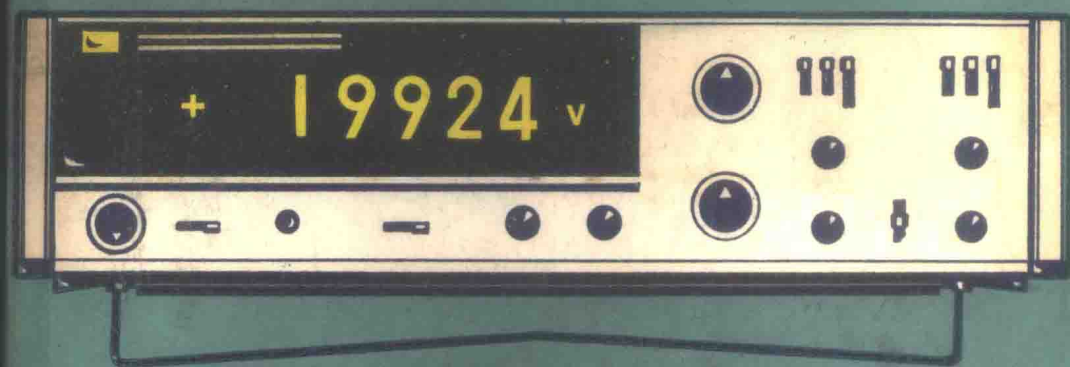




数字仪器线路选编

下 集

中国人民解放军京字183部队

数字仪器线路选编

下 集

(内部参考)

中国人民解放军京字183部队

一九七二年五月

说 明

为适应我国社会主义建设事业的需要，我们遵照伟大领袖毛主席关于“**洋为中用**”的教导，编译了这本《数字仪器线路选编》，供有关部门和人员参考。

本书以线路图为主，附以简要说明。上集包括几种有代表性的电压表、万用表和相位计；下集以频率计数器为主。

由于本书取材于资本主义国家的资料，所以不可避免地会带有夸大、吹嘘之处。虽然我们在编译过程中，注意了这一问题，但鉴于我们水平所限，难免仍有缺点、错误，请读者批评、指正。

毛主席教导我们说：“**一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。**”我们相信读者能够批判地接受其中有益的东西，破除迷信，解放思想，勇于创新，走自己工业发展的道路，在测试技术方面作出新贡献。在本书编译过程中，我们得到了北京无线电实验厂、中国科学院电工所等很多兄弟单位的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

