

译文专辑

CMOS

集成电路应用

300例

上海市无线电十四厂编

1

上海市仪表电讯工业局科技情报研究所

CMOS

集成电路应用

300例

上海无线电十四厂编

前 言

最近几年来CMOS集成电路的发展极其迅速。由于CMOS电路有其微功耗、高抗干扰性、电源电压范围宽、可靠性高等方面的独特优点，因此，在国内外都受到广泛的重视并应用于各个领域之中，大有取代PMOS、HTL、TTL电路的趋势。美国RCA CD4000系列和MOTOROLA MC14000系列的CMOS电路已得到广泛推广和承认。为了进一步有助于各行各业的广大工程技术人员熟悉和推广CMOS集成电路的应用，我们根据最近几年的国外资料翻译选编了《CMOS应用300例》。并在附录中提供了美国无线电公司（RCA）、美国摩托罗拉公司（MOT）、美国国家半导体公司（NS）和上海无线电十四厂（双岭）CMOS集成电路对照表，以供对照选用。本专辑将分三册出版，第二、三册随后印出。本册由上海无线电十四厂潘鼎铭、沈保华、童志祥、陆德纯、薛春刚同志和仪表局情报所谢官木同志选、编、审。由于水平有限可能有不少错误之处，希批评指正。

编 者 1981. 6

目 录

一、电源

1. 计算机控制电源用, 控制数字输入锁存器..... (1)
2. 数控电源的信号隔离..... (1)
3. 采用带隙电压参考源的高精度校准器..... (2)

二、脉冲信号产生和变换

4. 串联的C-MOS部件组成二进制-BCD 转 换 器..... (4)
5. 异或门与触发器构成半整数除法器..... (5)
6. CMOS振荡器具有50%的占空比..... (6)
7. 单块CMOS集成电路构成脉宽调制器..... (8)
8. 将方波转换成正弦波的锁相环..... (9)
9. 在上下每一沿触发单脉冲..... (11)
10. 增加一些门使振荡器时间相等..... (12)
11. PMOS用2相时钟发生器..... (14)
12. 时序发生器控制用的可等待定时脉冲发生器..... (15)
13. 低功耗模拟随机符号脉冲发生器..... (16)
14. 用CMOS环形计数器的时序脉冲发生器..... (17)
15. 利用单个CMOS倒相器获得可控的延时和斜坡时间..... (18)
16. 无RC时间常数的CMOS记时触 发 器..... (18)
17. CMOS门电路组成振荡器和单稳态电路..... (20)
18. 可编程脉宽的脉冲发生器..... (20)

三、线性放大

19. 微小功率低频计数器用的输入放大器..... (21)
20. 用CMOS倒相器作运算放大器的输出放 大 器..... (22)
21. 用CMOS集成电路作交流放大器..... (22)
22. 使用3CMOS晶体管固体电路的CA3160的功率放 大 电 路..... (23)
23. 低成本的手表晶体激励超声短时脉冲串发生器..... (24)
24. 高输入阻抗宽带放大器..... (26)
25. 由CMOS反相器制成的线性放 大 器..... (26)

四、A/D、D/A转换

26. 用单片CMOS A-D变换器的自动量程数字万用 表..... (27)

27. 压-频转换器保存输入极性	(29)
28. 高化频谱分析器测量结果的报警器	(29)
29. 防止漂移的数字温度计	(30)
30. 反射形光电开关(传送方面)	(32)
31. 能高速工作的8位逐位比较型A-D变换器	(33)

五、控制和转换

32. 起动移位寄存器环路的或非门	(34)
33. 用CMOS计数器设置分频器的模	(35)
34. 最小相移为 22.5° 的相移键控调制器	(36)
35. 用触发器来控制振荡器的起动	(39)
36. 用八位计数器处理同时发生的输入脉冲	(39)
37. 延迟电路控制开/关相位	(41)
38. 使寻线减少到最小的混合伺服系统	(44)
39. 串行-并行转换器、译码宽度调制BCD	(46)
40. 斜坡发生器能分开控制斜率和频率	(48)
41. 脉冲极性自动修正电路	(49)
42. 数字插入器扩展合成器通道的数目	(51)
43. 保持频率的选通振荡器	(53)
44. CMOS“D”触发器作闭锁“与”门	(54)
45. 用光偶合器件隔离杆测端和控制部分的倒相器控制回路	(55)
46. CMOS逻辑电路的电源接口(1)-直流电源控制	(57)
47. CMOS逻辑电路的电源接口(2)-交流电源控制	(58)
48. 用CMOS逻辑电路控制马达①-低电平动作的功率开关	(60)
49. 用CMOS逻辑电路控制马达②-高电平动作的功率开关	(60)
50. 能大幅度降低数据存贮成本的微处理器——盒式录音机接口	(61)
51. 用霍尔传感器和触发器维持单摆振动	(64)
52. 使用CMOS并→串和串→并转换器	(66)
53. 使用CMOS集成电路的自动选台回路	(67)
54. 8080微处理机用单步电路	(67)

六、时间相位

55. 模拟经过时间计测的CMOS 1小时定时器	(69)
56. 到预定时间能接通所需设备的微型组件	(70)
57. 时钟组件提供图形记录的时间标志器	(71)
58. 使用CMOS加法器的数字移相回路	(73)
59. 用四异或门制成的完整锁相环	(73)

