

南开大学电子信息与光学工程学院

数字逻辑 实验报告

实验序号 七

实验名称 数字音乐电路

网络空间安全 学院 信息安全 系

姓名 陆皓皓 学号 2211044 实验台号 20

实验日期及时间 2023年11月27日 星期 一 实验地点 B401

一. 实验目的:

1. 学习设计调试系统电路, 提高实验性能;
2. 了解数字音乐电路的一般原理。



## 二. 实验仪器及元器件

实验仪器	型号	备注
直流稳压电源	4.5V 10A	4.5V 10A
实验箱		
信号发生器		
示波器		

电子元器件	规格	数量
7400		1
74393		1
7420		1
7474		若干
导线		

## 三. 实验原理:

物体之所以能发出声音,是因为物体在振动,之所以各个物体发出的声音不同,是因为振动的频率不同。同样,相似的声音不同,是因为每个发声体振动的频率不一样。

音乐中的各音是人们在声音的自然规律作用下,从几个音中筛选出来的。平时我们所说的CDEFGAB就是音阶,每个音有它固有的频率,而do, re, mi, fa, so, la, xi是唱名,唱名的频率则可以随调而变。

目前,国际上采用 $a' = 440\text{Hz}$ 作为国际标准音高。按照十二平均律的12音之间的频率比为 $2^{1/12}$ 。两个八度之间的同一音名的频率为2倍关系。小字一组和小组的音名频率的表如下:

表1 小字一组的特征频率

音名	$c'$	$d'$	$e'$	$f'$	$g'$	$a'$	$b'$
序号	1	2	3	4	5	6	7
频率(Hz)	261.63	293.66	329.63	370.15	415.30	440.00	493.88

表2 小字二组的特征频率

音名	$c''$	$d''$	$e''$	$f''$	$g''$	$a''$	$b''$
序号	1	2	3	4	5	6	7
频率(Hz)	523.25	587.32	659.26	698.46	783.76	880.00	987.77

实际的音乐电子电路是很复杂的,需要考虑到很多因素,比如音色、音强等,本次实验主要是根据数字分频原理,利用计数器构成一个简单的单音的七音阶电路。

具体工作原理:利用220Hz正弦波经74393分频得到440Hz的基准频率信号,通过组合逻辑电路获得异步清零信号。当计数达到15时,清零信号有效,对计数器74393清零使之重新开始计数,从而实现对440Hz的信号分频,得到想要的频率(一个音阶)。

要想获得七音阶,必须有七个不同的组合逻辑电路得到七个清零信号,从而实现七音阶电路。

74393包含两个四位二进制计数器,时钟信号分别为 $CP_1$ 、 $CP_2$ ,  $R_1$ 和 $R_2$ 分别是两路的清零端,高电平有效,输出端 $Q_0$ 为高位, $Q_3$ 为低位,将两路级联可以实现八位二进制计数。

$Q_0$ 及 $Q_1$ 位分频器输出的信号为脉冲信号,直接接扬声器音质会非常差,所以需要增加一个等分比的二分频器(7474),使输出信号变为等分比的形式,提高声音的纯净度。

二分频器的作用,起到缓冲的作用,它可以提高电路的驱动力,带动扬声器。



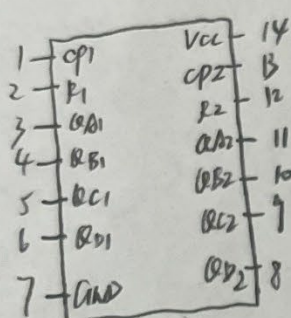
#### 四. 实验内容、步骤与要求:

1. 熟悉 7493 的功能, 并将其接成一个 8 位的二进制计数器, 验证其功能。
2. 用 8 个 7493 组合逻辑电路, 译码输出七个音阶
3. 用函数发生器代替振荡器测试调频电路, 并用示波器测量七个音阶频率, 列表记录, 与理论值 (C 字一组) 进行比较。

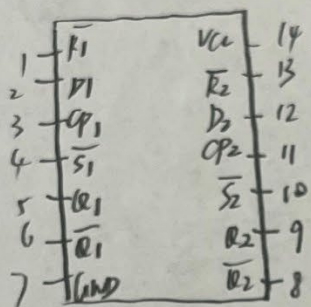
#### 4. 试以四个音阶

注: 1. 输入为 TTL 信号, 用信号源的 SYNC 输出, 频率调为 47520Hz

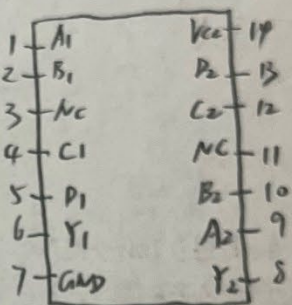
2. 建议先连出第一个音, 然后再连其他的音。如果听不到音, 用示波器测试, 频率正确即可。



