

项目五：流水彩灯的设计与调试(一)

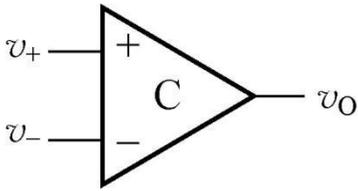
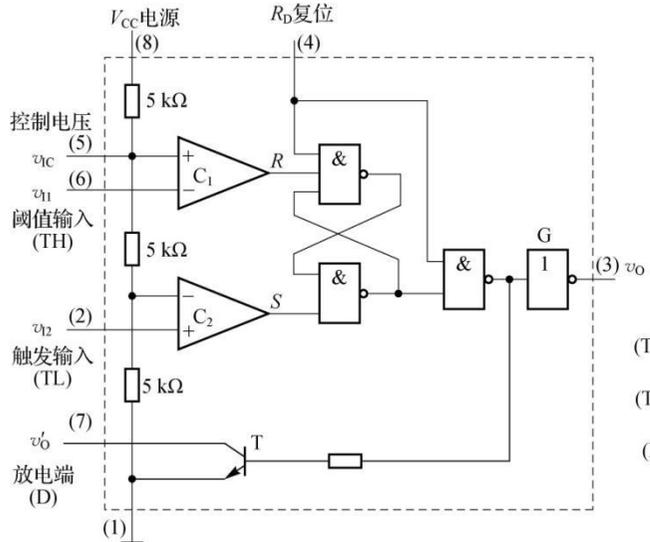
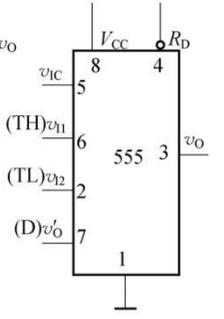
一、基本信息

课程名称	数字电子技术	课程类型	专业基础课	授课形式	实训
授课班级	电子 2001/2002	授课人数	35×2	授课学时	5
学情分析	学生特点	知识基础		技能基础	
	学生年龄一般在 18-20 岁，自制力较弱，缺乏耐心。这些学生存在或多或少的偏科现象，学生的接受能力参差不齐。因此采用分组教学法，小组成员互相配合、互相帮助，共同进步。	1、学生学习过电路分析及模拟电子技术具有一定的电路分析能力； 2、学生的计算能力整体偏低，不喜欢计算类题目； 3、学生的自主学习能力较弱。		1、部分学生来自中专，有一定的焊接基础；部分学生来自高中，实训能力相对较弱； 2、少数学生在实际生活中经常接触电子产品，能够完成简单的电子产品设计和维修。大部分学生生活中不存在此种技能。	
教学目标	知识目标	能力目标		素养目标	
	1. 了解 555 电路的逻辑功能； 2. 了解单稳态触发器、多谐波触发器的工作原理； 3. 了解施密特触发器的工作原理。	1. 掌握 555 电路的仿真测试； 2. 掌握 555 电路的简单应用； 3. 能使用仿真软件进行 555 应用电路的设计。		通过学生的参与过程，培养他们勤于思考、善于动手的良好学习习惯；通过实训，培养学生精益求精，精雕细琢的“工匠精神”。	
教学重点	<p>【教学重点】555 定时器的电路结构与工作原理。</p> <p>【解决措施】运用超星学习通软件发放引导性资料，让学生分小组开展研究性学习，然后集中分析讲解。并利用学习通软件发放练习题，及时了解学生掌握情况，对个别知识点再进行有针对性的讲解。</p>				