七、振荡器

60. 廉价的压控振荡器能在整个音频范围内产生丰实的谐波	(74)
------------------------------	--------

61. 能简单启动和停止振荡的CMOS施密特与非门延迟自激多谐振荡器	(76)
62. 包络发生器校准自动奏乐器的音色	(76)
63. 适用于低频石英晶体的CMOS石英晶体振荡回路	(78)
64. 使用施密特触发器的压控振荡器(VCO)	(79) ✓
65. 可改变波形占空比的施密特脉冲振荡器	(79)
66. 文氏桥式振荡器采用CMOS芯片	(80)
67. 施密特触发器的无稳态多谐振荡器	(81)
68. 扫描键盘驱动8音调发生器	(81)
69. 电源电压范围和振荡频率范围宽的, 由CMOS倒相器组成的自激多谐振荡器	(83)

八、显示和指示

70. 用CMOS大规模集成电路驱动点阵液晶显示模块	(85)
71. 鉴别器显示响应的第一个响应	(85)
72. 锁相环的简易锁相指示器	(87) ✓
73. CMOS集成电路测试仪的过压指示器	(88)
74. 能显示五种状态的动态逻辑探头	(90)
75. 发光二极管在可视数据监视器中追踪信号电平	(92)
76. 一旦交流电源出现故障, 用振荡器来驱动数字钟	(93)

九、开关、数据选择转换

77. 用I ² L器件的电流源节约能源	(95)
78. 主频道优先方式的自动选台回路	(97)
79. CMOS 3 态总线有效的正偏与反偏	(99)
80. 4 通道模拟数据选择器	(99)
81. 8 通道多路转换器	(100)

十、电平位移和逻辑接口

82. 不管属何极性逻辑, 接口电路, 可向TTL转换多种电平	(102)
83. 在LM308的输出放大器中使用CMOS门电路	(103)
84. 从CMOS逻辑电路和TTL到功率电路的接口	(104)
85. TTL至CMOS的简易接口电路只用一种单电源12伏	(104)

十一、检测和测量仪器

86. 利用CMOS的气体检测器	(105)
87. 瞬时响应的峰值毫伏计	(106)
88. 不受抖动影响的频率检测器	(108)

十二、触发器、计数器和分配器

89. 使用2个大规模集成电路的CMOS 8 位数计数器	(109)
90. 数控电源用的二-十进制代码输入信号变二进制代码的转换器	(110)

91. 用CMOS作成了稳态RS 触 发器.....	(111)
92. CMOS可编程序1/1~1/99分 配 器.....	(112)
93. 具有低功耗50MHz计数能力的5 位数计 数 器.....	(112)
94. CMOS大规模集成电路4 位减法计数器.....	(114)
95. 使用CMOS比例乘法器的对数/指数 计 数 器.....	(115)
96. 用CMOS门电路组成施密特触发器.....	(115)

十三、解码、解调

97. 用PLL (锁相环) 介调 $2125\text{Hz} \pm 100\text{Hz}$ FS的回路.....	(117)
98. PLL解调气象卫星图象电路.....	(117)
99. 使用PLL窄频率偏移的FS介调 电 路.....	(119)
100. 改善SCA付载波检测的调频介 调 (120)	(120)
附录: RCA、MOT、NS和双岭(DP) CMOS 集成电路对照表.....	(122)

一、电 源

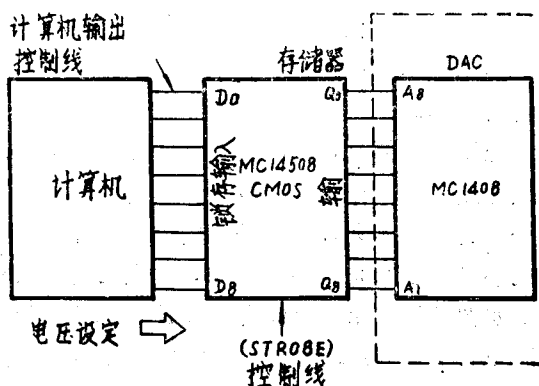
1. 计算机控制电源用，控制数字输入锁存器

考虑计算机控制数控电源的情况。从计算机的数据总线上得到的电压设定信号，保持起来是必要的。在加下一个电压设定信号之前，这个保持电压设定信号给与数控电源的 D/A 转换器。

计算机和 D/A 变换器之间，经常采用数据锁存器 MC14508。MC14508 具有选通，复位，3 态控制端，在同一封装内有 4 位锁存器 2 个。

选通端是“1”时，数据输入原样输出。选通端是“0”的时候因为信号被锁存住，被保持的前信号照旧输出。所以，加新的输入信号时，选通端加“1”，存入数据，接着选通端加“0”锁存。

在人工控制时，假如采用锁定寄存器选择也是方便的。例如从 9.9V 向 10V 的输出电压变化情况及有锁存时，一旦返回到 0V 以后，输出成为 10V。期望从 9.9V 顺利直接得到 10V 场合，数据锁定是有用的。



