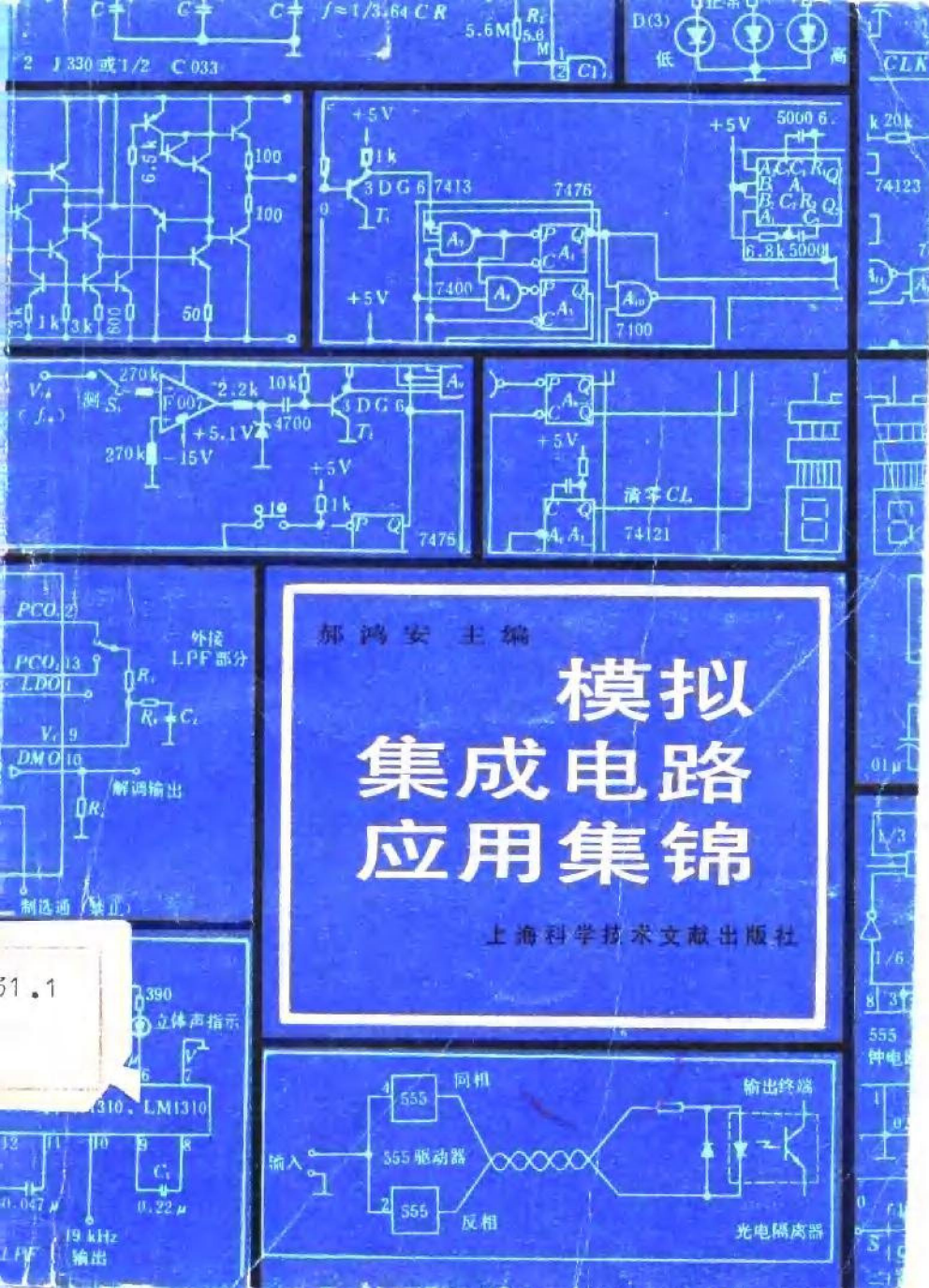




模拟集成电路应用集锦

郝鸿安 主编

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行
宜兴南漕印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 6.5 字数 157,000

1984年7月第1版 1984年7月第1次印刷

印数: 1—22,000

书号: 15192·312 定价: 0.81元

《科技新书目》73-214

出版说明

在电子工程领域里,尽管数字技术十分活跃,但是在许多场合,使用模拟技术也可以获得令人满意的性能,而花费却远比采用数字技术少。

因为模拟集成电路的使用范围很广,所以普及推广模拟集成电路的应用就显得很有必要。由于我国集成电路产品基本上沿用国际较通用的集成电路,我们可以借鉴国外大量成功的应用示例。当然,要真正做到为我所用,必须先进行消化,再通过思维自行设计,切切不可照图行事,盲目套用。对于有一定电路基础的同志,根据实际应用需要,是很容易举一反三的。