<p>教学难点</p>	<p>【教学难点】 555 定时器构成单稳态触发器。 【解决措施】 通过发放微视频，让学生先了解时序逻辑电路分析和设计的一般步骤。发放随堂小任务，分小组进行研究讨论，收集学生的设计方案。教师对知识点进行梳理，对实训方案进行指导，完成时序逻辑电路的设计。</p>
<p>思政元素</p>	<p>爱国主义精神、工匠精神、中国传统文化、改革创新的时代精神、民族自信心、自豪感</p>
<p>教学策略</p>	<p>【教学手段与方法】 课程立足于能力本位教学理念，采用问题导向教学法引领主线，任务驱动教学法贯穿始终。采用超星学习通教学平台，发放引导性学习资料及练习题，及时了解学生的掌握情况。以实训+教学结合的教学模式，以学生为主体，通过任务驱动，分小组进行任务分析、方案制定及任务实施等工作。用 multisim 进行仿真实训，数电实训板完成电路连接，虚实结合教学，增强学生的学习兴趣。</p> <p>【教学环境】 1、数字电子技术实训室 2、工位电脑、教师主机、数字电子技术实训箱、示波器、74LS194 芯片、LED 灯</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

二、教学实施

子任务名称	任务一仿真测试 555 电路的逻辑		
教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
一、明确任务	<div data-bbox="344 555 927 619" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 任务一 仿真测试555电路的逻辑 </div> <p>在数字电路系统中，常常需要用到各种脉冲波形，例如，时钟脉冲、控制过程的定时信号等。这些脉冲波形的获取，通常采用两种方法：一种是利用脉冲信号发生器直接产生；另一种是通过对已有信号进行变换，使之满足系统的要求。</p> <p>集成 555 定时器是一种多用途的单片中规模集成电路，该电路巧妙地将模拟功能与逻辑功能结合在一起，具有使用灵活、方便的特点，只需外接少量的阻容元件就可以构成单稳、多谐和施密特触发器，因而在波形的产生与变换、测量与控制、家用电器和电子玩具等许多领域中都得到了广泛的应用。集成 555 定时器的常见名称有 555 定时器、555 时基电路、三五集成电路、555 定时电路等。本任务就是通过仿真测试的方式，学习 555 定时器的基本逻辑功能。</p> <div data-bbox="344 1050 658 1129" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 10px; background-color: #4a7ebb; color: white; text-align: center;"> 获取信息 </div> <p>一、555 定时器的电路结构与工作原理</p> <p>1、555 定时器内部结构</p> <p>(1) 由三个阻值为 5 kΩ 的电阻组成的分压器。</p> <p>(2) 两个电压比较 C1 和 C2，电压比较器如图所示。</p> <div data-bbox="1093 1107 1285 1257" style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>重点</p> </div>	教师发布任务，并进行思政教育，学生接受任务（20 分钟）	555 定时器的功能及应用。激发学生兴趣，培养学生的职业认同感。

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
二、获取信息	<div style="text-align: center;"> $v_+ > v_-, v_o = 1;$ $v_+ < v_-, v_o = 0.$ </div> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(3) 基本 RS 触发器。 (4) 放电三极管 T 及缓冲器 G。</p> <p>2、工作原理</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="492 710 1142 1252">  <p>(a)原理图</p> </div> <div data-bbox="1120 933 1344 1252">  <p>(b)电路符号</p> </div> </div>	<p>引导查阅资料，小组讨论 (30 分钟)</p>	<p>定时器是一个复杂电路的应用，用到数电知识很广，需要学学生分小组完成任务，强化学生善于沟通、团队协作的意识，更好地锤炼学生“一丝不苟”的“工匠精神”。</p>

