

9243

集成电路应用

300例之三

CMOS

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科研设计人员、工程技术人员和大专院校有关教育人员熟悉和推广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。本专辑分三册出版，第一、二册分别已于今年6月、9月印出。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，希望指正。

编 者 1981. 12

目 录

一、电 源

- 201. 电池维持供电CMOS随机存储器电路回路..... (1)
- 202. 简易的选通电压倍增器..... (2)

二、脉冲信号产生和变换

- 203. 三角波发生器..... (3)
- 204. 60Hz (赫兹) 转换成50Hz (赫兹) (4)
- 205. 数字脉冲合成音频正弦波..... (5)
- 206. 由“或非”门电路产生预置脉冲简化测试工作..... (7)
- 207. CMOS “或非”门用作廉价的触发脉冲电路..... (7)
- 208. 简易脉冲分解器..... (8)
- 209. 采用一块4017集成电路的简易波形整形器..... (9)
- 210. 用CMOS的高频倍增器..... (9)
- 211. 产生数字式正弦波的简单电路..... (10)
- 212. 可避免停滞时间 (dead time) 的一个选通脉冲延迟电路..... (11)
- 213. 一种发生三相脉冲信号的简单CMOS电路..... (12)
- 214. 由反相器控制的三相时钟发生器..... (13)
- 215. 节省电池功率的三电平变换器..... (14)
- 216. 无稳态触发器产生宽脉冲和窄脉冲..... (16)
- 217. CMOS为转换带通滤波器提供新的手段..... (17)
- 218. 可改变脉冲宽度的放大器..... (18)
- 219. 具有50%占空比输出方波的频率倍增器..... (19)

三、线性放大

- 220. CMOS运算放大器和MOS场效应管组成宽带放大器..... (20)
- 221. 一种廉价的电压放大器..... (21)
- 222. 用于直流电压表的精密电压放大器..... (22)

四、A/D、D/A转换

- 223. 简易 A-D 转换器..... (23)
- 224. 通用模拟/数字转换器..... (24)
- 225. 无需时钟振荡器的跟踪型A/D转换器..... (25)

五、控制和转换

- 226. 多路台的双向对讲电话装置..... (26)

227. 预置CMOS存贮元件的简易方法.....	(28)
228. 频移键控器.....	(29)
229. 无变压器的照相放大机计时器.....	(30)
230. 采用标准部件的微处理机输入输出扩展线路.....	(31)
231. 保护电池的自动关断电路.....	(33)
232. 自动复位保护微处理机系统现场.....	(33)
233. 可编程增益检测放大器.....	(35)
234. 调整继电器接通和断开速率的线路.....	(37)
235. 安全可靠关闭迅速的功率晶体管电桥控制伺服系统.....	(38)
236. 数字电位器.....	(39)
237. 调频接收机的触摸调谐 (Touch-tune)	(40)
238. 模拟存贮器.....	(41)

六、时间相位

239. 交流负载的数字相位控制电路.....	(42)
240. 用D型触发器显示锁相环的锁定态	(44)
241. 宽范围计时器电路.....	(45)
242. 等间距通用定时器.....	(46)
243. 备有石英晶体时间基准的交流电钟.....	(47)
244. 用四功能计算器作长间隔时间的精确定时.....	(48)
245. 小型电子“厨房定时器”	(49)
246. 在Ainsworth系统中防止失相的 CMOS电路	(51)
247. 为通用计时器提供脉冲输出的改进线路.....	(54)
248. 无声报警磁带走完的计时器.....	(54)

七、振荡器

249. 使CMOS振荡器同步的简易方法.....	(55)
250. 精确定时器.....	(56)
251. 数字式正弦波三相压控振荡器.....	(57)
252. 在限定状态下启动的触发器.....	(58)
253. 讯响电路.....	(59)
254. 末周期完整的选通振荡器.....	(60)

八、显示和指示

255. 小型CMOS数字表的模拟发光二极管输出.....	(60)
256. 照相闪光灯用的从触发器.....	(61)
257. 四轨迹显示器开关.....	(62)
258. 循环闪光灯.....	(63)
259. 降低显示驱动器功耗的简单装置.....	(64)
260. 双向LED 显示盘	(65)

九、开关、数据选择、转换

261. 高可靠触摸式键盘编码器	(66)
262. CMOS触摸开关	(68)
263. 简易的无抖动开关	(69)
264. 采用CMOS逻辑的无线电控制发射机编码器	(70)
265. 三态CMOS	(71)

十、电平位移和逻辑接口

266. 简单而可靠的模拟隔离器	(71)
267. 488总线上数据与地址的分离	(73)
268. TTL逻辑/模拟门接口电路	(74)
269. 利用UART的双缓冲特性 同时又避免超越出错	(75)