本书共收集了75个应用实例,对于基础知识未加赘述,仅就电路中的主要原理和关键地方作了扼要的说明。

本书主要由郝鸿安、俞荷菊、黄嘉华和周宗涛编写,刘砚田、梁家新和周继文也参加了编写并对部分应用电路做了实验。不当之处,恳请读者不吝指正。

编 者

1983.1

目 录

第一部分 各种振荡器和函数发生器	1
一、数控 10~10000 Hz 双相互补频率发生器	1
二、廉价变频脉冲发生器	4
三、快速同步振荡器	7
四、简易三角波/脉冲发生器	8
五、示波管管面上铺黑纸产生任意曲线波形	11
六、滑变脉冲发生器	13
七、线性压控音乐信号发生器	17
八、采用 555 的线性压控振荡器	19
九、用 555 产生占空比可调的定时脉冲	21
十、简易 CMOS 信号发生器	23
十一、采用 555 的电压/频率变换器(VFC)	28
十二、PLL-4046 用于频率合成和 FM 解调	32
十三、PLL 式立体声解调器的应用(3361 等)	40
第二部分 定时计时电路	44
一、使用 $\pm 15\text{ V}$ 电源的 555 定时器	44
二、延时和持续期独立可控的单稳电路	45
三、采用积分器和 555 定时器的长延时电路	47
四、模拟控制脉冲延迟	50
五、7556 可控防抖动单发/连续振荡器	51
六、简单而又精确的电子定时器	53
第三部分 控制器电路	55
一、利用 μPU 和定时器 555 的 SCR 控制电路	55
二、用于小容量直流伺服电机的开关控制器	57

三、汽车刮水器的延迟制动驱动器	58
四、电池省能自动开关	60
五、555 触发高频 SCR	61
六、使用 555 的廉价温度控制器	63
七、用 555 构成的差动线路驱动器	64
八、为钢琴增添风琴的音色	65
第四部分 检验和测量电路.....	66
一、电容微量变化(10^{-6})测量电路	66
二、简易电容测量仪	67
三、用模数转换器的液面监测器	69
四、直流电源脉动监视器	71
五、数字相位计	73
六、二线逻辑状态简易判别器	77
七、发光二极管取代面板表头	78
八、逻辑电平探测器(可与 TTL、HTL 和 CMOS 电平相兼容).....	81
九、合成语音电压计	83
十、简易数字温度计	85
十一、CMOS 报警器	89
十二、重力测量放大器及标准电流传送	92
第五部分 电压调整器、变换器及稳压电源	97
一、用定时器的开关电源	97
二、用定时器的升压稳压电源.....	100
三、驱动交流风扇的 DC/AC 转换器	101
四、555-PWM 的直流马达驱动控制器	103
五、单电源分压调节器	105
六、DAC 数控双极输出调压器	107
七、汽车用电子调压器	109
八、高效蓄电池充电器	111
九、低至零伏的基准电压源	113

十、可调、稳定、廉价的毫微安电流源	114
十一、用电流源作参考的稳压源	117
十二、稳压器 723 的特殊应用	118
第六部分 特殊放大器	124
一、喇叭兼作话筒的双向对讲机	124
二、多路选通较大信号输出的电路	126
三、由 741 组成的高压运算放大器	127
四、加前馈的 741 高速运算放大器	130
五、带短路保护并抗 $\pm 325\text{ V}$ 冲击的输出缓冲器	132
六、测量放大器	134
七、X、Y 轴非线性电路	136
八、可变(扩展)立体声	138
九、音调控制放大器	140
十、转换型桥式放大器(BTL)	142
第七部分 信号变换和接口电路	144
一、用简单的 V/F 转换器保存输入极性	144
二、兼有积分和取样保持功能的电路	145
三、具有大动态范围的线性压缩器	146
四、简易通用计算机系统(8073)	149
五、半导体解析器	151
六、基线校准器兼存储数据变换器	154
七、简易模拟除法器	156
八、模拟信号调制式隔离传送	158
九、低漂移指数函数变换器	161
十、线性 V/F 转换器(VFC)	162
十一、三位半数字电压表(14433)	164
十二、用于调制解调器的频率发生器	169
十三、经济型荧光显示	177
十四、高速低漂取样/保持电路	179