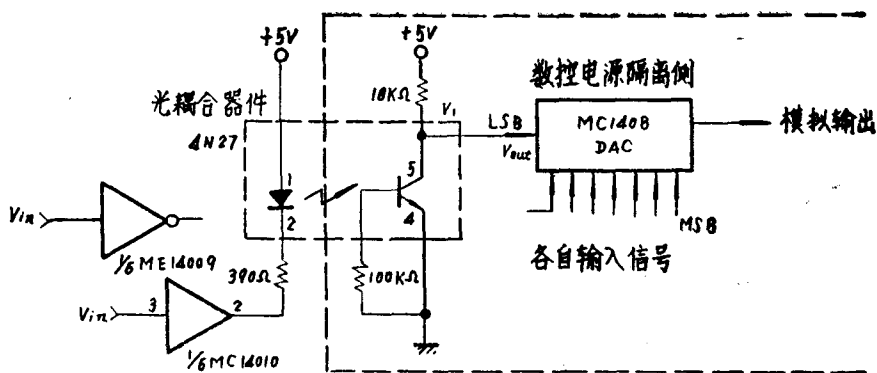
方 式	控 制 信 号			信 号	
	复 位	禁 止	选 通	D 输 入	Q 输 出
输 入 方 式	0	0	1	1	1
	0	0	1	0	0
锁 存 方 式	0	0	0	×	
复 位 方 式	1	0	×	×	0
非选择方式	×	1	×	×	高 阻

译自《电子展望别册333回路集》

郭金贵 译 李广根 校

2. 数控电源的信号隔离

由计算机加给数控输入信号情况，对同相信号进行分离往往是十分必要的。特别，两个



系统的接地端连在一起, 需要考虑避免由此产生的回路电流情况。在这时采用光电耦合器件分离同相信号, 仅把必要的数字信号传给数控信号输入。

假如采用莫托罗拉的4N25~4N28系列的光电耦合器件, 控制部分和电源之间的隔离电压可高达2500V。

控制输入部分是CMOS逻辑器件等场合, 因要驱动光电耦合器的发光二极管, 有必要采用缓冲放大器。作为缓冲放大器, 反相型的MC14009和同相型的MC14010常被采用。一般在一个封装内实装有6个缓冲放大器, 各缓冲器在8mA灌入电流时, 低电平输出是0.5V。因此小电流型的光电耦合器件的发光二极管的驱动是充分的。

如图所示, 用光电耦合器件4N27情况, 隔离电压是1500V。从控制输入部分加给MC1408 8位D/A转换器的每位输入信号是用光电耦合器件, 由光分离开来。

译自《电子展望别册333回路集》

郭金贵 译 李广根 校

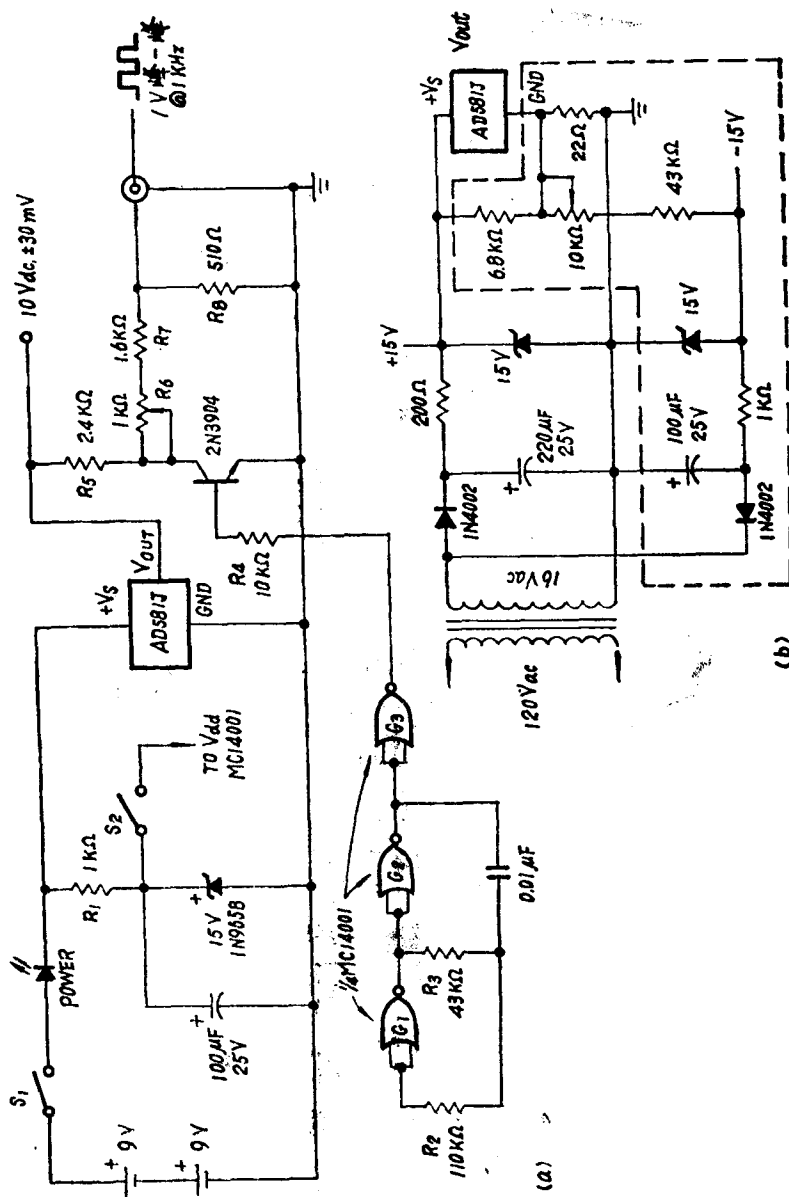
3. 采用带隙电压参考源的高精度校准器

模拟器件AD581J电压参考源可以用来制成一个价廉而精度极高的示波器校准仪, 那种示波器往往不稳定或者精度不够。如果该校准仪用电池工作的话, 用不到15美元就可以制作一台。

