

561363

300例之二

CMOS

集成电路应用

上海无线电十四厂编



上海市仪表电讯工业局科技情报研究所

前 言

最近几年来CMOS集成电路的发展极其迅速。由于CMOS电路有其低功耗、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 MC 14000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)、美国莫托罗拉公司(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。本专辑将分三期出版，第三期随后印出。本册由上海无线电十四厂潘鼎铭、沈保华、童志祥、陆福纯、薛春刚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，希望批评指正。

编 者 1981. 9

目 录

一、电 源

- 101. 开关时间小于100ns的CMOS门控电流源 (1)
- 102. 备用开关无需备用电源 (2)
- 103. 可以数字程控的双向电流源 (2)
- 104. 备用电池保持CMOS随机存储器运行 (4)
- 105. 保护三相电源设备探测器 (5)

二、信号座、变换、倍频和合成

- 106. 可变双脉冲发生器 (6)
- 107. 鉴定消抖器设计的抖动模拟器 (7)
- 108. 数字单稳态电路产生精确的宽脉冲 (9)
- 109. 若干标准集成电路提供光栅扫描的接合方法 (10)
- 110. 改善音乐合成器音色的可调 e^x 波形发生器 (12)
- 111. 用门延迟增加一倍输入频率的电路 (13)
- 112. 放大器改变脉冲宽度 (13)
- 113. 两块CMOS集成电路产生准确的单脉冲 (14)
- 114. 采用CMOS集成电路的触点抖动消除器 (15)
- 115. 廉价地产生恒定频率 (16)
- 116. 用单稳电路构成倍频器 (17)
- 117. 测试数据传输的消隐发生器 (18)
- 118. 采用CMOS可寻址锁存器的八相时钟 (19)
- 119. 用电阻代替异或门 (20)
- 120. 产生白噪声的最大长度移位寄存器 (20)

三、线性放大

- 121. 提高接触键盘灵敏度的线性读出放大器 (22)
- 122. 消除积分器串音的差动放大器 (23)

四、A/D, D/A转换

- 123. 开关前置放大器改进A/D转换器的灵敏度 (24)
- 124. 廉价电压/频率转换器 (25)
- 125. 数控脉宽调制器 (28)

五、控制和转换

126. 提供平坦增益的转换积分器.....	(29)
127. 能提供 70dB 的自动增益控制电路.....	(30)
128. 多路转换音频信号的分时模拟总线.....	(31)
129. 把 50Hz 电源转换到 60Hz 的变频器.....	(33)
130. 低功耗并行二—十进制/二进制转换器	(34)
131. 用板上的备用电源保护挥发 RAM 的数据	(35)
132. 具有控制特点的数字频率 CMOS 振荡器.....	(38)
133. 用简单的倍频器改进标准轴编码器.....	(39)
134. 采用数字技术的长期积分器.....	(40)
135. 包括“不必处理”条件的数字接收器.....	(41)
136. 积分宽范围脉冲的控制保持电路.....	(43)
137. 追踪单相至三相的转换器.....	(44)
138. 计时时间的双曲函数变换.....	(45)
139. 标记磁带段落的频标控制器.....	(46)
140. 用 4×4 矩阵片来编码更大的阵列.....	(48)
141. 精度为 0.1° 的步进马达控制器.....	(49)
142. 用两个数据选择器来产生 6 个输入的任何函数.....	(50)
143. 具有隔离计时的包络发生器.....	(51)

六、时间相位

144. 触发器提供长时延迟.....	(52)
145. CMOS 定时电路组成的数字钟.....	(53)
146. 能够显示剩余时间的电子定时器.....	(54)
147. 电源相位控制的简易电路.....	(55)
148. 三相发生器.....	(56)
149. 控制 $10^\circ \sim 360^\circ$ 范围的数字移相器.....	(57)

七、振荡器

150. 集成电路程控定时振荡器.....	(58)
151. 键控式八音频振荡器.....	(59)
152. 使用 CMOS 的低功耗、小体积的多谐振荡器.....	(60)
153. 用分配器设置 CMOS 振荡器调谐范围.....	(61)

八、显示和指示

154. 发送数字信号的电路.....	(63)
155. 廉价的通用中速逻辑探针.....	(64)
156. 用触板和 LED 显示器组成的电子骰	(65)
157. 不需要通断开关的电池供电逻辑率.....	(66)

158.节省软件的再循环显示.....	(67)
159.显示器显示 8 个信号帮助调试时序逻辑.....	(69)
160.双发光二极管怎样综合成多色光.....	(71)
161.简化固体显示器的LED点/线驱动器	(72)
162.只用四个元件的交替闪烁器.....	(74)
163.霍尔效应罗盘以数字指示航向.....	(74)

九、开关、数据选择转换

164.采用CMOS或非门电路的按钮操作导通/截止开关	(76)
165.单线防抖改善了开关工作.....	(78)
166.CMOS触摸式开关—简便、价廉而富有吸引力.....	(79)
167.太阳电池可用作光电开关.....	(80)
168.反相器组成瞬时开关电路.....	(81)
169.CMOS反相器组成指触式开关电路.....	(81)
170.低功耗CMOS开关防抖器.....	(82)
171.用按钮开关取代笨重的机械开关.....	(83)
172.具有滞后的多路防抖开关.....	(84)
173.异步/同步数据缓冲器	(85)