附录	182
一、国内外主要模拟集成电路对照表.....	182
二、国内外主要晶体三极管对照表.....	185
三、国内外主要二极管对照表.....	187
四、国内外主要数字逻辑集成电路对照表.....	188
主要参考资料	197

第一部分 各种振荡器 和函数发生器

一、数控 10~10000 Hz 双相互补频率发生器

数字/频率转换器可提供两个频率“互补”的输出波形(图1-1),一个频率输出与10位(BIT)数字输入量—— N 成正比,而另一频率输出与 $(1023-N)$ 成正比。这样,就能在超过三个数量

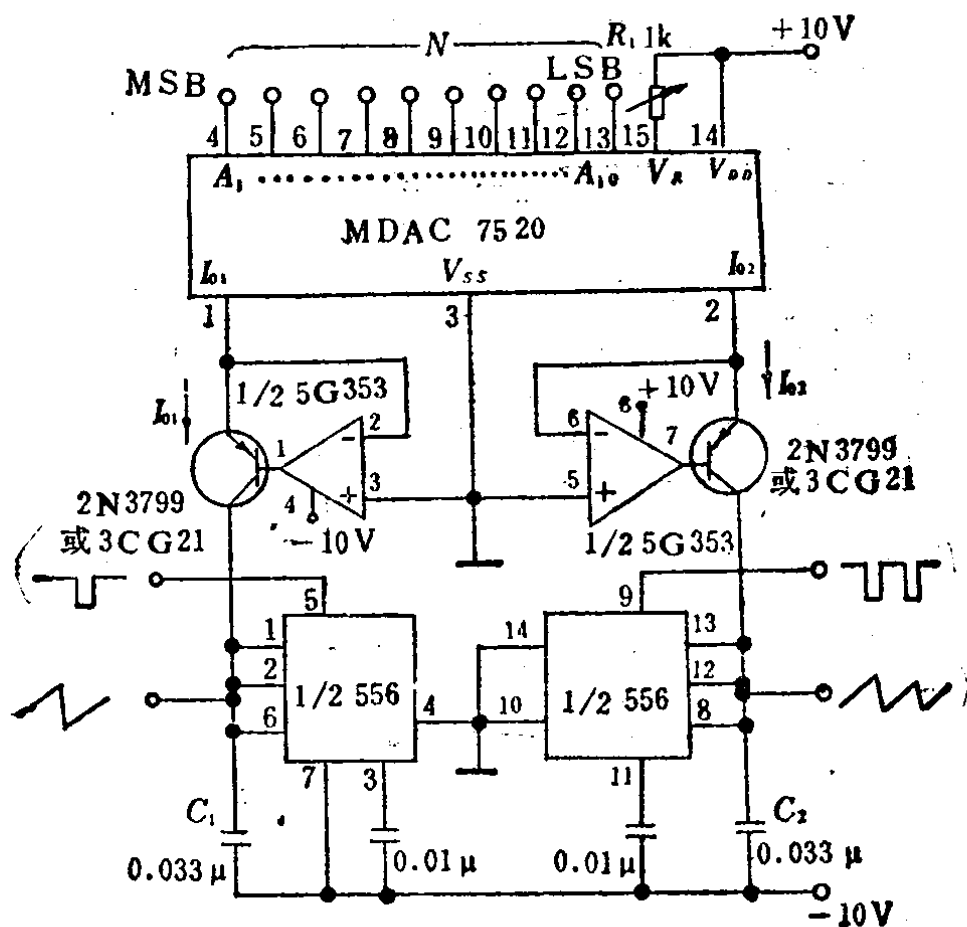
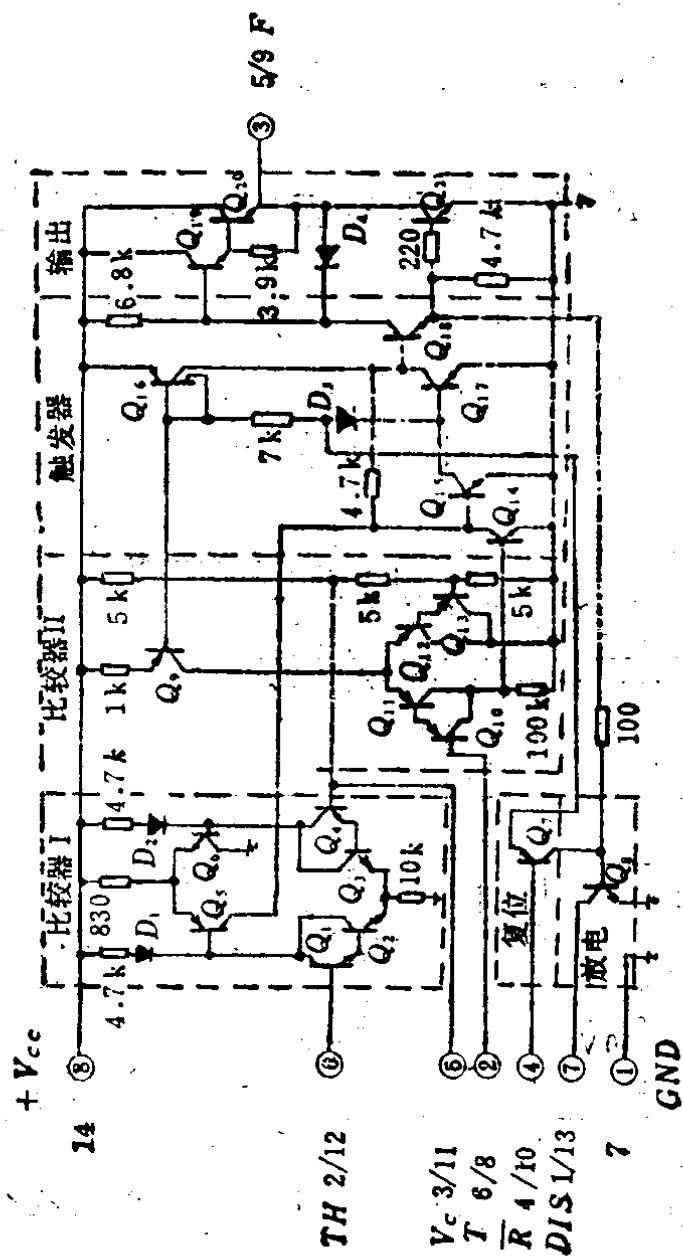