十一、杆测和测量仪器

270. 音频相位表	(76)
271. 用四块芯片测量仪测试电容精度在 1 %以内	(77)
272. 从相位差取得双向计数	(78)
273. 用数字电压表集成电路组装模拟电压表	(79)
274. 用4017CMOS集成电路组成的十选一接触检测器	(81)
275. CMOS奇偶校验电路	(81)
276. 捕获记录瞬态的示波器自动斜率扫描器	(82)
277. 具有数字保持的模拟峰值检测器	(84)
278. 用一台单运放测试仪测试四运放电路	(85)
279. 测试电容传感器的输出	(87)
280. 简易的脉宽检查电路	(88)
281. 由通用电路组成精确的脉冲速率检测器	(89)
282. 精确的示波器校准器	(90)
283. 远距离表面温度监控器	(91)
284. 使用锁相环的频率计	(93)
285. 使用线性可变的差分变压器 (LVDT) 构成的一种 简易秤	(94)
286. 用电子计时显示剩余时间	(96)
287. 廉价的低频速率计	(97)
288. 显示电话线工作状态的光学隔离器电路	(99)
289. 用计时器扩展计算器功能	(100)
290. 低价格的音频计数器	(104)

十二、触发器、计数器和分配器

291. 用 5 伏电源工作可达1.2千兆赫的多十进制计数器	(105)
292. 带消零输出的十进制计数器	(107)
293. 串行 2 — 10进制加法器	(108)

294.在宽范围内可编程的低功耗计数器.....	(110)
295.一块集成电路组成二个脉冲宽度的单稳态.....	(111)
296.提供相位调整的施密特触发器.....	(112)
297.改进单稳触发器设计的CMOS RS锁存器.....	(112)
298.不可溢出和下溢的加减计数器.....	(113)

十三、其 他

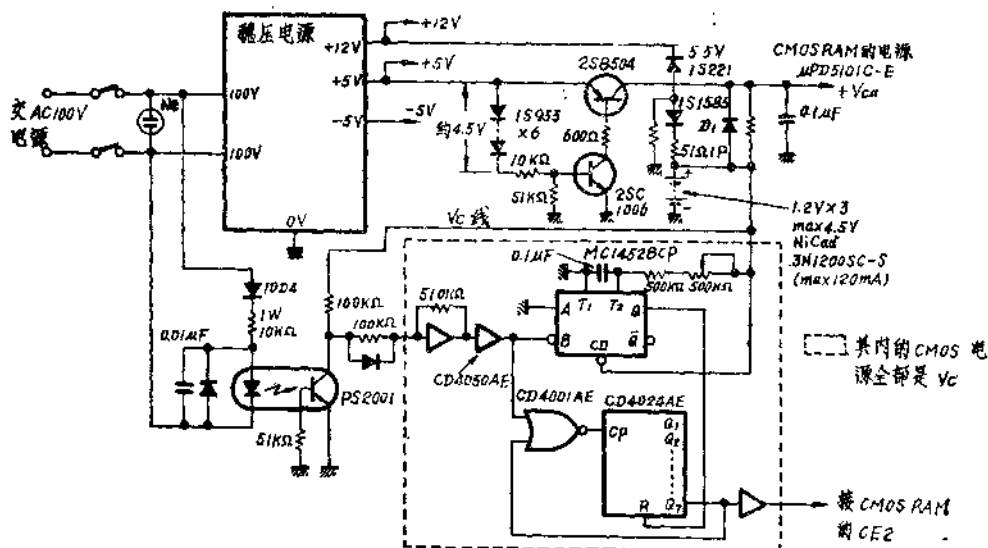
299.录音机中的FSK调制解调器	(114)
300.电话铃声发生器.....	(116)
附录: RCA、MOT、NS 和 双岭 (DP) CMOS 集成电路对照表.....	(118)

一、电 源

201. 电池维持供电的CMOS随机存储器电路回路

在电池维持供电的CMOS随机存储器(RAM)中,主电源开/关时程序功能 是必要的,这个回路,是8080系列微型计算机用的具有程序功能的电源回路。在这个回路中,电源从停电到恢复供电,从交流100V供电线取得电压,用光电耦合器件检测,通过延迟回路作成检测时钟脉冲。当交流电源从关断变为接通时,检出的时钟脉冲触发MC14528CP单稳态多谐振荡器(检出的时钟脉冲的重复周期<单稳多谐振荡器的保持时间),用单稳多谐振荡器的Q输出解除计数器(CD4024AE)的复位,同时,计数器对检出的脉冲进行计数,一到计满64个时钟(64X检测的脉冲周期),便锁定计数器的输入,保持Q₇的输出。这个输出维持5101的CE₂为高电平,使5101工作。在计64个时钟脉冲期间,给予5101的电压是固定状态。稳压电源输入端一加上交流100V,就能得到直流5V电压,这个电压大约在4.5V以上时,Q₁、Q₂导通(Q₁选用开启电压小的2SB504,约0.1V)。从这个Q₁向5101供电。然而,一到64时钟计满,CE₂开始成为高电平,5101进入正常工作。