十、电平移位和逻辑接口

174.把CMOS的单极信号转换成模拟双极输出.....	(86)
175.双极型或CMOS逻辑电路与结型场效应管之间的接口.....	(87)

十一、检测和测试

176.低功耗盒式数据磁带机.....	(88)
177.十进数字电压表的监视终端.....	(89)
178.用比较器测定未知电容.....	(90)
179.涂层测厚计.....	(91)
180.检测漏水的多路调制检测器.....	(93)
181.单异或门边缘检测器.....	(94)
182.用于单片数压表/数据处理机a/d转换器的简单的 清零线路	(95)
183.开关负载检测电源的瞬态响应.....	(96)
184.具有液晶显示的3½位CMOS面板表	(97)
185.利用硬件断点调试8080程序.....	(98)
186.可逆计数器检测累积的频率误差.....	(99)
187.响应特别灵敏的鉴频器.....	(100)
188.用霍尔效应转速表检测转速和转向.....	(101)
189.实现精密相位测试的锁相环.....	(103)
190.廉价的自动调节量程电路把数字电压表划分为四个标量.....	(104)
191.具有数字读出的可携带的心速监视器.....	(106)

十二、触发器、计数器和分配器

- 192. 提供多相脉冲的多稳态触发器.....(110)
- 193. 用CMOS器件作三端双向可控硅开关触发电路可减少元件数.....(111)
- 194. 用一块四锁定触发器制成四个单稳态电路.....(112)
- 195. 置定分频模式的CMOS计数器—译码器对.....(113)
- 196. 555单脉冲触发器电路以低功耗备用状态为特色(114)

十三、解码解调识别

- 197. 用跟踪滤波器解调二个音频带的频率调制信号.....(115)
- 198. 使用不挥发锁定存储器的电子保密锁.....(116)
- 199. 仅用一个简单的二输入端的或非门电路, 就可识别大写字母.....(117)
- 200. 微功耗脉码调制(PCM)信号处理器(118)

一、电 源

101. 开关时间小于100ns的CMOS门控电流源

运算放大器控制的供给/吸收电流源设计，几乎在每一本电路设计书中都有。但是在另一种全数字电路中，用什么方法设计呢？试用一下CMOS控制的恒流电路——它有两个分别用于控制和调制的隔离输入端。

图1所示吸电流设计中的有源器件是一个CMOS或非门和一个NPN晶体管。只有在需要调制输出电流时才使用CM、RM，另一种方法是把门的一个输入端直接与RE连接在一起。RC时间常数降低了100ns的开关速度，因此，如果允许，就不要它。

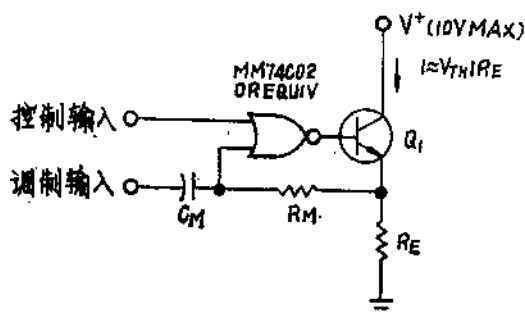


图1 “0”控制吸收电流恒流源处于工作状态。或非门工作在线性区；它的另一个输入端能够调制Q1的集电极电流。

控制输入端上加“0”，门偏置在阈值电压 V_{TH} 附近，如图3所示。因为 V_{TH} 加在RE上，Q1的射极电流恒定（由Q1的 α 决定）。门电路基本上工作在线性区甲类状态，因此要消耗一些功率，这也是 V^+ 最大为10V的理由。

由于使用与上述器件互补的与非门和PNP晶体管，结果组成了与吸收电流源互补的供给电流源。甚至于控制逻辑也与吸收电流源的控制逻辑互补：“1”使供给电流源工作，“0”使它切断。