图 1-1 数控输出频率互补发生器



①~⑧ 是 555 引脚

1~14 是 556 引脚

(a) 555/556 等效电路

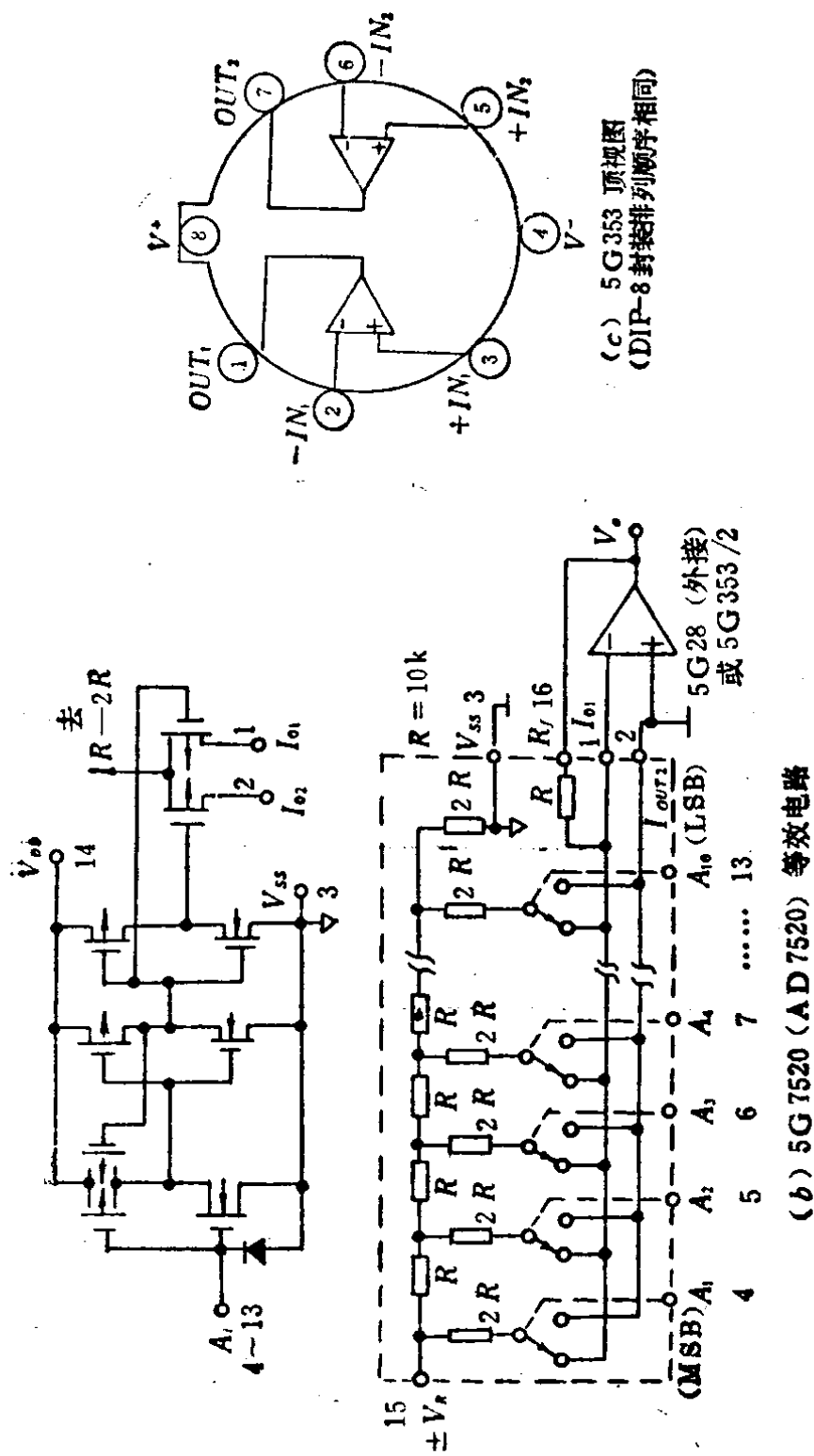


图 1-2 555/556、7520、353 等效电路和引脚排列

级(从 10~10000 Hz), 相应于数字量从 1 到 1000 的范围内获得极好的线性度。556 双定时既可提供脉冲输出, 又可提供锯齿波输出。

AD7520 (D/A 转换器) DAC 提供的输出电流 I_{01} 与 N 成正比; 另一输出电流 I_{02} 与 $(1023-N)$ 成正比。两只晶体管以及两只运算放大器不仅对电容器 C_1 和 C_2 充电, 而且使 7520 输出端维持零电压条件, 以吸收 D/A 转换器的输出电流供充电。