其次考虑交流电源从开一关状态情况。交流电压100V一旦断电,触发单稳态多谐振荡器的输入脉冲没有了,一过了单稳固定时间常数的时间,单稳的输出成为高电平,使计数器复位。于是,Q₇关断,CE₂也变成低电平(0.2V以下),5101进入等待状态。然而,这时5101的电源还没下降到4.75V以下。Q₁关断,是在5V电源线上的电压在4.5V以下的电压时,必须在比镍铬电池电压高的电压点时关断Q₂,Q₁。(最大4.5V)。假如用比镍铬电池



编注:图中电路CD4001可用“双岭”CH4001或CO39代替
CD4024可用“双岭”CH4024代替

电压低的电压来关断，由镍铬电池通过 Q_1 ，电流反过来流入电源，因而浪费了镍铬电池充电能量。与 D_1 并联接入 $10K$ 电阻，是为了降低 D_1 的正向电压。

译自《电子展望别册第333回路集》

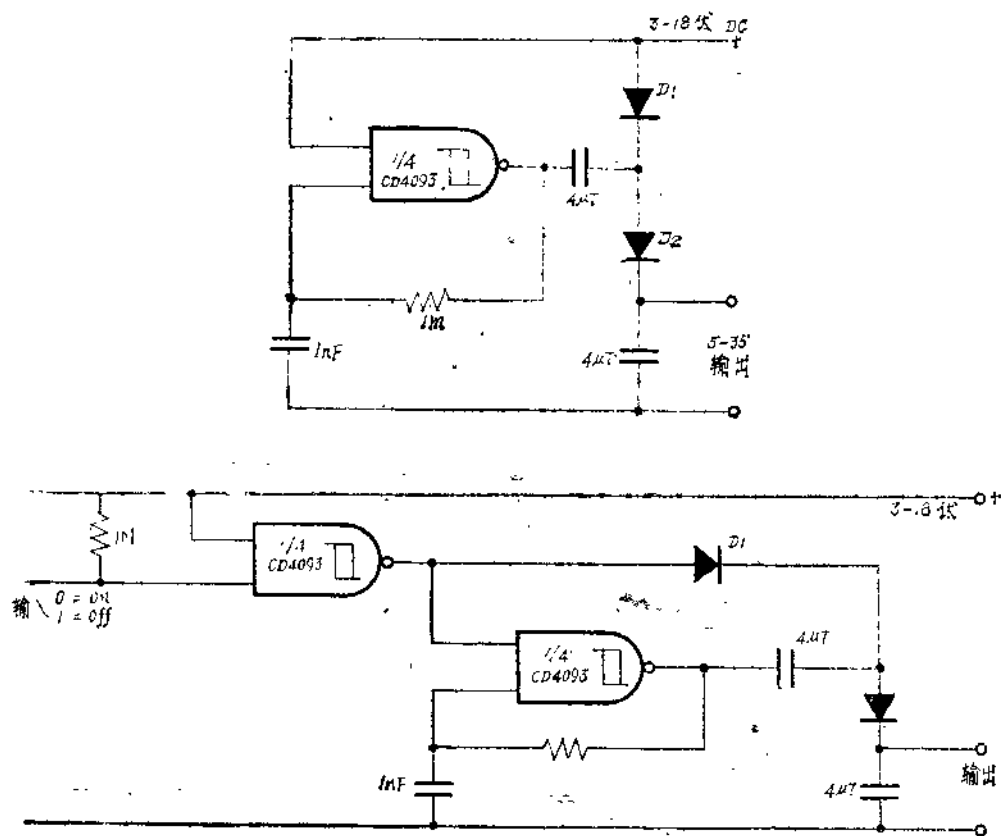
郭金贵 译 李广根 校

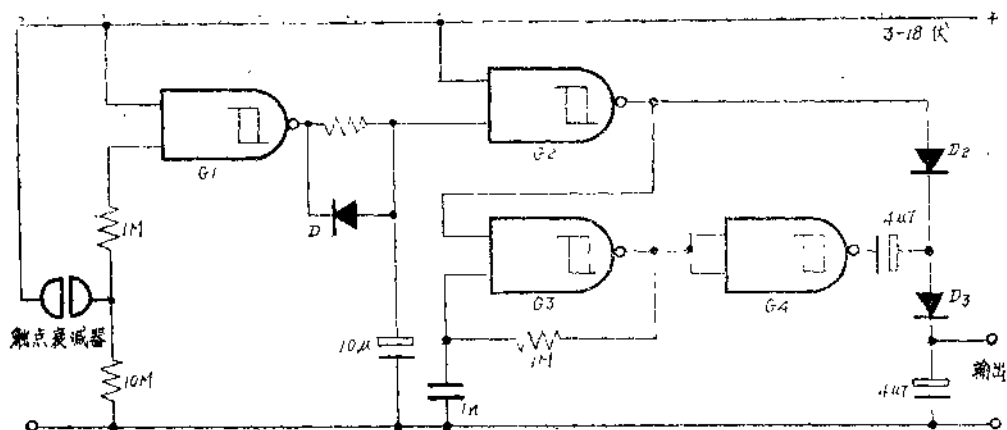
202. 简易的选通电压倍增器

若只需要约 $1mA$ （毫安）电流的话，采用一块CMOS施密特与非门电路（图1）就可构成供给5—30伏的非常简易的电压倍增器。但是，该线路的缺点是：如果由于其他原因希望把倍增器关闭，可是电源电压通过 D_1 和 D_2 ，仍出现在输出端。

该状态可由（图2）线路来防止，其中的电源电压通过CMOS倒相器送到 D_2 ，它还控制振荡器的选通。