使用5V电源电压，两种门的阈值电压处于1.5V和3.5V之间，因此，为了得到所需的供给/吸收电流，一定要测量 V_{TH} 或调整RE。

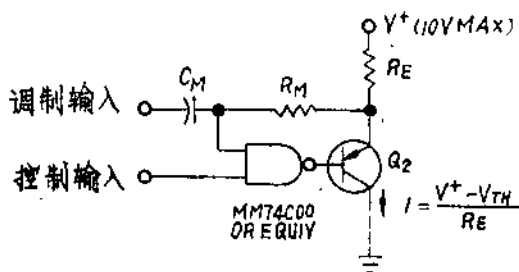


图2 用与图1互补的器件把图1的设计转换成供给电流恒流源，控制信号也被转换——现在用“1”输入使电路工作。

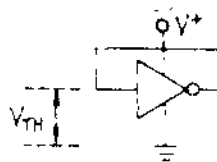


图3 与非门/或非门实际上是一个反相器组成的线性放大器（如果输入端偏置在它们的阈值电压 V_{TH} ）。这种结构使器件的工作点比较容易决定。

译自《EDN》1980年3月20日P.223~P.227

毕玉国 译 陆德纯 校

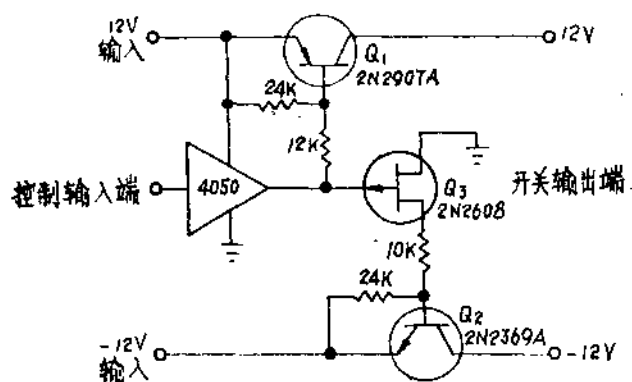
102. 备用开关无需备用电源

用分离电压电源来实现备用（断电）状态通常要求十分复杂的线路。更糟的是控制线路本身需要几毫瓦的电源才能达到备用的工作状态。若设计的是用电池操作的，和/或被切断的负载刚好消耗几毫瓦，那末备用状态或许会弊多利少。

图中所示的电路，仍可简易而有效地完成此项工作。该备用开关的设计，当关闭时除了几毫微安漏电外，不耗电。妙策就是使用一个P-沟结型场效应晶体管（JFET）（ Q_3 ），控制负电源开关（ Q_2 ）。

当至CMOS缓冲器的控制输入端为高电平时，缓冲器的输出端也为高电平（ $\sim 12V$ ），并关闭 Q_1 与切断 $12V$ 输出端。但因为JFET尖断电压的最大值为 $4V$ ， $\sim 12V$ 电平再关闭 Q_3 ——并从而切断 $-12V$ 开关（ Q_2 ）。因此两输出端均处于备用（关闭）状态，除漏电外，无电源消耗。低电平控制输入端（OV）把程序反转过来，并接通两个开关电源。若设计需要高电平控制输入端去打开电源，那末就使用4049反相缓冲器取代4050。

假如对 Q_1 和 Q_2 使用指定的器件型号，该设计可把输出负载电流转换到约 $20mA$ 。若应用需要较高的负载电流，可用互补对达林顿晶体管取代这些器件。但必须修正指定的电阻值以补偿较高的等效器件 V_{BE} 。



提示：电源备用状态开关不必消耗电源而刚好达到备用。CMOS驱动的P-沟JFET为负电源开关（ Q_2 ）可提供控制偏压。当CMOS缓冲器关闭时， $\sim 12V$ 切断 Q_1 和 Q_3 。而当 Q_3 不导电， Q_2 也不导电，一切都关闭时，无电流消耗。

译自《END》1980年9月5日P.214~P.216

沈保华 译 潘鼎铭 校

103. 可以数字程控的双向电流源

使用可调节的电流源来测量器件的特性，如晶体管的 β 或二极管的击穿电压。为了使测

量过程自动化, 可控到 ± 1 毫微安至 ± 1 毫安的数控电流源可由两个运算放大器和一个多路开关组成。数字输入可由TTL或CMOS直接驱动, 输入电压的极性决定了该电路是放电电流源还是吸电流源。

基本的双向电流源示于图 1。运算放大器 A_2 是高输入阻抗的电压跟随器, 它驱动输入电压 V_{IN} 和输出电压 V_{OUT} 相加的节点。节点电压分别为:

$$\begin{aligned} V_a &= (V_{OUT} + V_{IN}) / 2 \\ V_b &= V_a [1 + (R_2/R_1)] = 2V_a \\ &= V_{OUT} + V_{IN} \end{aligned}$$

最后一式表明, 电阻 R_{OUT} 两端的电压等于 V_{IN} , 因为 A_2 有高输入阻抗, 所以,

$$I_{OUT} = V_{IN}/R_{OUT}$$

运算放大器 A_1 在其最大输出电压时, 最大的输出电流受其可用电流的限制。 A_2 的输入电流影响了最小的电流, 该最小电流应比来自电流源的最小电流小 1%。

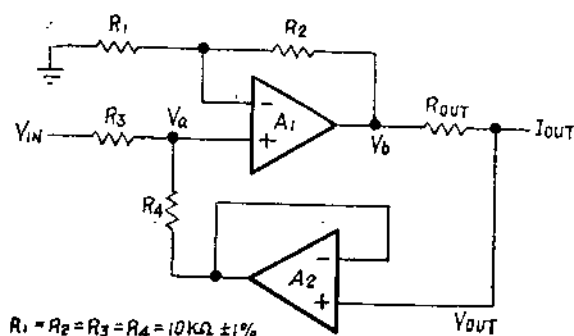


图 1 电流源 基本电路提供了 V_{IN}/V_{OUT} 的输出电流, 由 V_{IN} 符号给出电流方向, 电阻值 R_{OUT} 可以用数字调整, 如图 2 所示。