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>当 5 脚悬空时,比较器 C_1 和 C_2 的比较电压分别为 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 和 $\frac{1}{3}V_{CC}$。</p> <p>(1)当 $v_{11} > \frac{2}{3}V_{CC}$, $v_{12} > \frac{1}{3}V_{CC}$ 时,比较器 C_1 输出低电平, C_2 输出高电平,基本 RS 触发器被置 0,放电三极管 T 导通,输出端 v_o 为低电平。</p> <p>(2)当 $v_{11} < \frac{2}{3}V_{CC}$, $v_{12} < \frac{1}{3}V_{CC}$ 时,比较器 C_1 输出高电平, C_2 输出低电平,基本 RS 触发器 $R=1, S=1$,触发器状态不变,电路亦保持原状态不变。</p> <p>(3)当 $v_{11} < \frac{2}{3}V_{CC}$, $v_{12} > \frac{1}{3}V_{CC}$ 时,比较器 C_1 输出高电平, C_2 也输出高电平,即基本 RS 触发器 $R=1, S=1$,触发器状态不变,电路亦保持原状态不变。</p> <p>由于阈值输入端(v_{11})为高电平($> \frac{2}{3}V_{CC}$)时,定时器输出低电平,因此也将该端称为高触发端(TH)。</p> <p>因为触发输入端(v_{12})为低电平($< \frac{1}{3}V_{CC}$)时,定时器输出高电平,因此也将该端称为低触发端(TL)。</p> <p>如果在电压控制端(5 脚)施加一个外加电压(其值在 $0 \sim V_{CC}$ 之间),比较器的参考电压将发生变化,电路相应的阈值、触发电平也将随之变化,并进而影响电路的工作状态。</p> <p>另外, R_D 为复位输入端,当 R_D 为低电平时,不管其他输入端的状态如何,输出 v_o 为低电平,即 R_D 的控制级别最高,正常工作时,一般应将其接高电平。</p> <p>综上所述,可得 555 定时器功能见表 5-1。</p>	<p>教师讲授知识, 学生学习</p> <p>(30 分钟)</p>	

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>二、555 定时器构成单稳态触发器</p> <p>稳态触发器具有下列特点：第一，它有一个稳定状态和一个暂稳状态；第二，在外来触发脉冲作用下，能够由稳定状态翻转到暂稳状态；第三，暂稳状态维持一段时间后，将自动返回到稳定状态。暂稳态时间的长短，与触发脉冲无关，仅决定于电路本身的参数。</p> <p>单稳态触发器在数字系统和装置中，一般用于定时（产生一定宽度的脉冲）、整形（把不规则的波形转换成等宽、等幅的脉冲）以及延时（将输入信号延迟一定的时间之后输出）等。</p> <p>1、电路组成及工作原理</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="504 821 896 1316" style="text-align: center;"> <p>(a)单稳态触发器</p> </div> <div data-bbox="929 821 1366 1316" style="text-align: center;"> <p>(b)工作波形</p> </div> </div>		<p>555 定时器的单稳态过程类似于我们对于知识的学习，1、当我们努力学习时，我们对知识的领悟到达一定的程度或者说到达一定的状态</p> <p>2、当外来的诱惑（比如游戏等）的刺激下，我们放弃学习，就会又回到原来的状态，如此反复我们很难在专业上或者能力上有所突破。</p>

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>(1) 无触发信号输入时电路工作在稳定状态 当电路无触发信号时, V_i 保持高电平, 电路工作在稳定状态, 即输出端 V_O 保持低电平, 555 内放电三极管 T 饱和导通, 管脚 7 “接地”, 电容电压 V_C 为 0 V。</p> <p>(2) V_i 下降沿触发 当 V_i 下降沿到达时, 555 触发输入端 (2 脚) 由高电平跳变为低电平, 电路被触发, V_O 由低电平跳变为高电平, 电路由稳态转入暂稳态。</p> <p>(3) 暂稳态的维持时间 在暂稳态期间, 555 内放电三极管 T 截止, V_{CC} 经 R 向 C 充电。其充电回路为 $V_{CC}-R-C-$地, 时间常数 $\tau_1=RC$, 电容电压 V_C 由 0 V 开始增大, 在电容电压 V_C 上升到阈值电压 $2/3V_{CC}$ 之前, 电路将保持暂稳态不变。</p> <p>(4) 自动返回 (暂稳态结束) 时间 当 V_C 上升至阈值电压 $2/3V_{CC}$ 时, 输出电压 V_O 由高电平跳变为低电平, 555 内放电三极管 T 由截止转为饱和导通, 管脚 7 “接地”, 电容 C 经放电三极管对地迅速放电, 电压 V_C 由 $2/3V_{CC}$ 迅速降至 0 V (放电三极管的饱和压降), 电路由暂稳态重新转入稳态。</p> <p>(5) 恢复过程 当暂稳态结束后, 电容 C 通过饱和导通的三极管 T 放电, 时间常数 $\tau_2=RC_{ES}$ (RC_{ES} 是 T 的饱和导通电阻, 其阻值非常小, 因此 τ_2 之值亦非常小), 经过 (3~5) τ_2 后, 电容 C 放电完毕, 恢复过程结束。</p> <p>2. 主要参数估算</p> <p>1) 输出脉冲宽度 t_w 输出脉冲宽度就是暂稳态维持时间, 也就是定时电容的充电时间。</p> $t_w = 1.1RC$		<p>所以我们学习要持之以恒, 不能收到外部刺激而中断前进的脚步, 才能取得想要的成果。</p>