编译者

1972年5月

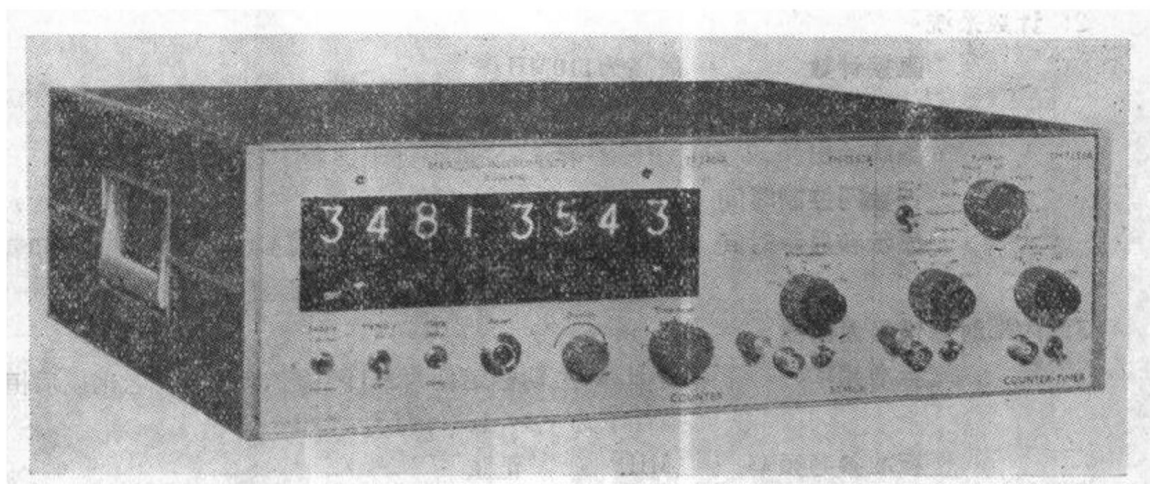
目 录

TF 2401A 型通用计数器.....	(1)
附件 TM8094型变频器	(39)
TR5589K/5589L 型通用计数器	(44)
附件一 TR3001R 型转换振荡器.....	(71)
附件二 TR3010M型视频放大器	(77)
附件三 TR3012M型变频器.....	(80)
附件四 TR3015型变频器	(85)
附件五 TR3016型变频器	(93)
附件六 TR3020M型调谐放大器.....	(100)
附件七 TR3083/3083M型预定标器	(106)
附件八 TR4013型时间间隔单元	(115)
附件九 TR8951/8952 型宽带放大器.....	(121)
945/946型和950/951型频率计数器.....	(125)
985/986型自动外差微波频率计数器	(192)
1157型定标器	(234)
TR 3130系列频率合成器.....	(245)
230型示波器数字读数单元.....	(267)
附 电路图部分的英汉译名参考	(289)

TF2401A 型通用计数器

一、概 述

TF2401A型计数器是由主机、功能选择单元、频率量程单元、频率扩展单元和相位测量单元等插入单元组成的通用计数器。



TF2401A型外形图

该计数器直接计数110MHz，8位数字显示。仪器有供各种测量用的A、B、C三个输入通道，有稳定度为 10^{-6} 数量级的1MHz标准频率以及以1MHz为基准的内部时基信号发生器。

仪器可作为：（1）时间间隔测量；（2）周期测量；（3）倍率周期测量；（4）频率测量；（5）频率比测量；（6）倍率频率比测量；（7）在选择时间间隔内的随机次数测量；（8）累计测量；（9）定标测量。

该仪器也可作为十进时间间隔发生器使用。

二、技术性能

1. 输入通道

A 通道

频率范围 10Hz~110MHz

输入灵敏度 0.1V有效值(10Hz~110MHz)

脉冲输入时必须是正向跃变的脉冲

输入阻抗

衰减器位置

输入电阻

并联电容

(大约)

(大约)

$\times 1$

10K Ω

20pF

× 3	30KΩ	10pF
× 10	100KΩ	10pF
× 30	300KΩ	10pF
× 100	1000KΩ	10pF

B、C 通道

频率范围	0Hz~10MHz, 正弦或脉冲 (1Hz以下的正弦波灵敏度降低)
输入灵敏度	0.1 V 有效值
输入阻抗	1MΩ/40pF

2. 计数系统

直接计数	最高为110MHz
精 度	± 1 个字±时基精度
编码输出(B、C、D)	1-2-4-8二进编码十进制
计数门控制时间	10μS~100 S (十进)
显示和显示时间	8 位数字显示; 显示时间在0.1到5秒之间, 连续可调, 并可无限期显示, 直到手控复原为止

3. 内部时基信号发生器

标准频率	1MHz的短期稳定度为 $\pm 1 \times 10^{-9}$, 在30天老化以后恒温条件下为 $+1 \times 10^{-7}$ /每月
标准参考频率	1MHz 正弦 10MHz 正弦 100MHz 正弦
时基分频	10~10 ⁸ 十进分频

4. 电 源

最大功率消耗为120VA

5. 外形尺寸

150 × 420 × 440mm

6. 重 量

约17.2 kg

三、工作原理

该计数器主要由四个部分组成: 一为 A、B、C 三个输入通道; 二为计数系统, 包括十进计数单元, 主计数门及其控制、显示控制和复原电路等部分; 三为内部标准时间间隔发生器, 包括标准参考频率和时基分频系统等电路; 四为供电电源。这四部分电路在作各种测量时有不同的连接状态。这里仅举几例, 以示各部分的连接情况。见图 8-1~8-4所示。