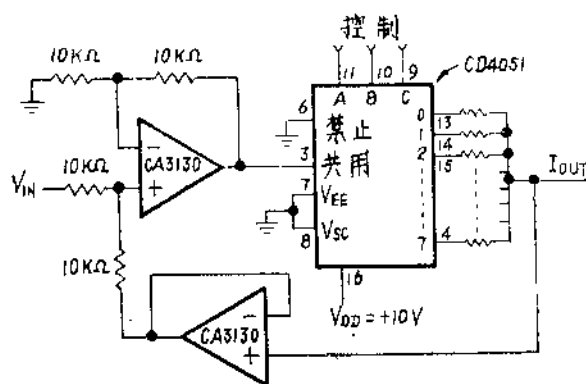


图 2 程控 CMOS 多路开关与各种电阻器连接在该电路中, 起到 R_{OUT} 的作用。这样电流可通过数控来调整。

虽然使用任一通用运算放大器可起到该电路的作用,但在此应用中,采用CA3130 CMOS/双极运算放大器特别适合,因为它具有场效应晶体管输入、满电压输出摆幅和低成本等特点。

要获得可编程的电流量程,可插入1个或多个CD4051 CMOS模拟多路开关,并与所选值的电阻串联,如图2所示。CD4051多路开关内部具有电平移位电路以适应不同类型的逻辑电路。

为了获得较大的电流量程(R_{OUT} 小于10千欧),必须将开关的导通电阻考虑在内,通过调节该开关和电阻器的组合阻值来产生精确的电流。如果 V_{IN} 小于 ± 0.5 伏,则运算放大器输入失调电压应调至零。

译自《Electronics》1975年9月18日P.94~P.95

潘鼎铭 译 陆德纯 校

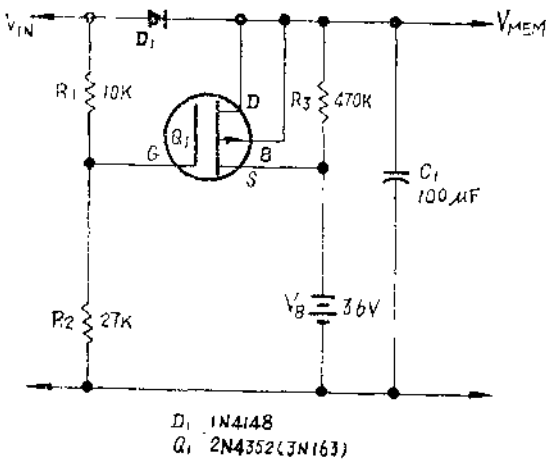
104. 备用电池保持CMOS随机存储器运行

电池供电的随机存储器组能够提供手提式的和计算机相容的数据存贮器,附图中显示的一个自动备用装置线路,当电源接通和电源切断时,维持 V_{MEM} 分别大约为 V_{IN} 和 V_B ,你能够使这个线路适应任一特定的操作和备用电压,或对线路进行调整使之运行在工作电压范围。

当电源接通, V_{IN} 在 R_1 和 R_2 分压降到 V_B ,以致 $V_{GS} = 0$,这个条件减少沟道电导,使 Q_1 与线路断开。从而 V_{MEM} 略低于 V_{IN} 一个在 D_1 上正向压降。 R_3 提供了镍—镉电池的光电回路。

假使 V_{IN} 出故障, D_1 变成反向偏置, Q_1 栅接地(亦即 $V_{GS} = -V_B$)这个作用导致有效地短路 R_3 ,使 V_{MEM} 接近 V_B , C_1 起低通滤波器作用,和防止 V_{MEM} 出现负尖峰。

这些元件值适用于5V电源和IM6518存储器组,并可以按需要的其它电压来调节电压分压器(R_1 和 R_2)。



去掉电源时这备用电池线路自动地防止存储器内容丢失。

译自《EDN》1978年9月20日P.150

黄申善 译 程正校

105. 保护三相电源设备探测器

三相马达的旋转方向取决于3相交流电源的相序。如果一个马达带动一个泵,压缩机或传送器,那么这相序将是十分重要的。幸而你能用一个四二输入端与非门制造一个相序检测器,如图1所示,除了检测不正确的相序外,该线路还能保护马达避免由于断相(形成单相)而造成马达迅速升温和过热毁坏。

二极管 D_1 , D_2 , 和 D_3 , 齐纳管 D_4 , D_5 和 D_6 把正弦波改变成为三相矩形逻辑电平脉冲。A, B, C三点的方波送到门 G_1 — G_4 。图2示出对二种可能出现的相序在不同点的波形。

如果相位正确,CMOS逻辑输出是一系列矩形脉冲(近2.5msec宽),如果顺序不正确,输出为零,则一个发光二极管在相位正确时会发出可见光。

因为输出脉冲的前沿和B相的正零交叉(positive zero-crossing)重合,所以你可以用输出脉冲触发一只联结跨在B相的可控硅整流器,然后驱动一只继电器线圈。这样联结时,仅当相顺序正确时,可控硅整流器才驱动继电器。