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>2) 输出脉冲宽度 t_W 一般取 $t_{re} = (3 \sim 5) \tau$, 即认为经过 3~5 倍的时间常数电容就放电完毕。</p> <p>3) 最高工作频率 f_{max} 若输入触发信号 v_I 是周期为 T 的连续脉冲时, 为保证单稳态触发器能够正常工作, 应满足下列条件。</p> $T > t_W + t_{re}$ <p>即 v_I 周期的最小值 T_{min} 应为 $t_W + t_{re}$, 即:</p> $T_{min} > t_W + t_{re}$ <p>因此, 单稳态触发器的最高工作频率应为:</p> $f_{max} = \frac{1}{T_{min}} = \frac{1}{t_W + t_{re}}$ <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>需要指出的是, 在图 5-6 所示电路中, 输入触发信号 v_I 的脉冲宽度(低电平的保持时间), 必须小于电路输出 v_O 的脉冲宽度(暂稳态维持时间 t_W), 否则电路将不能正常工作。因为当单稳态触发器被触发翻转到暂稳态后, 如果 v_I 端的低电平一直保持不变, 那么 555 定时器的输出端将一直保持高电平不变。</p> </div>	<p>发放随堂小任务, 分小组进行研讨讨论 (15 分钟)</p>	<p>难点的攻克, 需要学生细心、精心, 培养学生“坚韧不拔、自强不息”的“民族精神”</p>

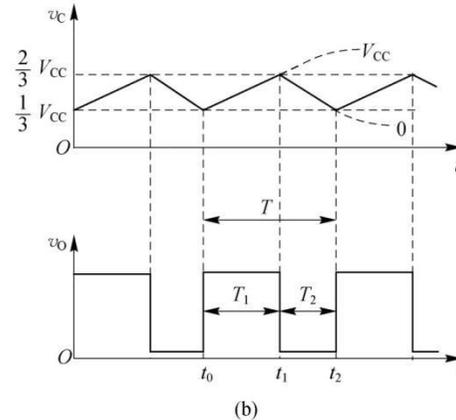
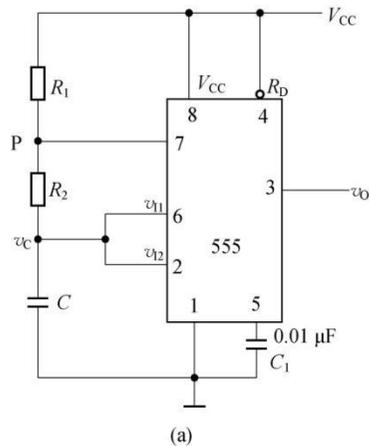
教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>随堂小任务：</p> <p>设计触摸式定时开关控制电路，电路中利用 555 定时器构成的单稳态触发器，只要用手触摸一下金属片 P，由于人体感应电压相当于在触发输入端（管脚 2）加入一个负脉冲，555 输出端（管脚 3）输出高电平，灯泡（RL）发光，当暂稳态时间（tW）结束时，555 输出端恢复低电平，灯泡熄灭。该触摸开关可用于夜间定时照明，定时时间可由 RC 参数调节。</p> <p>三、多谐振荡器 （一）用 555 定时器构成的多谐振荡器 1. 钢梁安装 2. 振荡频率的估算</p>		

