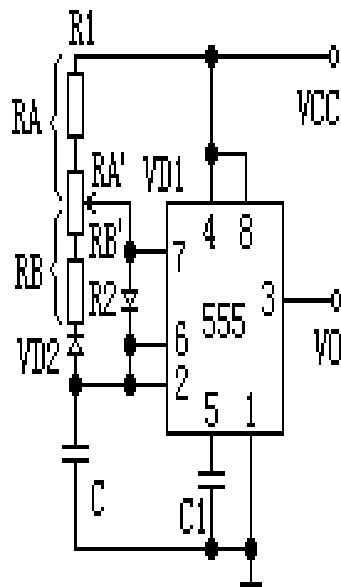
- 1) 特点：“RA-7-RB-6.2-C”，RA与VCC相连。
- 2) 公式：
 $T_1=0.693(RA+RB)*C$ ，
 $T_2=0.693RB*C$ ，
 $F=1.443/(RA+2RB)*C$
- 3) 用途：脉冲输出、音响告警、家电控制、电子玩具、检测仪器、电源变换、定时器等

*** 3.2.2 间接反馈型无稳**



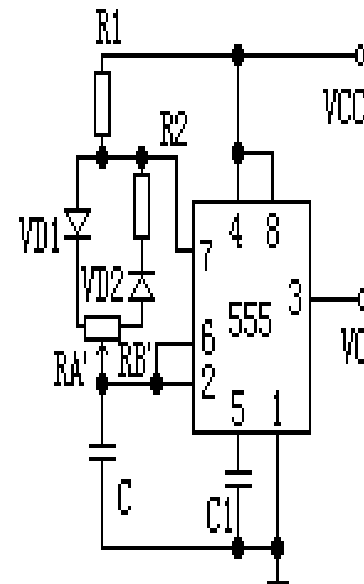
- 1) 特点：“RA-7-RB-6.2-C”与VCC相连，VD与RB并联。
- 2) 公式：
 $T_1=0.693RA*C$ ，
 $T_2=0.693RB*C$ ，
 RA=RB时T1=T2
 $F=0.722/(RA*C)$
- 3) 用途：方波输出、音响告警、家电控制、检测仪器定时器等。

*** 3.2.3a 占空比可调脉冲振荡电路**



- 1) 特点：7端和6.2端上下为R和C，中间有R和RP并联。
- 2) 公式：
 $T_1=0.693RA*C$ ，
 $T_2=0.693RB*C$ ，
 $F=1.443/(RA+RB)*C$
- 3) 用途：同3.2.1

*** 3.2.3b 占空比可调脉冲振荡电路**



- 1) 特点：7端和6.2端上下为R和C，中间有R和RP并
- 2) 公式：
 $T_1=0.693RA*C$ ，
 $T_2=0.693RB*C$ ，
 $F=1.443/(RA+RB)*C$
- 3) 用途：同3.2.1

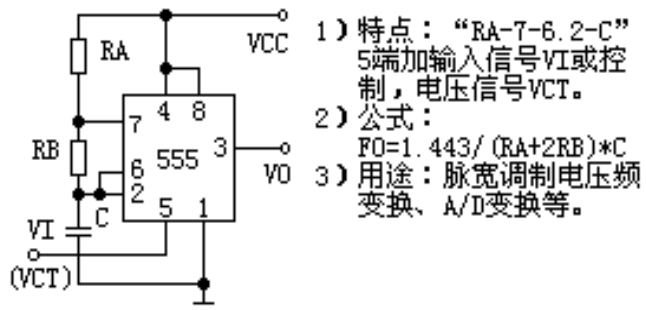
图 2

第三种(见图 3)是压控振荡器。由于电路变化形式很复杂，为简单起见，只分成最简单的形式辅助器件的(3.3.2)两个单元。图中举了两个应用实例。

无稳电路的输入端一般都有两个振荡电阻和一个振荡电容。只有一个振荡电阻的可以认为是特例单元可以认为是省略 RA 的结果。有时会遇上 7.6.2 三端并联，只有一个电阻 RA 的无稳电路，这

3.2.1 单元电路省掉 RB 后的变形。

3.3.1 无稳型VCO



3.3.2 无稳型VCO

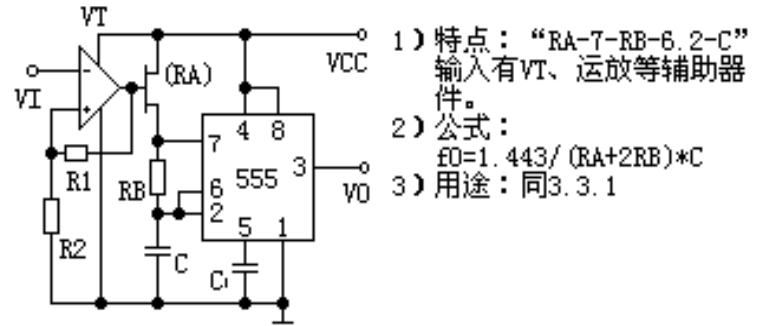


图 3

以上归纳了 555 的 3 类 8 种 18 个单元电路，虽然它们不可能包罗所有 555 应用电路，离其中，相信它对我们理解大多数 555 电路还是很有帮助的。

小结：

该堂课的主要任务是让学生能够了解 555 集成电路的使用，掌握他的作用，能够在以后进行应如何测试为主，强调使用过程与技巧。

作业：

- 1、画两种 555 集成电路的应用图
- 2、简单分析所画电路的工作过程与作用。

课外练习：

在网上查找资料，看还有哪些典型的应用。