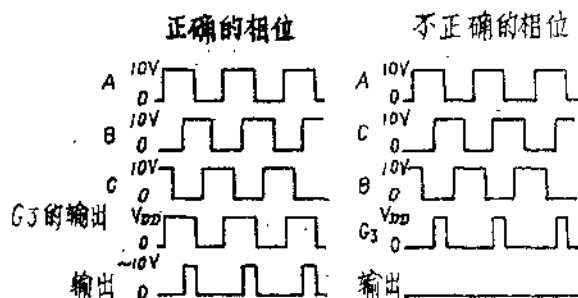


图1——一个四心线组二输入与非门在这个简单的相序检测器中完成了全部的逻辑功能。当相序正确时,你将来能用输出脉冲来触发B相中的可控硅,可控硅将驱动一个继电器。

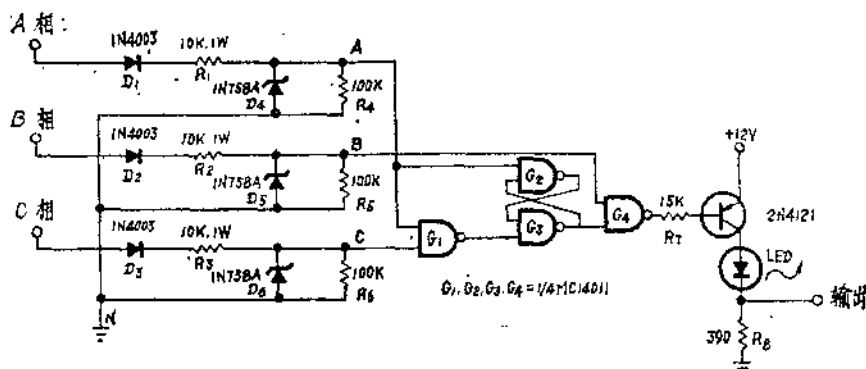


图2——正确的相顺序(ABC, BCA, CAB)产生一系列输出脉冲并使发光二极管发光。对不正确的相序(BAC, ACB, CBA)断A相、B相或C相输出处于低,并且发光二极管处于暗的。

所示的元件适用于120V, 60Hz的3相电源。因为所用的元件对频率不敏感, 所以它可很好地工作至400Hz。对于更高的电压, 用更高反向峰压的二极管并增加 R_1 , R_2 , R_3 来限制峰值电流, 使通过齐纳管的电流近似15mA。

译自《EDN》1978年8月5日P.78~P.80

岑乐鼎 译 陆德纯 校

二、信号座、变换、倍频和合成

106. 可变双脉冲发生器

双脉冲发生器往往不能输出真正等宽的脉冲, 特别是脉宽和脉冲间隔时间连续可变时尤其如此。图1所示的电路解决了这个问题, 只需要一块半电路就能产生基本的定时时序脉

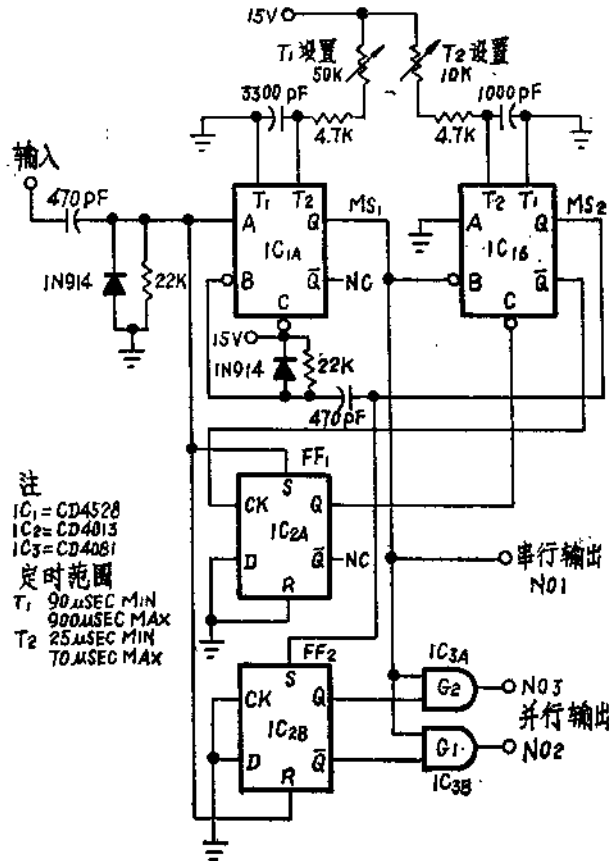


图1 二个输出脉冲是由同一个单稳(MS_1)产生的。而脉冲间隔时间是个另外半个集成电路(MS_1)产生的。加上与门和第二个触发器能增加电路的灵活性, 使它能分别输出脉冲。