图3说明以一块CD4093四与非施密特为基础的线路，在一段预置时间内由触点开关、按钮开关或在A点建立逻辑“1”使倍增器电路通电。把该电路用于万用表就能在 $\Omega \times 100$ 量程使用PP3电池而不因使用代价高昂的15伏而为难。按图所示的数值，电压下降低于15伏之前，对9伏输入可流出大大超过 $1mA$ （毫安）的电流，而且该电路保持通电约100秒左右。





在关闭状态，电流消耗低于 $1\mu\text{A}$ （微安）（带有钽电容器）。当接通时，静态电流约 $250\mu\text{A}$ 。

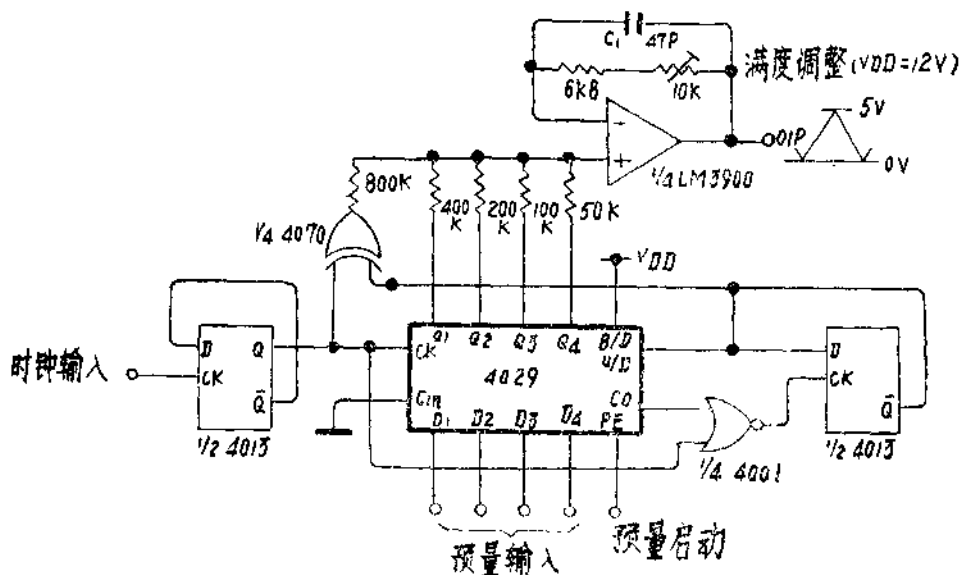
若在别处使用需要时，G4可省掉，又若要求较高的输出电流，那末可并联添加进更多的门电路或缓冲器，并提高 C_3 和G4的值。

译自《Electronic Engineering》1980年7月P.17

沈保华 译 潘鼎铭 校

203. 三角波发生器

由于使用了具有5位分辨率的CMOS可逆计数器，很容易就能获得一个三角波的30级阶



梯的近似。如果4位分辨率就已足够，那么异一或门和第一级触发器可以省略。最高四位可由附加的选通不同步地预置。负载电流输出在诺顿运算放大器相加， C_1 抑制了由运放3900的不对称的转换速率所产生的毛刺。最高工作频率受到20微秒/伏负向的转换速率的限制。注意这输出周期是输入周期的60倍而不是64倍。倘若电源电压足够高使器件4029输出到源有充分的电流流过，那么精度主要取决于权电阻。

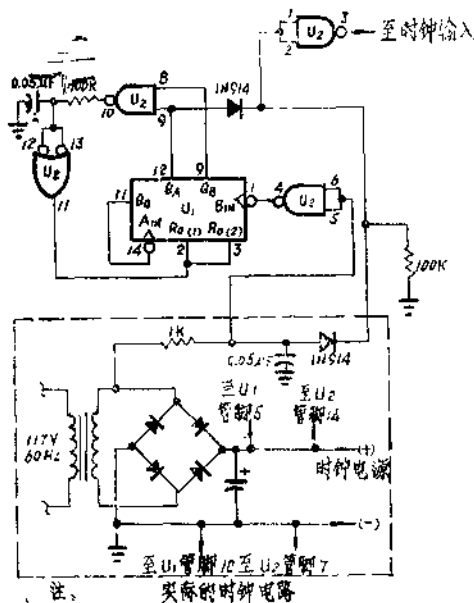
译自《Wireless World》1979年12月

陈若麟 译 潘鼎铭 校

204.60Hz (赫兹) 转换成50Hz (赫兹)