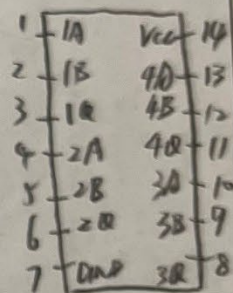
7493



7474



7420



7400

#### 五. 实验结果: (包括测量数据、曲线、图形等)

音名	实际频率Hz	计数器状态	测得频率Hz
c	261.63	01011010	263.92
d	293.66	01010001	293.84
e	329.63	01001000	329.99
f	349.23	01000100	349.44
g	392.00	00111101	395.20
a	440.0	00110110	440.04
b	493.88	00110000	493.97

$$\text{计算公式} \quad \frac{\text{总频率}}{\text{实际频率}} \div 2 = \text{分频数}$$

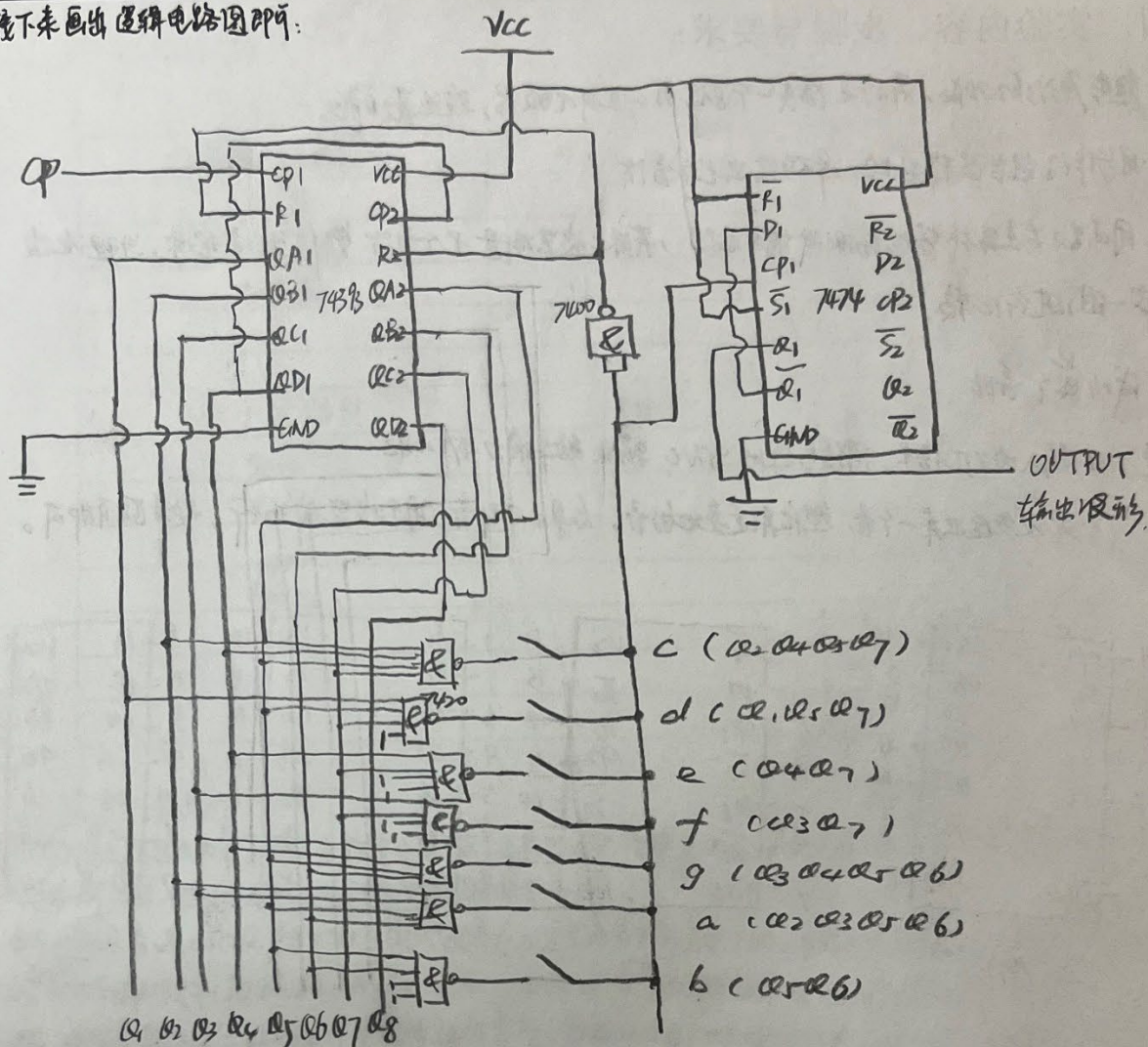
再用分频数验证为计数器二进制。

最后接入电路中测出频率, 与实际频率

进行比较即可。



接下来画出逻辑电路图即可：



## 六. 实验思考题：

(其中, g 的计数值为 00111101, 因为也是同输入, 所以近似处理, 近似为 00111100, 输出为 Q3Q4Q5Q6)