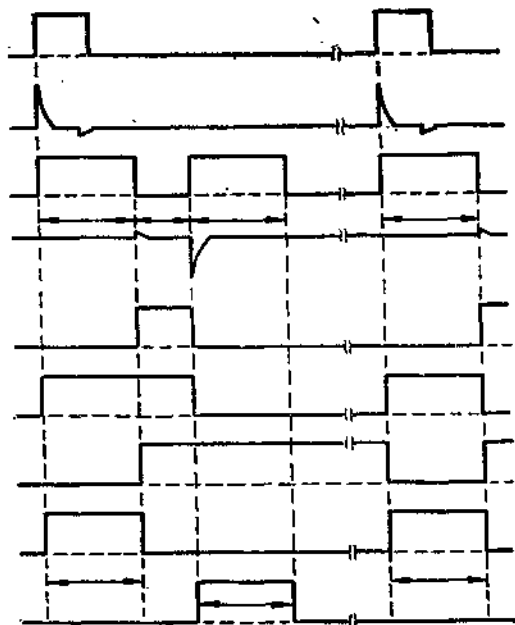


图2 一个简单的触发器 (FF_1) 和双可重复触发的单稳态电路 ($MS_{1,2}$) 能产生两个正好相等的输出脉冲。脉冲间隔时间 (T_2) 还能以正脉冲的形式在 MS_2 的 Q 输出。

冲。(其它的器件只是为了扩充设计的灵活性)。

一个双可重复触发单稳态电路 ($IC_{1A,B}$) 起二种定时作用: 半个器件决定脉宽, 另一半决定脉冲间隔周期。 MS_1 首先由输入脉冲所触发, 然后再由脉冲间隔定时器所触发 (MS_2)。正因为决定二个输出脉宽的是同一个定时元件, 因此就保证了相同的定时。

图2描述了基本脉冲的整个定时序列以及延伸情况。输入脉冲经过微分, 假脉冲的前沿触发 MS_1 并同时触发 FF_1 置位。由于这个触发器的置位, MS_2 就能在经过输出脉宽间隔 T_1 后被 MS_1 Q 输出的后沿所触发。经过 T_2 后 (脉冲间隔时间), MS_2 定时结束, 它的 Q 输出再触发 MS_1 , 开始第二个 T_1 长的输出脉冲。同时, FF_1 被复位, MS_2 封锁输出, 以防在下一个输入脉冲来之前再触发。

所包括的 FF_2 , G_1 和 G_2 门可使这 2 个脉冲分开以独立作为启、停输出。

译自《EDN》1980年6月5日P.196

陆德纯 译 潘鼎铭 校

107. 鉴定消抖器设计的抖动模拟器

许多消抖电路使用简单的 RC 网络, 施密特触发器或专用集成电路, 例如 Motorola 的 MC14490。图 1 a 的线路产生的抖动可用于鉴定这种设计。

三态反相器/缓冲器 (图 1 a 中的 $G_{1,2}$) 可模拟接点抖动。该器件截止时, 它的输出看来象是开路; 启动时, 看来象短路接地。因而当缓冲器被图 1 a 的其它器件驱动时, 缓冲器的

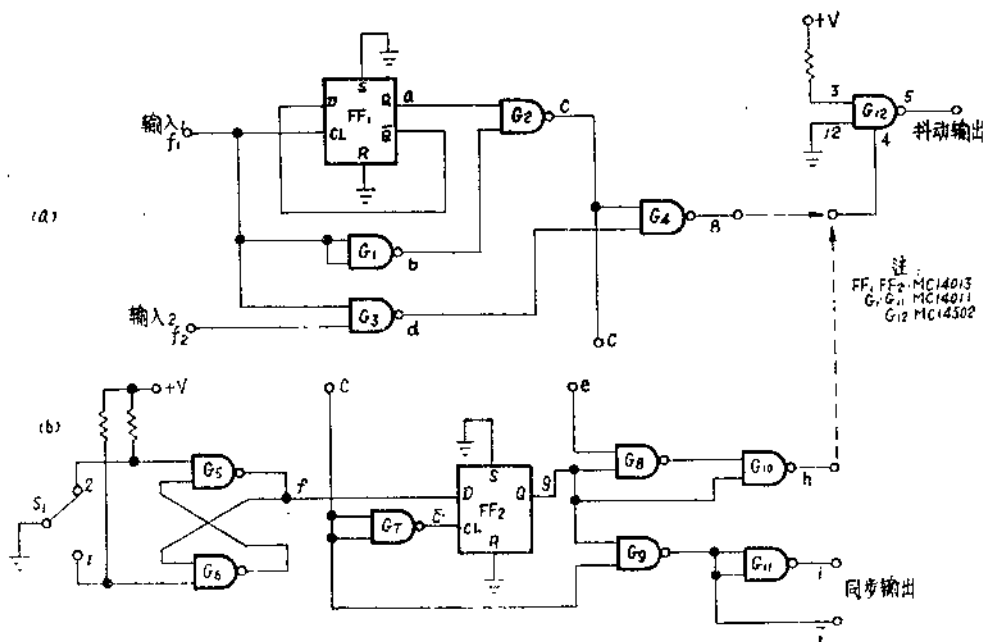


图1 用混合两个输入频率，并把它们选通至模拟集成电路来模拟接点抖动。全部为所需的自由抖动时，基本混合电路(a)直接驱动“接点”集成电路(G_{12})。用控制电路(b)和该驱动器组合就能按指令抖动来鉴定消抖电路。