需要从使用60Hz交流电源产生时钟的器件获得50赫兹的时钟频率吗？所示的线路采用阻止第6个脉冲不到达时钟电路片的时钟脉冲输入端的办法来达到目的。

该脉冲抑制电路 (Pulse trap) 的心脏是74C90十进制计数器 (U_1)，它按二一五混合进制模式计数。在计到5时，输出 Q_A 为高电平，并与时钟信号“或连”到时钟电路片。 Q_A 保持高电平状态，持续整整是一个60赫兹周期。下一个时钟脉冲把计数器转回0状态。结果是在一个60赫兹周期内高电平出现在 U_2 (CD4093) 的管脚1和2——这样就又迫使时钟电路片的时钟脉冲输入端变为低电平。



注：
 U_1 74C90
 U_2 CD4093

提要：十进制计数器提供一个脉冲抑制电路，它把60赫兹时钟脉冲转换成50赫兹使用。

只要注意电源电压不超限，该线路用几乎要求50赫兹的任一时钟电路片即会工作良好。

译自《EDN》1979年3月5日P.130

沈保华 译 潘鼎铭 校

205. 数字脉冲合成音频正弦波

在数字系统中，经常使用音频波段进行通信和控制。为了把谐波失真和通道交叉串话减少到最小，这些频段的波形应尽量地接近于正弦波。如果直接地使用数字系统的典型方波信号，它可能完全会被滤去。根据数字输入信号产生正弦波，并具有特殊功能的集成电路在目前市场上是可以买到的。然而，本文所示的技术却提供了一个较一般的更接近于正弦波或其它重复波形的发生器。这个电路是由互补MOS电路来实现的。它只要求几个廉价的元件就行了，且功耗很小。

这个电路示于图1，它利用16千赫的输入信号产生1千赫的正弦波。这个输入时钟驱动CD4024计数器，在异或门中通过某些计数的修正，再驱动CD4051多路调制器。多路调制器的8个通道可以把四个不同的正电流或四个不同的负电流中的一个电流传递到741运算放大器的公共接头上。这个真值表说明了计数器和异或门如何按适当的顺序传递这些电流以产生图2所示的输出波形。这个波形通过运算放大器电路的反馈电容器使之成平滑的曲线。

16赫的输入时钟驱动一个计数器，通过二个异或门驱动多路调制器。多路调制器简单地将振幅与取样正弦波相对应的诸电流按序传送到运算放大器的公共点上，反馈电容控制约

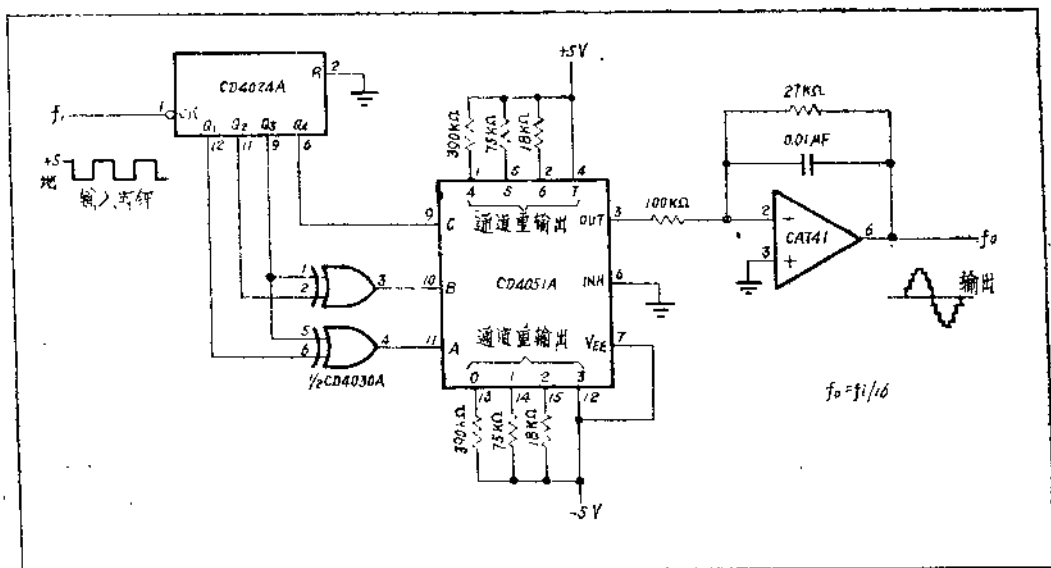


图1 正弦波发生器

编注：图中电路4024可用“双岭”CH4024代替；4030可用“双岭”C660代替

600赫的放大器频率响应。这个波形发生技术也可以用来产生其他重复形的波形。

图2所示的曲线图表明了正弦波一步一步产生的情况和滤波电容器的平滑效果,以及输出的谐波内容,如果没有滤波,第15和第17个谐波比基波输出信号的振幅仅弱25分贝而已,但滤波电容器则补充了约600赫的频率响应。致使这些谐波可降到低于这个基波信号45分贝。图见2 P.117