只要 C_1 和 C_2 上的充电电压达到 $2V_{CC}/3$, 定时电路就迅速放电至 $V_{CC}/3$, 然后以比例于电流 I_{01} 或 I_{02} 的速率重新充电。由于充电电流 I_{01} 与数字输入成正比, 可以获得数字/频率变换。

R_1 用于调节频率范围。 R_1 增大, I_{01} 与 I_{02} 都减小, 因而频率降低。反之频率升高。

关于 555/556、7520 以及 353 的等效电路和引脚排列序号等, 请参看图 1-2 所示。

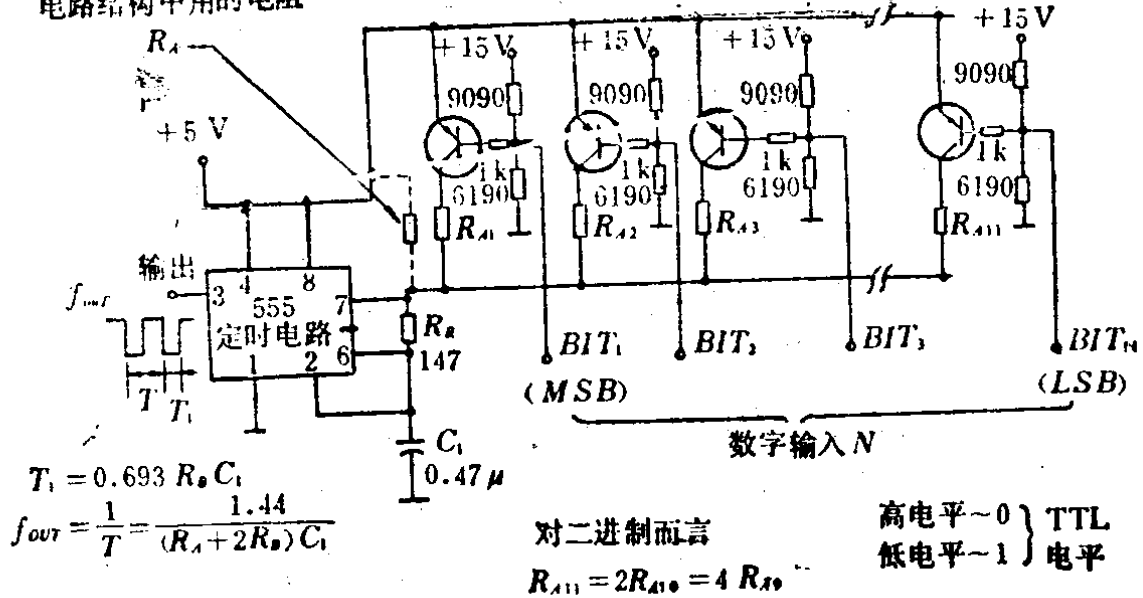
556 等效于 555(单)、7556(双), 可互换; MDAC7520 等效于 AD7520、MP7520 和 5G7520, 可互换; LF353 等效于 5G353, 可互换; 2N3799 可用 3CG21 代替