用途一: 频率测量

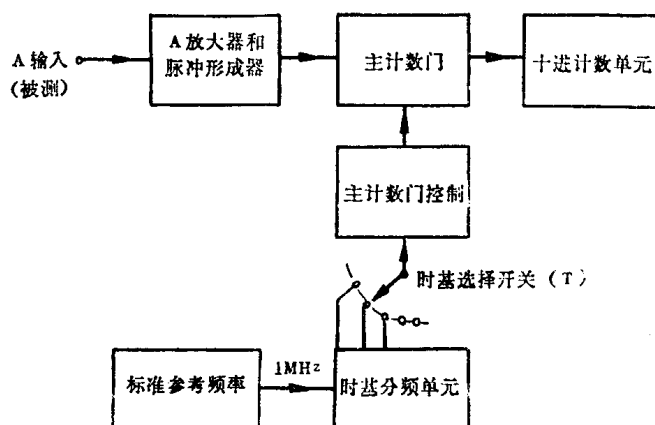


图8-1 仪器作频率测量时的连接方框图

用途二：周期测量

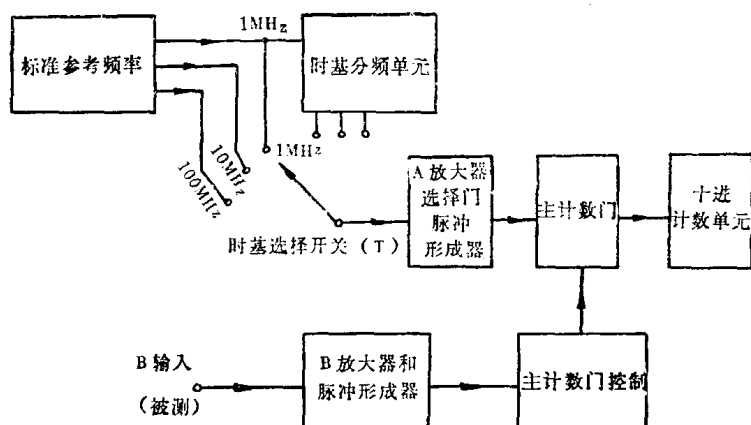


图8-2 仪器作周期测量时的连接方框图

用途三：倍率周期测量

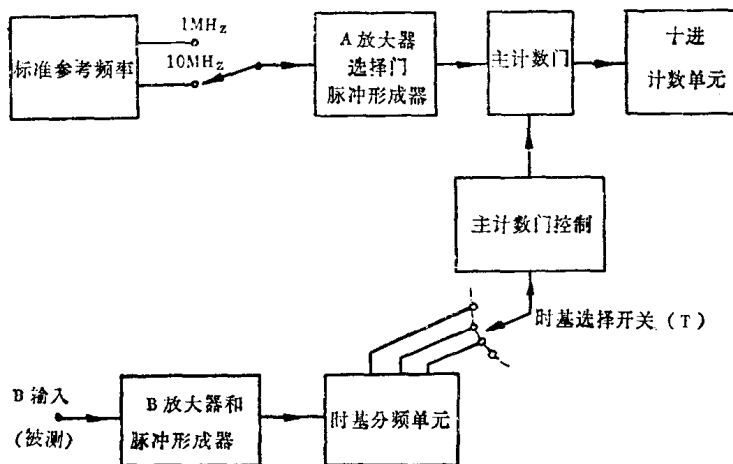


图8-3 仪器作倍率周期测量时的连接方框图

用途四：时间间隔测量

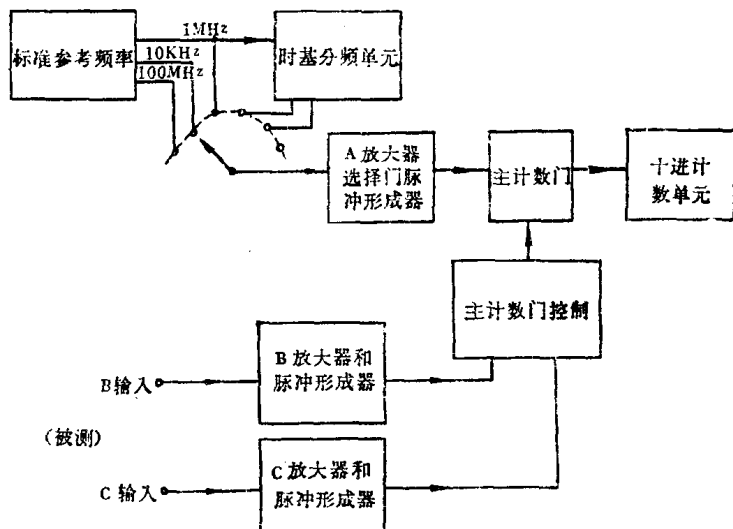


图8-4 仪器作时间间隔测量时的连接方框图

1. A、B、C三个输入通道

仪器的输入系统有A、B、C三个通道，以满足各种测量之用。例如仪器作频率测量时，被测信号从A通道输入；仪器作周期测量时，被测信号从B通道输入，内部的标准参考频率或时基信号经过A通道输入；仪器作两个频率比测量时，A、B通道分别输入被测信号；仪器在作时间间隔测量时，B、C通道分别输入被测信号，A通道输入标准参考频率或时基分频信号（见方框图）。

三个通道都有放大器、成形器和选择开关或选择门等电路。放大器要求具有足够的增益、高输入阻抗、低输出阻抗、宽频带等特性。成形器把各种输入波形整形成具有陡峭边沿、形状一致的脉冲波，以供触发计数器之用。选择开关或选择门用来选择所需要的信号，阻止不需要的信号通过。