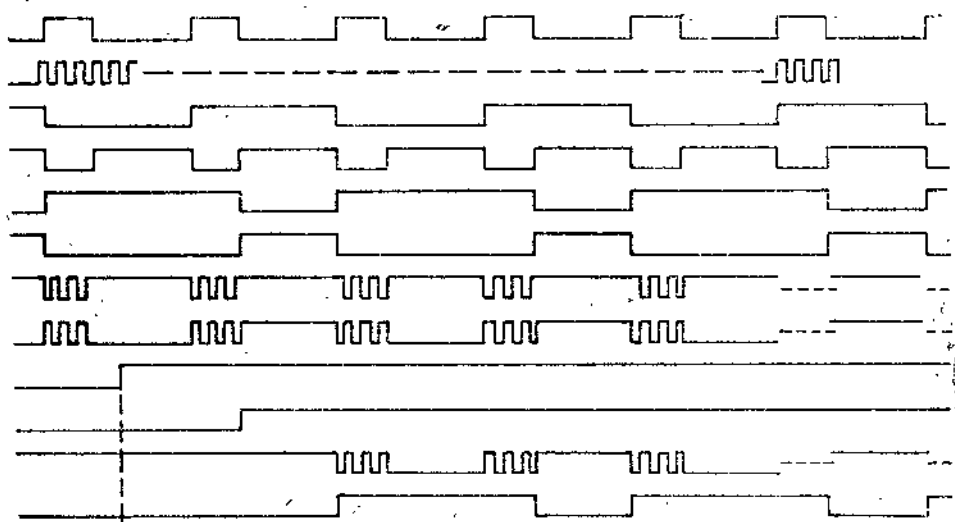


图2 在随机时间 t_1 ，拨动 S_1 (图1 b) 至位置 2 后，抖动开始。下一个 C 的出现—— f_1, f_2 选通重合的结果——调节 FF_2 。输出 g 启动与非门，并导致抖动输出 h 来驱动模拟器集成电路。输出 i 可控制计数器或示波器。

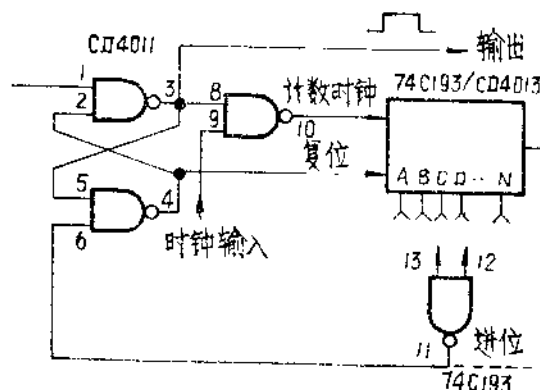
把输入 1 调节到所需接点工作频率 f_1 的两倍, 使脉宽等于总的所需接点抖动时间。而输入 2 等于所需抖动频率 f_2 。一块 D 触发器 (FF₁) 和四块与非门 (G₁—G₄) 合并这些信号来产生模拟抖动。如图 2 所示的 e, 该抖动“导通”一次相当于 $f_1/2$, 并在抖动频率时出现。可用其直接驱动接点模拟集成电路 (G₁₂), 或把其处于人控之下, 因此可提供更多的性能。

同步电路(图1b)可控制和监控抖动模拟器的动作及鉴定中的消抖电路,它采用另一块D触发器(FF_2)和七块与非门电路(G_5-G_{11})。这样,输出c和e成为至同步电路的输入, G_{12} 受输出h的驱动,它保持高电平直到 S_1 从位置1拨动到位置2。此后(图2中的 t_1),C的再一次出现为 FF_2 计时,并依次启动输出门电路 G_8-G_{11} 。然后h输出通过模拟器,并与外部领域接通。输出i和 $\bar{i}$ 可触发示波器(为达到波形显示)或计数器。

沈保华 译 潘鼎铭 校

图1的2块集成电路可以取代传统的单稳态多谐振荡器及其有关的RC分立元件。它特别适用于电路中已用到时钟的情况。这种单稳态电路所产生的脉宽稳定性与输入时钟频率稳定性一样,它是由一块二输入端四与非门(CD4011)和一块二进制计数器(74C193或CD4019)组成的。单-负脉冲可起到触发器的作用。

若需要边沿触发的单稳态电路, 可如图3所示, 用三块电路在输入脉冲的上升沿产生输出



9

与非门输入		N
1	2	
A	A	1
B	B	2
A	B	3
C	C	4
A	C	5
B	C	6
D	D	7
A	D	8
B	D	9
C	D	10
电 位		12