教学环节

教学内容

师生活动及时间

思政教育



(二) 占空比可调的多谐振荡器电路

在图 5-8 所示电路中，由于电容 C 的充电时间常数 $\tau_1 = (R_1 + R_2)C$ ，放电时间常数 $\tau_2 = R_2C$ ，所以 T_1 总是大于 T_2 ， v_0 的波形不仅不可能对称，而且占空比 q 不易调节。利用半导体二极管的单向导电特性，把电容 C 充电和放电回路隔离开来，再加上一个电位器，便可构成占空比可调的多谐振荡器，如图 5-9 所示。

由于二极管的引导作用，电容 C 的充电时间常数 $\tau_1 = R_1C$ ，放电时间常数 $\tau_2 = R_2C$ 。通过与上面相同的分析计算过程可得

$$T_1 = 0.7R_1C$$

$$T_2 = 0.7R_2C$$

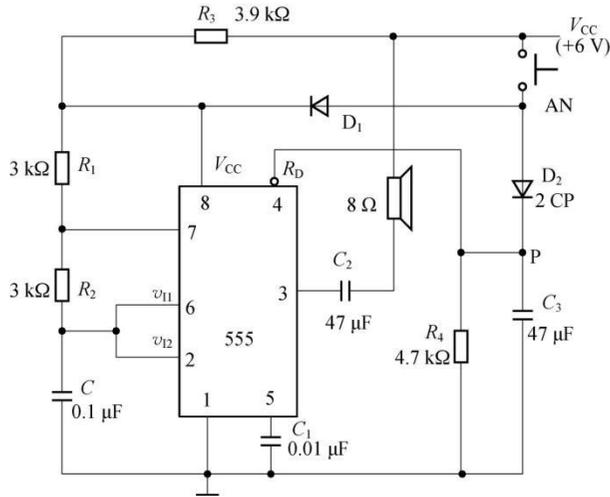
占空比 $q = \frac{T_1}{T} = \frac{T_1}{T_1 + T_2} = \frac{0.7R_1C}{0.7R_1C + 0.7R_2C} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ，只要改变电位器滑动端的位置，就可以方便地调节占空比 q ，当 $R_1 = R_2$ 时， $q = 0.5$ ， v_0 就输出对称的矩形波。

练习法
(30 分钟)

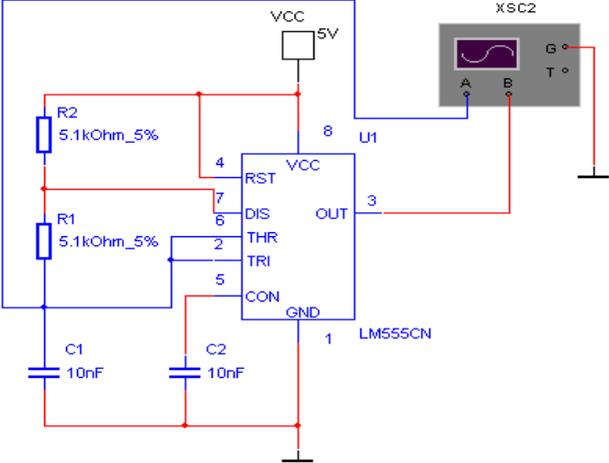
电路发生并联谐振时，支路电流有可能会大于总电流，引导学生掌握发生谐振的条件，告诉学生做事情只要抓住关键点，并且坚持做下去，你的人生会远比自己想象的更精彩，给学生树立自信、乐观的人生观、价值观。