真 值 表

产 生 正 弦 波				
脉 冲 号	CD4024输出	输入至CD4051	导通通道	输出电压
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
14	1 1 1 0	1 0 1	5	-0.77
15	1 1 1 1	1 0 0	4	-0.28
0	0 0 0 0	0 0 0	0	0.8
1	0 0 0 1	0 0 1	1	0.77
2	0 0 1 0	0 1 0	2	1.14
3	0 0 1 1	0 1 1	3	1.35
4	0 1 0 0	0 1 1	3	1.35
5	0 1 0 1	0 1 0	2	1.14
6	0 1 1 0	0 0 1	1	0.77
7	0 1 1 1	0 0 0	0	0.28
8	1 0 0 0	1 0 0	4	-0.28
9	1 0 0 1	1 0 1	5	-0.77
10	1 0 1 0	1 1 0	6	-1.14
11	1 0 1 1	1 1 1	7	-1.35
12	1 1 0 0	1 1 1	7	-1.35
13	1 1 0 1	1 1 0	6	-1.14
14	1 1 1 0	1 0 1	5	-0.77
15	1 1 1 1	1 0 0	4	-0.28
0	0 0 0 0	0 0 0	0	0.28
1	0 0 0 1	0 0 1	1	0.77
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

本图示出了输出运算放大器反馈电路在有滤波电容器和没有滤波电容器情况下,图1例线路输出的波形和频谱成分。波形图(a)清楚地描述了合成的不连续阶梯,图(b)的频谱包括比1千赫基波输出仅低25分贝的15千赫和17千赫的二个谐波。有滤波的情况。对电路附加一个滤波电容。使之具有约600赫频率响应的翻转速度,图(c)的波形是平滑的,频谱图(d)、所有谐波均比基波下降45分贝以上。

译自《Electronics》1975年10月2日P.104—P.105

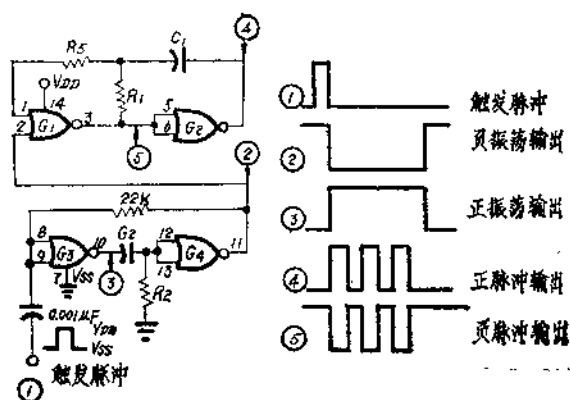
潘思省 译 陆德纯 校

206. 由“或非”门电路产生预置脉冲简化测试工作

许多数字测试工作要求在一串脉冲中产生若干预置脉冲。CMOS四“或非门”(RCA CD 4001或其相应产品)具有上述功能。

此电路的直流电源电压范围很宽, $V_{DD}-V_{SS}$ 的范围为 3—15V。门 1 和 2 连接后可用作振荡器, 其频率取决于 C_1 和 R_1 的数值。 R_5 可使电路稳定, 使它在电源电压的变化中频率不受影响, 其正常值应是 R_1 电阻的两倍。门 3 和 4 形成负触发单稳脉冲, 其周期取决于 C_2 和 R_2 的数值, 为 $1.41R_2C_2$ 。

当单稳脉冲趋向于负电平时, 便使振荡器启动。因此, 通过振荡器频率和单稳脉冲周期的选择, 可以产生预定的脉冲数。



此电路的电源电压不趋于临界, 应用于数字测试工作, 在一脉冲串中产生预定的脉冲数。

校注: 图中电路4001可用“双岭”CH4001或CO39代替

译自《EDN》1978年1月5日P.86

童志祥 译 潘鼎铭 校

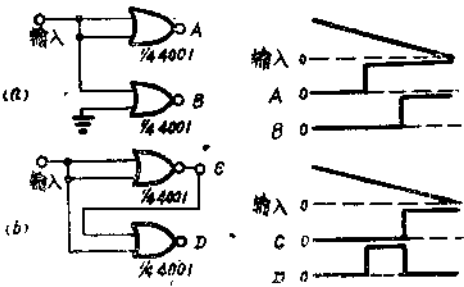
207. CMOS“或非”门用作廉价的触发脉冲电路

由于成本低廉的CMOS4001四双输入“或非”门具有稳定的阈值电压, 其线性应用范围很为广泛。此电路可用作双阈值器件。当一个输入端接地时, 其阈电压较高, 当两个输入端接在一起时, 其阈电压较低, 以利控制不同输出要求(“偏高”, “偏低”或“适中”)的电路。