二、廉价变频脉冲发生器

图 1-3 所示的脉冲发生器只使用了一只 555 型定时电路。此发生器频率调节范围宽 (10000:1), 而且价格便宜。这种电路有良好的线性(在室温下 3%, 不用调整), 并且可以在 555 的整个频段内工作(约到 200 kHz)。

本电路主要用一只 555 集成电路接成非稳态多谐振荡方

基本非稳态555
电路结构中用的电阻



输出频率范围从 0~825 Hz 并以 0.4 Hz 步进的程序脉冲发生器。
稍作修改, 这种电路频率可展宽到 200 kHz

R_A		值
BIT	电阻	BIT WT Hz
1	7.21 k	413
2	14.8 k	207
3	29.8 k	103
4	59.8 k	52
5	120 k	26
6	240 k	13
7	481 k	6.5
8	962 k	3.2
9	1.9 M	1.6
10	3.9 M	0.8
11	7.7 M	0.4

图 1-3 变频脉冲发生器

式。原外接定时电阻 R_A 由一组定时电阻和开关晶体管取代。这种电路的工作频率范围为 $0 \sim 825 \text{ Hz}$ ，输入输出与 TTL 兼容。但是只要稍微更改一下，譬如把定时电容减小，就能获得更高的频率，以适用于宽频段工作。

当任何输入码是高电平(“0”)时，其相连的晶体管截止；当输入为低电平(“1”)时，晶体管导通工作在饱和区域， C_1 通过 R_A 和 R_B 充电。假如一个以上的晶体管导通，充电途径就是相应 R_A 阻值相并联， R_A 的有效值变成 $R_A(\text{LSB})/N$ (式中 N 为二进制的输入数字量)。假如选择 $2R_B$ 足够小到可以忽略不计(与所有的 R_A 相比)，那末输出频率直接正比于 N 。在任何情况