标准仪产生峰-峰值为1伏的方波信号, 精度高于0.5%, 它的长期稳定性应归功于将带隙技术用于电压参考源的结果。用带隙 (band-gap) 法得到参考电压比用齐纳二极管法有更高的温度稳定性, 因为该法使我们利用存在于集成电路半导体材料内相邻电子能级之间的固有恒定电位。因此, 被选能带之间的电位可用来产生10伏参考电压, 该电压在0℃到70℃的温度范围内变化不大于±13毫伏 (对于5812来说变化只有2.5毫伏)。

在本电路中, 借助于图(a)所示的参考电压, 1千赫方波的输出度为1伏。非稳态多谐振荡器 $G_1 \sim G_2$ 是方波发生器, R_1 用来补偿输入端阈值及电源的变化, 以使其与占空比保持在50%左右。 G_3 用来改进驱动2N3904开关管的方波的波形, 提供晶体管集电极电压的是带隙电压参考源。

为了消除由于晶体管的失配电压所造成的误差, 用 R_2 来调整集电极的输出使其在0.005伏到1.005伏之间摆动, 以便在输出端出现峰-峰值为1伏的差值电压。



直流数字电压表可以用来精确地调整其输出电压，使用该表可为校准电路提供方便。精确的峰值交流电压表不太适用；即使输出不是很对称的话（占空比为50%），则均方根表也不能得到精确的结果。

为了校准电路，需将 S_2 打开，用去掉 G_1 - G_3 电源的方法使1千赫振荡器不能振荡。然后，调整 R_6 使其输出为1.005V。再合上 S_2 ，使 G_1 的输入接地再测量输出电压。二次读数之差应为1伏。为精确起见应重复这二步。调整 R_6 使电压从原来设定的值1.005V稍有一点移动，然后使 G_1 的输入端接地，如此下去，直至差值为1.000V。

二节9V电池可以用许多小时。电池耗电约6mA。一般器件在电压降至12V还能工作。

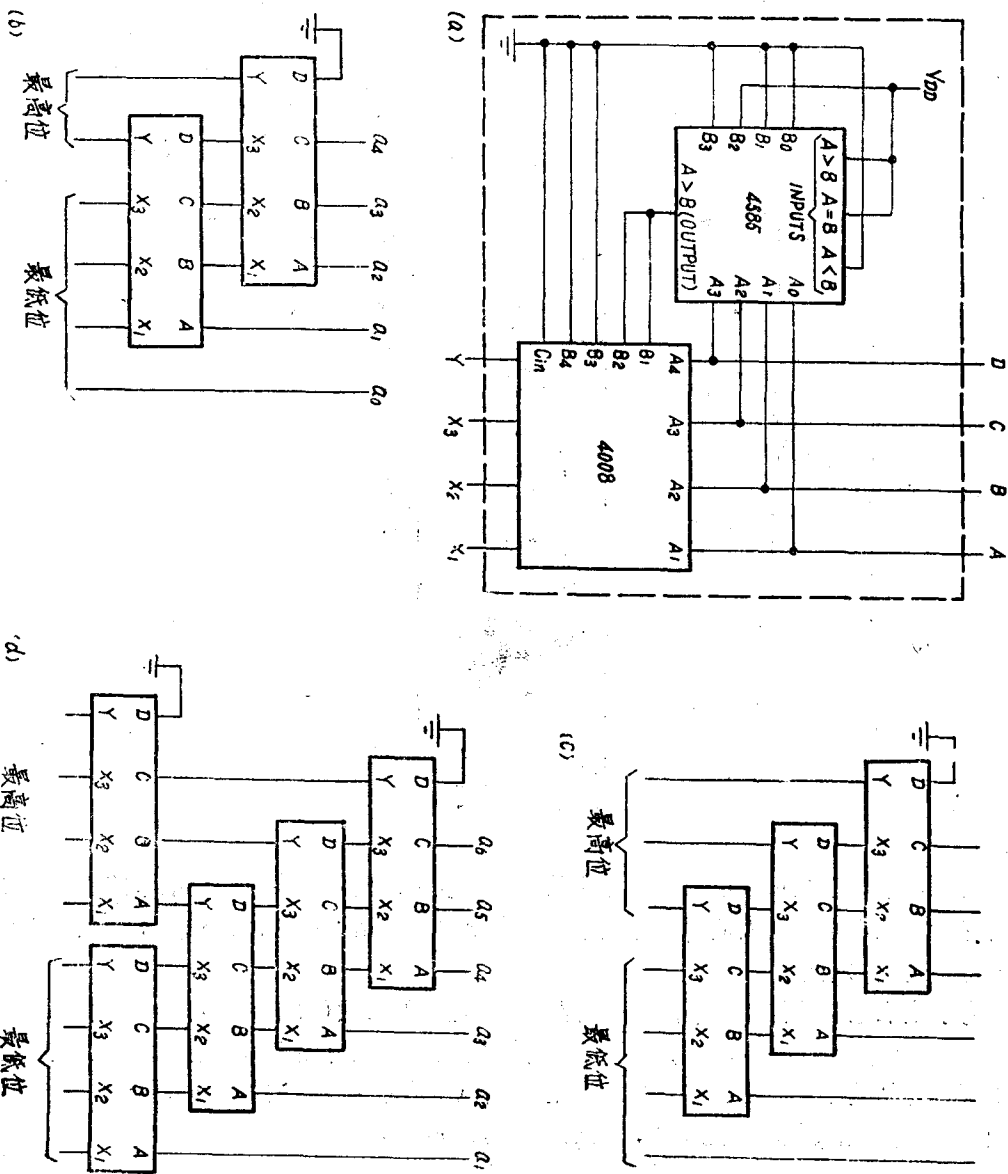
如果预计经常要用,则应该用120V交流电供电,见(b)。从电源得到一双向15伏电源,再加一组整形电路,如虚线内所示,这样581J的10V输出便可精确地得到。