图1a表示“偏高”和“偏低”输出要求的试验线路。A指“偏高”输出, B指“偏低”输出。

图b表示“适中”输出的接法。由于其输入从高电平处接近阈电压, C门的输出保持低电平, 此时, D门的一个输入端接地, D门的阈电压升高。由于其输入达到此阈电压, D门

趋于高电平。当其输入达到较低的C门阈电压时，C门的输出趋于高电平，并使D门转为低电平。



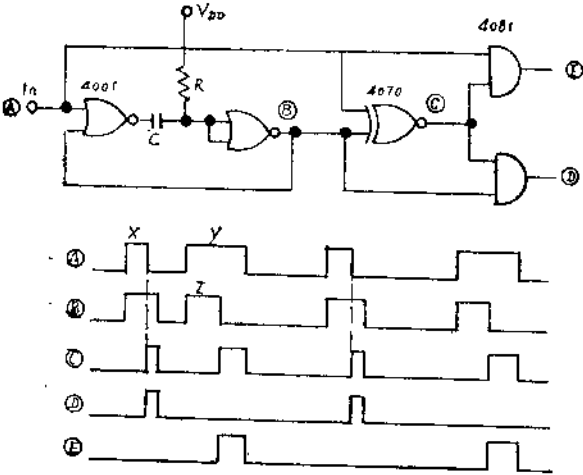
校注：图中电路4001可用“双岭”CH4001或CO39代替
CMOS4001四门电路除作线性范围的应用之外，还可用作双阈值器件。(a)表示线性应用中“偏高”和“偏低”输出的试验线路；(b)表示“适中”输出的接法。

译自《EDN》1978年1月5日P.84—P.86

童志祥 译 潘鼎铭 校

208. 简易脉冲分解器

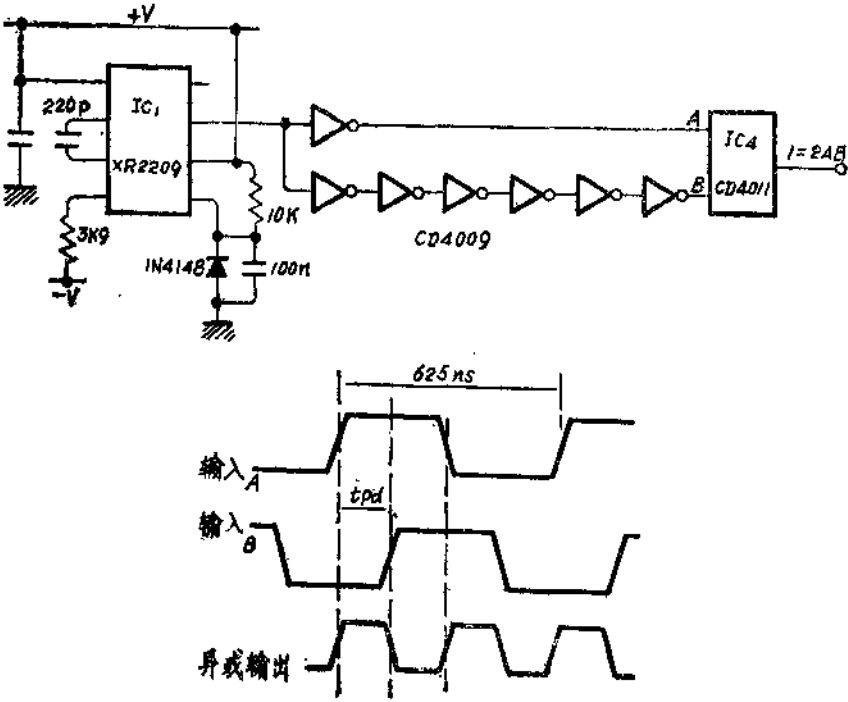
用五个逻辑门可把脉宽调制信号分解成它原来的组成部分。本线路只可分辨两个不同的脉冲，但很容易扩展以处理更多的脉冲。调整时间常数使B端产生一个脉宽大于X而小于Y的脉冲串。脉宽Z近似于 $1.4RC$ 。