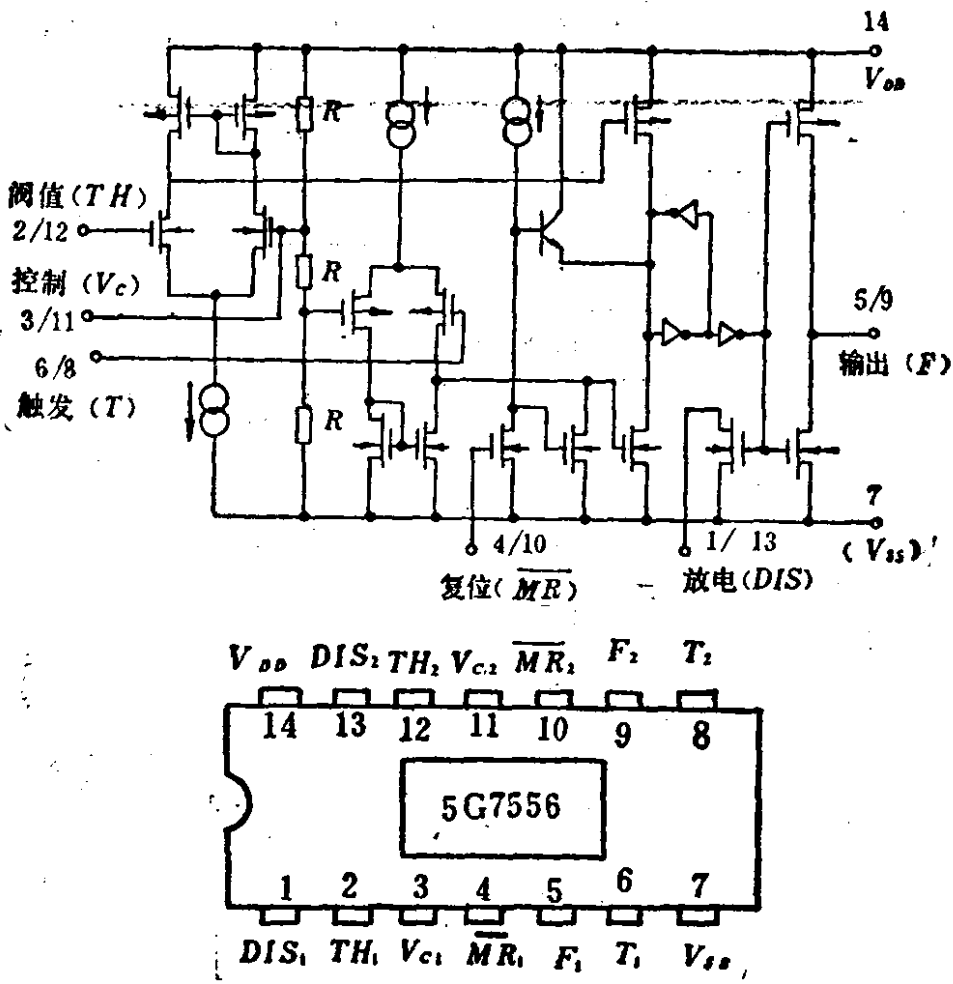


图 I-4 5G7556 CMOS 双时基电路

下, 输出脉冲宽度(T_1)在整个频段内维持恒定, 因为它只取决于 R_B 和 C_1 。

利用偏置技术使所有输入为零, 即 $N=0$ 。也就是所有晶体管完全截止, 从而使输出频率为零。实际上, 在这种情况下 C_1 被充电到触发 555 的电平的时间需要几分钟。在整个工作频段内输出频率的变化是平稳的。 N 变化时, 不会产生杂散脉冲。这种电路在两只输出脉冲之间, 或一只输出脉冲周期内, 能够从一个 N 值变到另一个 N 值。图 1-4 为 7556 的原理图, 可以用其中一半代替 555。

555 用 5G1555 代替

三、快速同步振荡器

如果需要在整个时间周期内观察信号、精确同步并稳定振荡器的频率常常很费时间。使用压控振荡器 VCO 的输出与外接参考源的频率相匹配, 就能自动调节振荡器的频率实现快速同步(见图 1-5)。

IC_1 把参考源频率除以 4, 并且分成两个相位差为 90° 的信号。振荡器频率被 IC_2 四频分。 IC_3 的两个输出之间的相位关系取决于振荡器频率是高于还是低于参考源频率, 这时输出频率取决于振荡器和参考频率的差。 IC_4 和 IC_5 都是史密特触发器, 并为计数器 IC_6 提供时钟和加/减控制。假如振荡器频率低, 计数器将计算出正比于频率差的速率, 引起 VCO 的控制电压 V_c 增加, 从而提高振荡器的频率。选择适当的 RO 值, 以滤去载频 $f/2$, 实现直流控制。