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<div data-bbox="683 343 1176 909" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="369 917 739 957">(三) 石英晶体多谐振荡器</p> <p data-bbox="347 965 672 997">1. 石英晶体的选频特性</p> <p data-bbox="380 1005 1512 1085">石英晶体有两个谐振频率。当 $f=f_s$ 时，为串联谐振，石英晶体的电抗 $X=0$；当 $f=f_p$ 时，为并联谐振，石英晶体的电抗无穷大。</p> <p data-bbox="347 1093 1512 1173">石英晶体的选频特性由晶体本身的特性决定，其值为 $f_s \approx f_p \approx f_0$（晶体的标称频率）。</p> <p data-bbox="347 1181 1512 1252">石英晶体的选频特性极好，f_0 十分稳定，其稳定度可达 $10^{-10} \sim 10^{-11}$。石英晶体的电抗频率特性和符号，如图 5-10 所示。</p> <p data-bbox="347 1260 672 1292">2. 石英晶体多谐振荡器</p>		

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<div data-bbox="353 339 801 678"> </div> <div data-bbox="434 708 638 742">(a)电抗频率特性</div> <div data-bbox="862 518 1444 742"> </div> <div data-bbox="862 708 952 742">(b)符号</div> <div data-bbox="434 778 638 810">1) 串联式振荡器</div> <div data-bbox="376 821 1489 896"> <p>图 5-11 所示电路中, R_1、R_2 的作用是使两个反相器在静态时都工作在转折区, 成为具有很强放大能力的放大电路。</p> </div> <div data-bbox="376 906 1489 981"> <p>对于 TTL 非门, 常取 $R_1 = R_2 = 0.7 \sim 2 \text{ k}\Omega$, 若是 CMOS 门则常取 $R_1 = R_2 = 10 \sim 100 \text{ M}\Omega$; $C_1 = C_2$ 是耦合电容。</p> </div> <div data-bbox="757 1018 1108 1321"> </div>		

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>随堂小任务：</p> <p>设计多谐振荡器构成的电子双音门铃电路。当按钮开关 AN 按下时，开关闭合，VCC 经 D2 向 C3 充电，P 点（4 脚）电位迅速充至 VCC，复位解除；由于 D1 将 R3 旁路，VCC 经 D1、R1、R2 向 C 充电，充电时间常数为 $(R1+R2)C$，放电时间常数为 $R2C$，多谐振荡器产生高频振荡，喇叭发出高音。</p> <p>当按钮开关 AN 松开时，开关断开，由于电容 C3 储存的电荷经 R4 放电要维持一段时间，在 P 点电位降至复位电平之前，电路将继续维持振荡；但此时 VCC 经 R3、R1、R2 向 C 充电，充电时间常数增加为 $(R3+R1+R2)C$，放电时间常数仍为 $R2C$，多谐振荡器产生低频振荡，喇叭发出低音。</p> <p>当电容 C3 持续放电，使 P 点电位降至 555 的复位电平以下时，多谐振荡器停止振荡，喇叭停止发声。调节相关参数，可以改变高、低音发声频率以及低音维持时间。</p> 		

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育								
三、制定计划	<p style="text-align: center;">制定计划</p> <p>一、方案制定</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、分小组讨论方案的具体实施步骤； 2、分工合作，制定计划； 3、小组代表展示计划； 4、听取老师点评； 5、完善计划； <p>二、教师方案</p> <p>(一) 实训目的</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握 555 定时电路的连接方法 2. 掌握 555 定时电路单稳态工作方式的仿真测试方法 3. 掌握 555 定时电路无稳态工作方式的仿真测试方法 <p>(二) 实训器材</p> <table border="1" data-bbox="353 962 1473 1050"> <tr> <td>实训器材</td> <td>计算机</td> <td>仿真软件 Multisim 10</td> <td>其他</td> </tr> <tr> <td>数量</td> <td>1 台</td> <td>1 套</td> <td></td> </tr> </table> <p>(三) 实训原理及操作</p> <p>(1) 元件选取</p> <p>仿真电路所用元件及选取途径如下：</p> <p>电源 VCC: Place Source→POWER_SOURCES→VCC</p> <p>接地: Place Source→POWER_SOURCES→GROUND, 选取电路中的接地。</p> <p>电阻选取: Place Basic→RESISTOR, 选取 5.1KΩ。</p>	实训器材	计算机	仿真软件 Multisim 10	其他	数量	1 台	1 套		<p>组织分工合作制定计划 (25 分钟)</p> <p>引导完善计划 (15 分钟)</p>	
实训器材	计算机	仿真软件 Multisim 10	其他								
数量	1 台	1 套									