译自《Electronics》1978年6月8日P.118~P.120
陆德纯 译 沈保华 校

二、脉冲信号产生和变换

4. 串联的C-MOS部件组成二进制-BCD转换器

低功耗, -金属-氧化-半导体加法器和比较器是容易组成一个4位二进制-BCD转换器。



把基本的加法器和比较器串联时,转换器可以扩展把 n 二进制输入位转换成二-十进制位的输出。这种电路要比用一只计算器简单得多并且可不用只读存储器。

构成基本4位转换器部件是4008全加器和4585比较器。二进制输入引入到A-C, A是仅次于最低有效位, D接地。BCD输出出现在4008的 X_1 - X_3 和Y处。LSB(最低位)的输入绕过此单元成为LSB输出。

4585比较器用固接在 B_0 - B_3 处上的二进制码(0100)和输入位比较。那末,假如在A-D的数比4小或者相等,4085的输出就低。4008的 X_1 - X_3 输出也就和输入位数相等。

假如输入数字比4大,(也就是比0100大),4585的输出变高,故二进制0011被安置在4008全加法器的 B_1 和 B_2 输入上。于是3加到输入数字,4008的Y输出升高,表明最高位是有效的。

利用串联单元,5位(b),6位(c),和7位(d)的转换器可以组成。这种方法可以用来无限地扩展需调整的位数。请注意最低有效的输入位(a_0)的值按数字表示是和它的BCD等值相等的,故在所有情况中,从输入到输出是直接传递的。

无限地相加:变换为4位低功耗二进制-BCD转换器(a)仅需要CMOS加法器和比较器。所以这种单元的接法,即应用基本的组成部件就可容易地组成5位(b),6位(c)和7位(d)的转换器。

译自:《Electronics》1979年5月10日P.125

薛钟荣 译 沈保华 校

5. 异或门与触发器构成半整数除法器

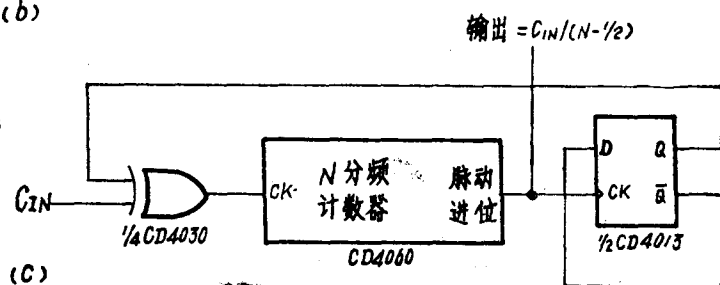
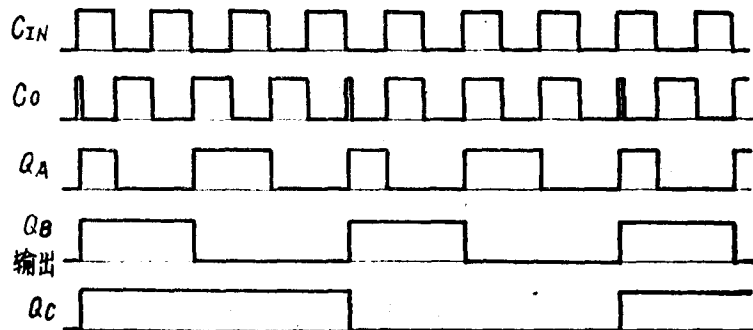
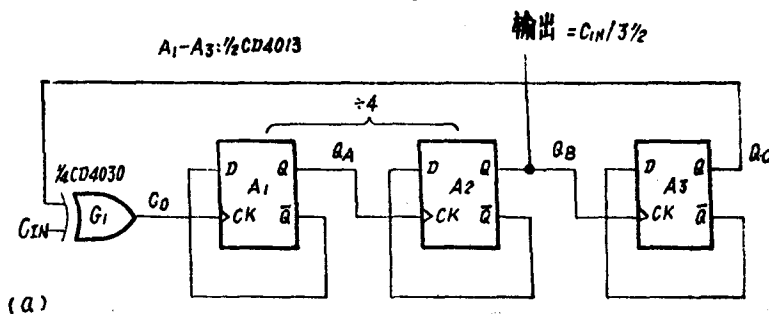
一个简单而廉价的除以($N-\frac{1}{2}$)的除法器可以用D触发器和异或门来组成。该电路组合使用极少的元件,主要由于它与许多这种同类除法器不同,它不依靠一组单稳多谐振荡器。同时也没有难办的固步问题。而这种同步问题会使电路复杂化和增加其元件数。

各式各样的逻辑电路需要利用从主时钟引出的半整数时钟讯号来驱动。例如,MM-57100电视游戏集成电路用1.0227兆赫的讯号驱动,由芯片制造商(国家半导体公司)介绍的这个频率从电视机3.579546兆赫的彩色脉冲串晶体振荡器得出的。这个应用需要一个 $3\frac{1}{2}$ 分频计数器,它可用如图1a所示的一个除以4电路改制而成。