当参考频率 F_{REF} 去掉后, 史密特触发器会阻止时钟输入,

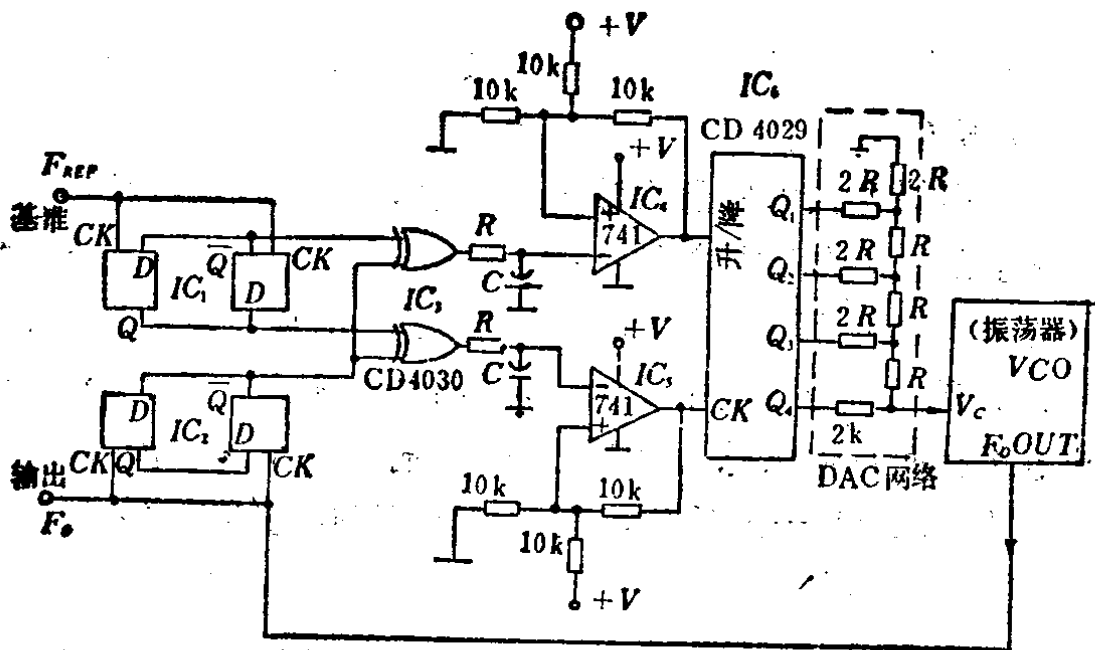


图 1-5 快速同步 VCO

计数器就会维持 VCO 所需要的电压。同步的时间和精度将取决于振荡器的频率和计数器与 DAC 网络的位数。DAC 网络也可以用 DAC07520，这时计数器可以用到十级，精度能达到 0.1%。

CD4013	用 5G4013 或 C043 代替;
CD4030	用 5G4030 或 C660 代替;
741	用 F007 或 CF741 代替;
CD4029	用 5G14516 或 C189 代替;
DAC	可改用 5G7520 代替

四、简易三角波/脉冲发生器

由触发脉冲产生的三角波，常用于精神生理实验中音频刺激的调制包络线波形，因为它具有理想的高度对称的频谱特性。这种波形发生器很容易调节三角波的工作时间，并保持三角波对称性。本文介绍的电路由多谐振荡器驱动产生理想的三角

波。它的占空时间与重复速率无关,工作时间可以从 $20\mu\text{s}$ 变化到 7ms 。

本电路原理如图 1-6 所示。电路由定时电路、输入脉冲触发的 SR_1 触发器组成。由于 SR_1 的 Q 输出是 JK_1 触发器的 J 输入,时钟脉冲一产生, JK_1 的输出就变为高电平, SR_1 即复位。同样,第二个时钟脉冲下跳时,触发器 JK_2 的输出端 Q 处于高电平,这时 JK_1 的输出端 Q 恢复为低电平。最后,第三个时钟脉冲复位 JK_2 。这样就产生了两个前后相继的脉冲。

555 定时器的作用是控制脉冲宽度,频率由 100k 电位器调节。一只 290Ω 电阻,再加上一只 0.05μ 电容决定了 555 对 SR_1 的关门时间。 SR_1 的开门时间同样用 100k 电位器、 290Ω 电阻和 0.05μ 电容器调节。

定时器输出经倒相形成一个具有固定的高电平时间和可变的低电平时间的时钟信号 (CLK)。由于 JK_1 和 JK_2 的 Q 输出脉冲宽度只是取决于时钟周期,一只电位器可同时调两只脉冲宽度,因而三角波的工作时间始终维持对称。

JK_1 的输出可由 741(F007) 运算放大器反向,这种反向脉冲和 JK_2 的 Q 正向输出的总和由第二只 741 运算放大器积分。 5k 电位器用来均衡两只脉冲的高度,只需要对它作一次性调整。2N4400 晶体管作为复位开关接在 0.1μ 电容上,防止触发脉冲之间的漂移以及非工作期间的积分。

2N4400 的基极,在 JK_1 上跳直到 JK_2 下跳的时间,由 SR_2 触发器保持低电平。在其余时间,2N4400 的基极处于高电平而导通使积分电容器 0.1μ 放电复零。 JK_1 和 JK_2 输出端接或门电路不实用,因为在时钟升高时,它们的输出可能同时处于低电平状态,会使 0.1μ 电容放电。

在产生对称输出的三角波形期间, SR_1 的反馈网络和两只

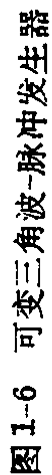


图1-6 可变三角波-脉冲发生器