（一）A 通道

A通道的方框图见图8-5，逻辑图见图8-26的总逻辑图左上角部分。

（1）缓冲器和放大器

输入A通道的信号经过衰减器、缓冲器、放大器、门和成形器输往主计数门。衰减器是简单的串并联RC阻容网络，分为 $\times 1$ 、 $\times 3$ 、 $\times 10$ 、 $\times 30$ 、 $\times 100$ 五档衰减，由面板选择开关选择。阻抗缓冲

器(TM8429, 见图 8-27)为一个低增益、宽频带、高输入阻抗和低输出阻抗的缓冲放大器。输入信号为低频时,信号被送到射极跟随器 VT1,经 VT2 放大后由 C5 输出;在高频时因为电容C1旁路了VT1的输入,使信号直接进入放大器VT2,经C4输出。这里放大器VT2稍微改善了一些阻抗缓冲器的高频响应性能。

阻抗缓冲器输出的信号进入放大器(TM8430, 见图8-27)。该放大器由两级相同的简单交流耦合放大器串接而成。负载时的增益约为 7 倍。每级放大电路只用一个晶体管 VT1。为了获得良好的带宽 (10Hz~110MHz), 每个放大电路采用了串联反馈, 不带负载时的电压增益为 5 倍。

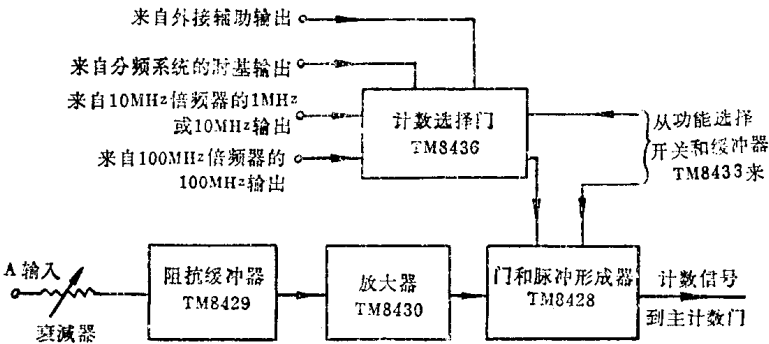
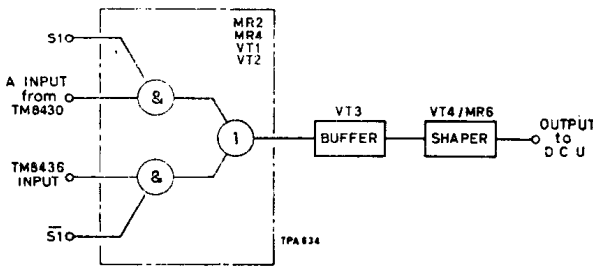