图 2 ——N的一般式为： $N = 2^a + 2^b$ 这里a、b为时钟输入至输出的级数，且a = b。

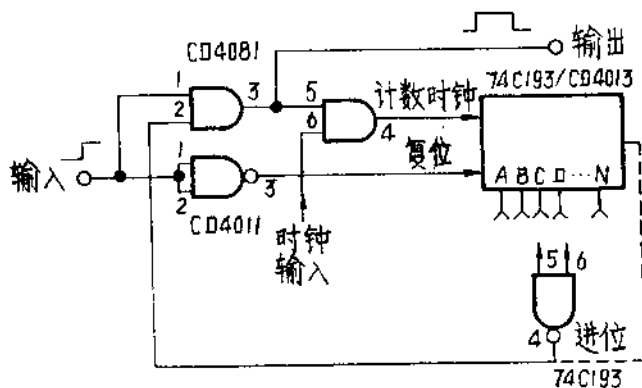


图 3 ——要获得边沿触发特性需增加一块集成电路

脉冲，输出保持高电平直到计数器计满N为止。若计数值还未满N而输入脉冲变到零电平，则计数器马上复位，输出马上恢复到零电平。

译自《EDN》1978年3月5日P.127

程 正 译 潘鼎铭 校

109. 若干标准集成电路提供光栅扫描的接合方法

一个主振荡器，几个计数器，触发器和门电路构成一个带有同步发生器的波特速率时钟。该发生器能产生阴极射线管非隔行光栅用的水平和垂直的脉冲。在此时钟中，标准集成电路用来产生高至38.4千波特的速率（大多数发生器的上限仅有9600波特），同时，产生一

个用50赫兹刷新速率的312线同步脉冲（或对60赫兹速率的260线），因此，对于制造任一数据终端的重要部件来说，采用本线路是一个低成本的解决办法。

所有时钟速率是产生于一个晶体振荡器A₁。此振荡器采用7209和一个7.982兆赫的晶体电路。这个主时钟频率用74LS161可预置的计数器A₂进行13分频。A₂产生一个16×38.4千波特的频率，适用于同通用的异步接收机—发射机或类似的解调装置相连接。

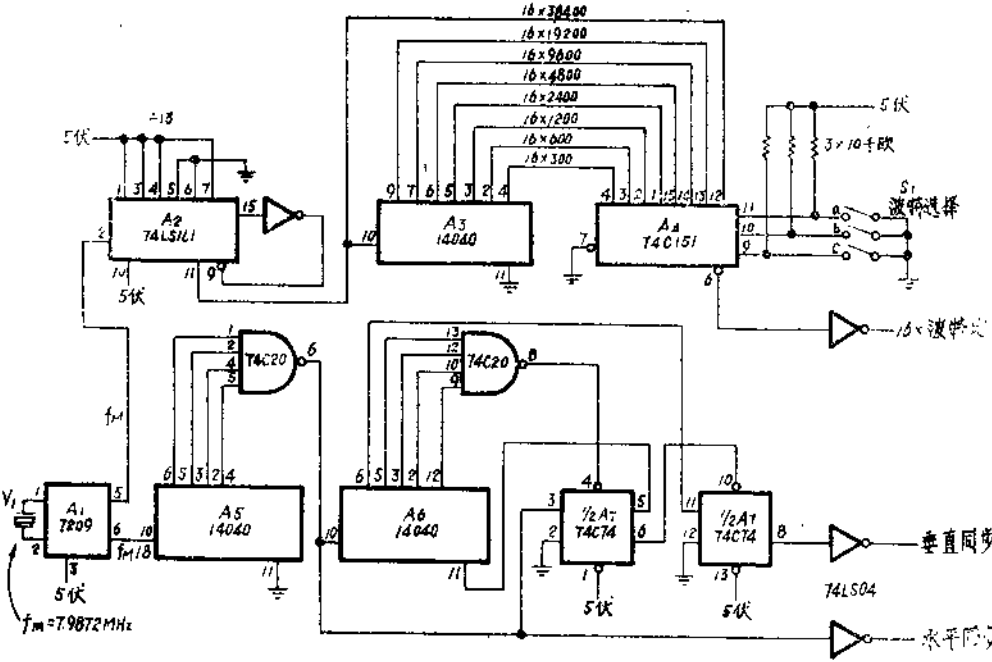
该频率进一步用1404二进制计数器A₃来分频。于是在输出端将会出现的速率范围从16×300波特到16×19.2波特。

用于A₄中的开关S₁为74C151 8线中之一的多路开关。它可选择所需的波特速率。当所有开关断开时，就选择出一个300波特的速率。将用作最低有效位（即二进制数1）的开关a₁闭合，可选择一个600波特速率，……。

阴极射线管的水平同步脉冲是由A₅和一个四输入端的与非门导出来的，它产生15,600赫兹的频率，而每一脉冲持续4微秒。50或60赫的垂直同步频率是从A₆~A₇和一四个输入端与非门获得的。

多用途装置。利用若干标准集成电路，构成波特速度发生器和阴极射线管同步发生器的组合体，它能逐步增加到38.4千波特和能够接成产生适合于50或60赫刷新速度的同步脉冲的接线。各种频率是从一个振荡器导出的。

用二进制计数器A₈将水平同步脉冲进行312线或260线分频（分别地对应于50或60赫），在这种情况下，A₈固定为312线分频器件，它驱动二个触发器（A₇）。A₇对计数器进行置位和产生垂直同步脉冲，每个脉冲持续256微秒。



译自《Electronics》1979年1月18日P.120

潘思省 译 潘鼎铭 校