触发器 A_1 和 A_2 构成4分频计数器。主时钟 C_{IN} 通过异或门 G_1 驱动 A_1 。然而, G_1 的输出状态还要由 A_3 来控制的。

因此, A_3 把该除法器转变为一个除 $3\frac{1}{2}$ 的计数器。 A_3 置位于反馈回路中,于是,这个反馈回路能对 C_{IN} 每作 $3\frac{1}{2}$ 计数,就能在 C_O 产生一个窄脉冲。当 C_{IN} 或下降到逻辑0或上升到逻辑1时,这个脉冲就产生,而这个脉冲取决于 Q_c 的状态。脉冲之所以窄是由于 C_O 最初的0到1次翻转(由 C_{IN} 引起的)和 Q_c 状态的改变——即 Q_c 改变状态之间的延迟所决定的,它使异或门 G_1 失效,在到达逻辑1后,使 C_O 几乎立即下降。图16给出的时序框图详细说明了该电路的工作。

半整数计数器, $3\frac{1}{2}$ 分频计数器是用触发器 A_3 和异或门 G_1 改进后的4分频电路(a)。器时序框图详细表明电路的工作(b)。这种方法可以扩展用 N 分频计数器的脉动进位代替触发 A_1 和 A_2 ,可组成($N-\frac{1}{2}$)分频计数器(c)。



这个方法也可扩展到 $(N-\frac{1}{2})$ 分频计数器的普遍情况, 如图1c所示, 仅用一个同步或异步计数器来代替那个在其它情况下所需的触发器 A_i 。

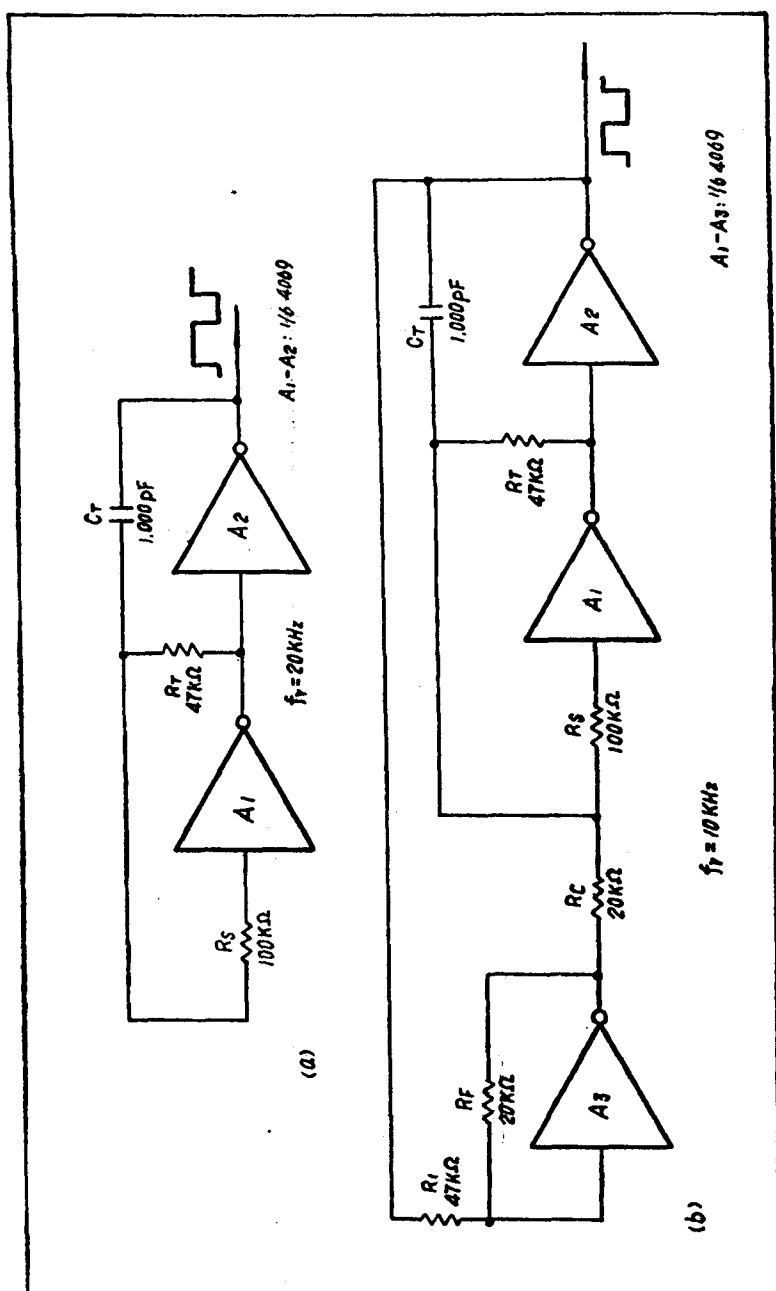
译自《Electronics》1978年1月19日P.109~P.111

潘思省 译 潘鼎铭 校

6. CMOS振荡器具有50%的占空比

用互补金属氧化物半导体 (CMOS) 门电路组成的非稳态多谐振荡器有一主要缺点——由于每个门的开关开启电压 V_{TH} 的变化, 其占空比的变化范围在 25%~75% 之间。对基本电路增加一个 CMOS 反相器和三个电阻, 则 V_{TH} 的变化可以消除, 就可得到理想的方波输出。门-电阻组合是利用负反馈来进行补偿。