图8-5 A通道方框图

(2) 门和成形器(TM 8428)。

这个电路在A通道中有两个作用: 门电路选择从 TM8436 来的信号或是从 TM8430 来的信号; 成形器把各种输入信号整形为形状一致的快速脉冲信号输往主计数门。



路利用隧道二极管快速开关时的电流变化，使晶体管快速截止和导通。在沒有信号輸入时，VT4的发射极直流电平为0.5V，基极为0V，因而VT4是截止的。当輸入端增加电流 ΔI 輸入时，負載綫被迫向上移，MR6工作电流增加，工作点从A点移向C（峰点 V_p ）。当負載綫扫过C时，MR6的工作点立刻从C点跳到C'点，晶体管VT4被突然輸入基极的电流急速导通。在VT4的集电极上出现了

十分陡直的負向快速跃变边沿

（从+6V到0V，这是成形器所希望的）。但是在C'点是不稳定的，因为受到 ΔI 輸入和負載綫 $-\frac{1}{R_L}$ 的限制，MR6的工作

电流又沿着混合特性下降到

B，找到了新的平衡点。如果輸入电流能够維持 ΔI 輸入，MR6和VT4就工作在B点了。假如輸入电流不維持 ΔI 輸入而回到了起始时的电流，負載綫只能向下移，MR6的工作电流减少，工作点从B移向D。当負載綫扫过D（谷点 V_v ）时，MR6的工作点立刻从D跳到D'，电流急剧减少，VT4截止。但是D'点是不稳定的，因为輸入电流和負載綫的作用，使MR6的工作电流增加，工作点从D'点回到原平衡点A。

为了保证MR6有足够的輸出使VT4导通，在VT4的发射极上由MR5和R13給出預置偏压。在隧道二极管MR6的阴极由一电位器給出可調偏压。門和成形器单元TM8428的輸入、輸出电平和波形图见图8-8。