4070可用“双岭”C660代替

沈保华 译 潘鼎铭 校

MHz工作，并用振荡器输出和一个反相延迟输出馈送给异一或门。缓冲器的传输延迟取决于V_{dd}和负载电容，但对7.5V电源与50pF的负载电容来说，各个缓冲器的延迟约34ns。因此，六个缓冲器的总延迟为204ns，而两个信号之间的差数为170ns，产生3.2MHz频率，其占空比几乎为50%。



校注：图中电路CD4009可用“双岭”CH4009代替
CD4011可用“双岭”CO36代替

译自《ELECTRONICS》Australia 1980年12月P.79

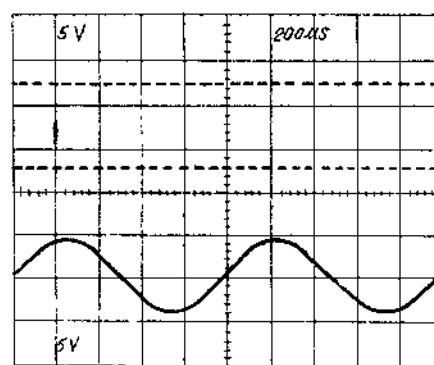
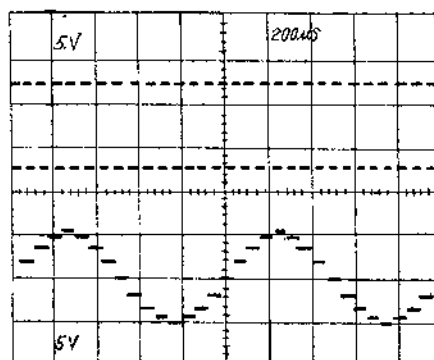
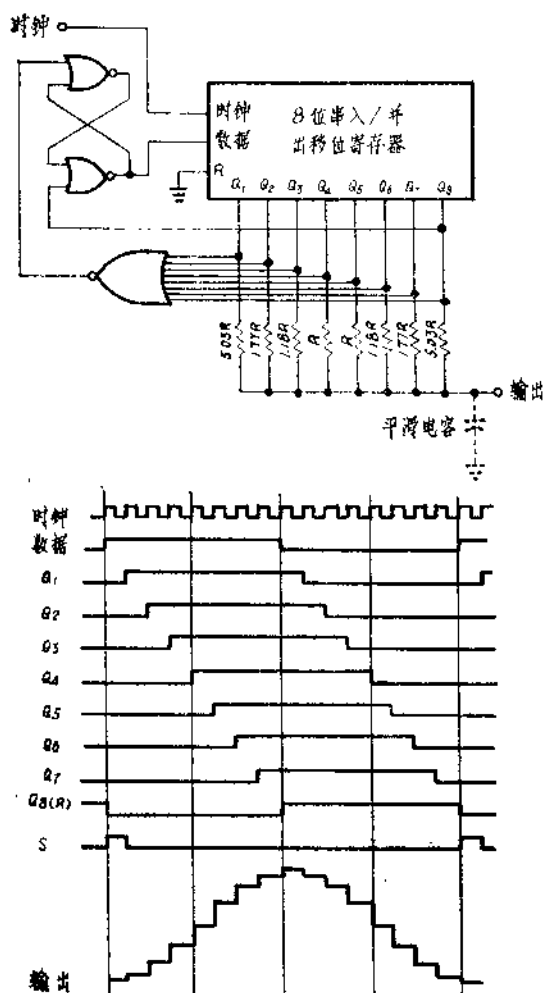
沈保华 译 潘鼎铭 校

211. 产生数字式正弦波的简单电路

采用图示方法，只要使用几只廉价的元件，就可用数字信号发生正弦波。尤其是，要在n级中输出频率f，需对(n/2)级串入和并出的移位寄存器施加一个频率为nf的输入信号。当寄存器均为“零”时，从置“1”的RS锁定器的输出中将数据输入导至寄存器，当最后级包含一个“1”时，从清除的RS锁定器的输出中将数据输入导至寄存器。其结果是，在一系列交变的n“零”后跟着从任一无效状态中恢复的n“1”。

当寄存器的输出端与电阻网络连接时，由分压器产生输出信号，该分压器是由连接+V的平联电阻和转换接地（电阻分别连接在含“1”和“零”的输出端上）的平联电阻形成的。

从输出至接地加一电容，便能消除所产生的谐波。



16级由此电路组成，并能用此法扩展到所需的数字。置换一个含有相同数值的权重电阻网络可使电路产生三角波。

从输出至接地使用 $0.05\mu\text{F}$ 电容的同一电路

由CMOS逻辑器件构成的电路和任取阻值为10K, 12K, 18K 和51K的5%电阻所产生的结果证明了使用最佳平滑电容的效果。

译自《EDN》1978年1月20日P.118—P.121

童志祥 译 潘鼎铭 校

212. 可避免停滞时间 (dead time) 的一个选通脉冲延迟电路

本线路是一个多通道计数器的部分——亦即一个数据测量系统的一部分。在这系统中