标准的非稳态多谐振荡器示于图(a)。该电路以几乎不受使用的各个门影响的频率 ($f = \frac{1}{4R_T C_T}$) 工作, 但它仍有难以预测的占空比, 因 V_{TH} 在 $\frac{1}{2}V_{DD}$ 的上下会变化 40%, V_{DD} 即电源



电压。如需要50%的占空比，则该电路必须跟随一个脉冲边沿触发的触发器或用二个微调电位器及一个两极管进行单独调整（见RCA公司应用说明ICAN-6267）。

图(b)中的电路克服了这些缺点，倒相器A₃对A₁形成第二条负反馈通道（信号流经R_T形成主要通道）。A₃以低闭环增益工作，很象工作在其特性曲线的线性部分的运算放大器。因而A₃反相开启电压可与负反馈电压组合在一起加到A₁。如 $R_F/R_I = R_C/R_T$ ，则A₁和A₃之间的开启误差便可完全消除。据认为，A₁和A₃及A₂均在同一封装之中，它们的V_{TH}基本相等。

由于必须调整 A_3 增益,以便在 V_{TH} 变化 $\pm 40\%$ 时,不致于使其输出饱和,故电阻值必须选择得使 $R_1/R_F = 2.33$ 。同时,当 $R_C R_1 = R_F R_T$ 时,调整 A_3 到合适的增益。在这些情况下,并忽略寄生电容和输入电容,多谐振荡器的工作频率将是 $f = I/R_T C_T$,而占空比将为50%。

要注意的是,在这种情况下为20千赫的工作频率是使用 C_T , R_T 和 R_S 同值的标准非稳态电路的工作频率的两倍,这是由于第二反馈通道存在之故。

采用CMOS门的标准非稳态多谐振荡器(a)由于可变的开关开启电压而有难以预测的占空比,增加一个倒相器和三个电阻(b)对 A_1 形成第二条负反馈通道,使 A_1 和 A_2 的开关点在 $\frac{1}{2}$ 电源电压处,使能得到50%的占空比和产生正方波。

译自《Electronics》1979年3月1日P.118

潘鼎铭 译 沈保华 校

7. 单块CMOS集成电路构成脉宽调制器

若互补-金属-氧化物-半导体集成电路的场效应晶体管控制自激振荡器的占空因数,那末用单块CMOS集成电路可构成脉宽调制器。按其特性曲线的范围,FET的输出电阻几乎是随输入电压直线变化的,并使该电路用来作开关电源使用和作数据通信系统模拟变换使用。

该电路使用一个CD4007双互补对和一个倒相器,互补对是由3n-沟和3p-沟的增强型MOS晶体管组成。如图所示,各由CD4007的两个门电路组成的倒相器 I_1 和 I_2 ,由它们本身与电阻 R ,电容 C 一起构成一个非稳态多谐振荡器。多谐振荡器的振荡频率由下式给出:

$$f = 1/1.4RC$$

图左所示的 $1M\Omega$ 电阻器限制至 I_1 的反馈电流。这样可防止输入电路烧毁,并防止倒相器过早地转换和影响所需的工作频率。

CD4007其余的两个门,即-n-沟门和-p-沟门,接到 I_1 的输出端与 R 电阻并联。设计这样的网络是为修正 R ,并从而控制转换时间 t_1 与 t_2 。

该器件的振荡(转换)时间可列如下两式:

$$t_1 = RC \ln[(V_{dd} - V_{tr})/V_{dd}]$$

和

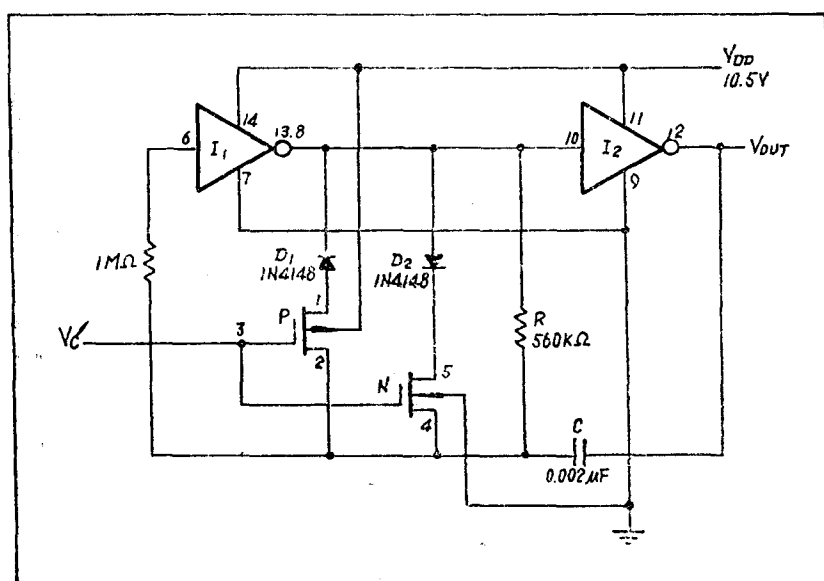
$$t_2 = RC \ln(V_{tr}/V_{dd})$$

式中 t_1 是振荡器的导通时间, t_2 是截止时间, V_{tr} 是门输入端阈电压, V_{dd} 是电源电压。

当振荡器输出是高电位时,二极管 D_1 导通。P沟输出电阻将与 R 并联,二极管的正向电阻可不予计算。P沟门输出电阻将随 V_c 减小而减小。

同样,当振荡器输出是低电位时,二极管 D_2 导通,则n沟输出电阻与 R 并联。n沟电阻将随 V_c 的增加而减小。振荡的占空因数(即导通与截止时间的控制)工作频率变化范围从1%~99%。占空因数与控制电压 V_c 的幅度成正比。