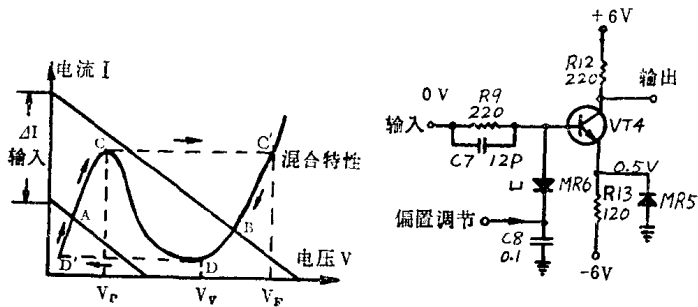


图8-7 混合特性和成形器

为了保证MR6有足够的輸出使VT4导通，在VT4的发射极上由MR5和R13給出預置偏压。在隧道二极管MR6的阴极由一电位器給出可調偏压。

門和成形器单元TM8428的輸入、輸出电平和波形图见图8-8。

(a)来自TM8430的輸入

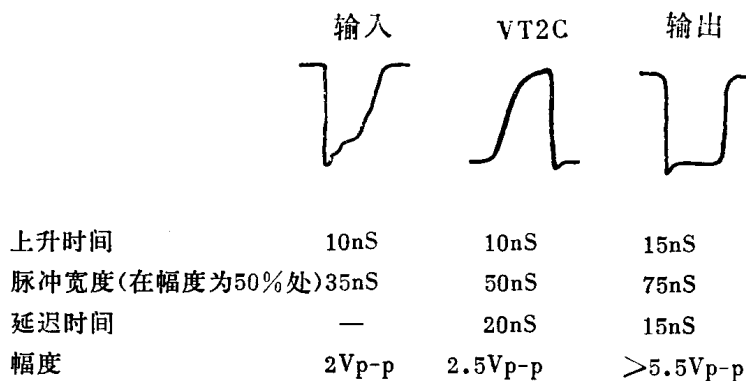
频率	輸入	VT1c	輸出	波形	上升时间
	V_{p-p}	V_{p-p}	V_{p-p}		
10Hz	1.5V	6V	>5.5V	方波	$\approx 10nS$
1MHz	1V	3.5V	>5.5V	方波	<20nS
10MHz	1V	3V	>5.5V	方波	<20nS
50MHz	0.5V	1.5V	3V	正弦	—
110MHz	280mV	460mV	480mV	正弦	—

(b)来自TM8436的輸入

1. 由TM8436选择的时基輸出信号

	輸入	VT2C	輸出
上升时间	10nS	20nS	10nS
脉冲宽度	75nS	100nS	100nS
(在幅度为50%处)			
延迟时间	50nS	10nS	15nS
幅 度	2Vp-p	2Vp-p	>5.5Vp-p

2. 由TM8436选择的1MHz 或 10MHz钟脉冲



3. 由TM8436选择的100MHz

	输入	输出
	正弦波	正弦波
幅度	200mVp-p	500mVp-p
(c)直流电平		
	VT1/VT2c	VT3c
	+ 8Vp-p	≈0Vp-p
		VT4c
		≈0.5Vp-p

图8-8 门和成形器单元的输入、输出电平和波形图

(3) 计数选择门

计数选择门用来选择外接辅助输入信号和仪器内部的信号：1MHz或10MHz、100MHz以及时基信号。被选择后的信号送往门和成形器(TM8428)。选用这些信号的直流选择信号S来自功能选择开关。但是为了使电平适配起见，实际用的是经过缓冲器(TM8433)变换电平后输出的S信号。

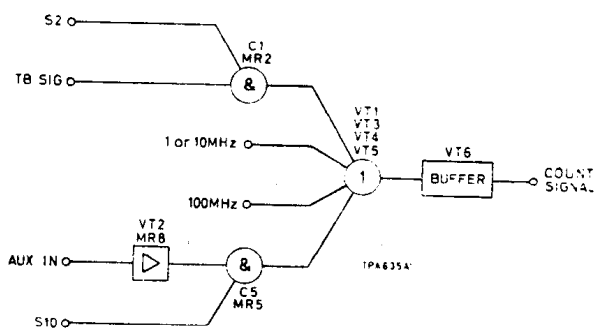


图8-9 计数选择门 TM8436

计数选择门 TM8436 的逻辑图和电路图见图 8-9 和图 8-29。晶体管 VT1、VT3、VT4 和 VT5 组成的四路输入‘或’门分别为 1MHz 或 10MHz、100MHz、时基信号和外接辅助信号的输入门。如当选择信号选择 S2 (为 TM8433 中 VT7 的输出信号, +6V) 时, MR2 反向偏置, 时基信号能经过 C1 进入‘或’门 VT1 而输出。

不选择 S2 (为 TM8433 中 VT7 的输出信

号, -4.5V) 时, MR2 导通, 使输入信号经过 C2 接地, 并把 VT1 基极箝位于 -4.5V, VT1 牢牢截止, 则信号不能经过 VT1 输出。为了选择 (由 S10 选择) 外接辅助信号而设置的‘或’门 VT3, 和 VT1 的工作原理是一样的。只是在 VT3 之前有一级放大器 VT2, 这级放大器是为了阻止小信号通过‘或’门 VT3。VT4、VT5 和 VT1 所不同的是在 VT4 和 VT5 的基极上没有选择信号 S。因为输入 VT4 和 VT5 的 1MHz 或 10MHz 以及 100MHz 信号已在倍频器的输出端受到 S14 或 S13 以及 S15 的选择, 这里就不再需要了 (见 TM8434 和 TM8435)。