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
	<p>电容的选取: Place Basic→CAPACITOR, 选取 0.1 μF 和 0.01 μF</p> <p>555 定时器的选取: Place Mixed→TIMER→LM555CN</p> <p>双通道示波器 XSC1: 从虚拟仪器栏中选取。</p> <p>(2) 电路组成</p> <p>将各个元件放置在工作窗口中并连接成如图 5-24 所示仿真电路。图中由 555 定时器和外接元件 R1、R2、C1、C2 构成多谐振荡器, 脚 2 与脚 6 直接相连。</p>  <p>(3) 仿真分析</p> <p>打开仿真开关, 可以看到, 图 5-24 所示电路没有稳态, 仅存在两个暂稳态, 电路亦不需要外加触发信号, 利用电源通过 R1、R2 向 C1 充电, 以及 C1 通过 R1 放电, 使电路产生振荡。电容 C1 在和之间充电和放电, 其波形如图 5-25 所示。输出信号的时间参数为:</p> $T1=0.7(R1+R2)C \quad T2=0.7R2C \quad T=T1+T2$		

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
四、实施计划	<div data-bbox="517 347 1339 906" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="360 938 645 1023" data-label="Section-Header"> <h3>实施计划</h3> </div> <ol data-bbox="353 1050 705 1294" style="list-style-type: none"> 1 听取安全操作要求 2. 明确仿真实训任务要求 3. 明确知识点考核要点 4. 到指定工位检修 6. 听取教师指导 7. 恢复现场 	实施计划 45 分钟	

教学环节	教学内容	师生活动及时间	思政教育
五、总结评价	<p style="text-align: center;">总结评价</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 评价别组检修过程 2. 听取职业素养要求 3. 回顾知识技能点 4. 记录整理笔记要求(可课后做) <p>本次课程评价结合企业标准，评价检修方案和检修实操过程。评价内容以教学目标为依据，侧重学生专业能力和职业素养相结合的综合评价。教师控制整个教学过程，点评职业素养等综合能力。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 学业评价方式 <ol style="list-style-type: none"> (1) 过程性评价方式 2. 学业评价内容 <ol style="list-style-type: none"> (1) 实施方案 (2) 方案实施过程 	总结评价 (15分钟)	<p>通过课堂总结，培养学生善反思、常反省的学习态度</p> <p>通过学生点评，培养学生敢于评价的责任感</p>

三、教学反思

教学效果	<ol style="list-style-type: none">1、555 定时器的功能及应用。激发学生兴趣，培养学生的职业认同感；2、课堂以任务为引领，让学生明确干什么、怎么干，学习效率显著提升；3、恰当运用多种信息化教学手段，攻克重难点，提升教学效果；4、鼓励学生小组合作，培养学生团结合作意识；5、课堂融入思政元素，达到了课程育人的教学效果；
思政效果	<ol style="list-style-type: none">1、555 定时器的功能及应用。激发学生兴趣，培养学生的职业认同感；2、通过小组合作讨论，培养了学生的团队精神，增强了学生的团队合作意识和协作能力；3、定时器是一个复杂电路的应用，用到数电知识很广，需要学学生分小组完成任务，强化学生善于沟通、团队协作的意识；4、通过对并联谐振的讲解，引导学生做事情只要抓住关键点，并且坚持做下去，就会成功；5、通过学生点评，培养了学生敢于评价的责任感；