图中元件值产生一个1千赫的振荡频率。作为占空函数的振荡频率变化是最小的。仅管用FET S 与 I_1 的两端相接来修正基本的工作频率,但对控制电压 V_c 的其他值来说,一个



FET的输出阻抗通常是上升的,而其他FETs的输出阻抗是成比例地下降。因此,当占空因数是常数,平均电阻与R并联。

译自:《Electronics》1977年6月23日P.126

沈保华 译 潘鼎铭 校

8. 将方波转换成正弦波的锁相环

这个锁相环电路中的出色的元件是8038波形发生器/压控振荡器,它可同时产生一个合成的正弦波和一个方波。这个方波输出闭合了回路,而该正弦波输出就用作转换后的输出。

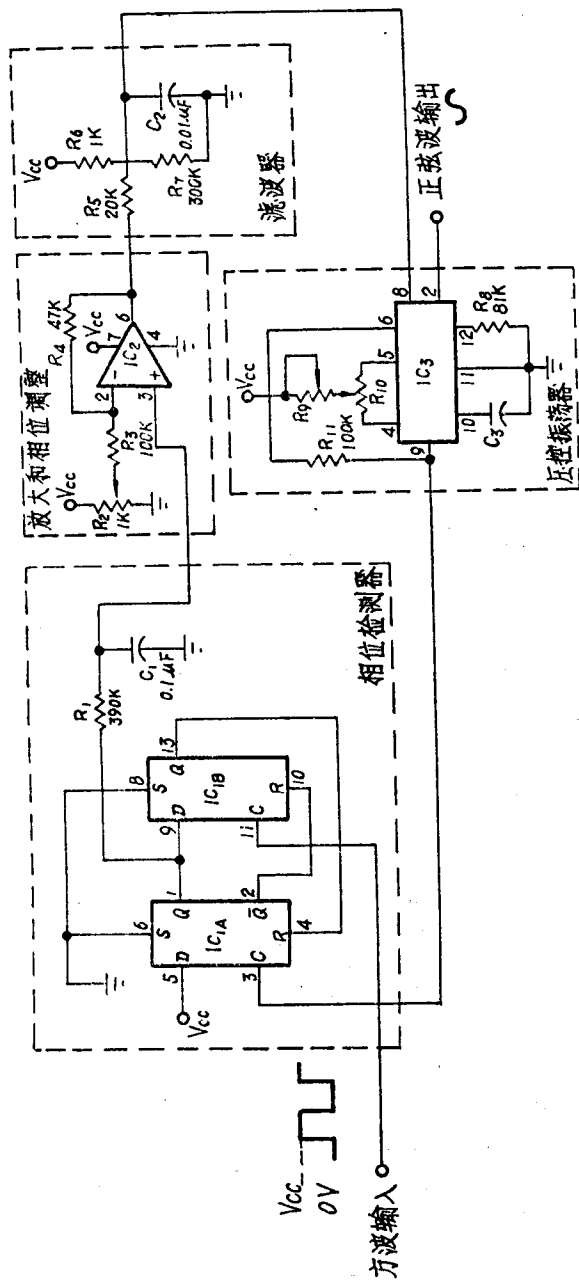
为了调谐中心频率(f_c),在IC₃的8脚上加上一个大约 $0.97V_{cc}$ 的电压,并且调整 R_0 及 R_{10} 。从公式 $f_c = 0.15/R_0C_3$ 能够计算出 R_0 的电阻总值和 C_3 数值。 R_{10} 应比 R_0 至少小10倍,并用它来调整输出波形的占空比。电路的捕获范围约为 $1/2f_c$;也就是,如果 f_c 是400HZ,则捕获范围是 $400 \pm 100\text{HZ}$ 。

在没有输入时,锁相环工作于自激频率 f_0 。当加上输入时,相位比较器产生一个同这两个信号的频率和相位差有关的电压。在IC₁的1脚上的信号是一个其占空比直接与相位应成正比的方波。然后 R_1 和 C_1 将这个方波取平均值,产生一个直流电平。

IC₂放大和补偿相位差信号,用 R_2 来精确调整输入和输出信号之间的相位移,如果在应用中对相位移要求不严格,就可以去掉 R_2 ,并将 R_3 滑臂一端接地。

R_5 、 R_6 、 R_7 和 C_2 形成低通滤波器。可以选择 C_2 用于不同的响应,但是如果 C_2 取得太大将减小捕获范围和增加捕捉的牵引时间。还要注意,滤波器中要求有复杂的电阻网络,这是为了适应8038控制电压的输出所需要的。

为了使输出正弦波的失真最小, R_8 应为一个可变电阻。这种结构达到 $<1\%$ 失真度。正弦波输出具有一个 $1/2V_{cc}$ 的直流分量和一个最小峰-峰值为 $1/5V_{cc}$ 的幅度。



IC₁ = CD4013 双D触发器

IC₂ = 741 运算放大器

IC₃ = 8038 波形发生器/压控振荡器

低失真、相移可调节以及随频率变化而幅度变得最小是这种方波正弦波变换器的特点。相位检测器的输出从0V 即相位差0°至 V_{cc}即相位差360°成线性变化。

译自《EDN》1978年6月20日P.128

惠洪泉 译 潘鼎铭 校