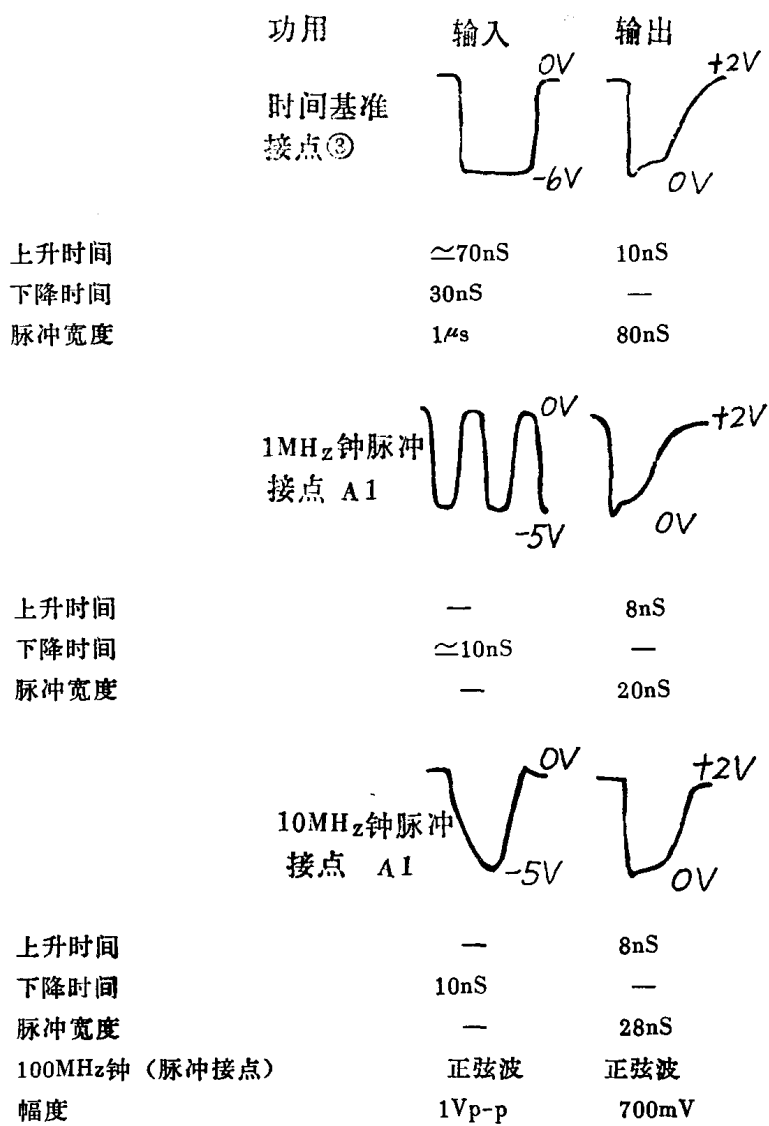


图8-10 计数选择门的输入和输出波形图

计数选择门在带有负载时的输入和输出波形图见图 8-10。

(二) B 和 C 通道

B 和 C 通道都由直流宽频带 (直流到 10MHz) 放大器和成形器组成。B、C 两个电路是相同的, 见图 8-30。

为了使 B 和 C 通道在直流到 100KHz 的频带内保持高阻抗输入, 用了场效应管的源跟随器 VT1。VT2 为普通射极跟随器, 频率在 100KHz 以上的信号经过 C2 直接输入 VT2。因为场效应管 VT1 的负温度系数平衡了 p-n-p 晶体管 VT2 的正温度系数, 因此, 由两个晶体管 (VT1、VT2) 构成的缓冲器具有良好的温度稳定性。

VT4 和 VT5 组成的长尾对管作为分相器用。所谓分相器是当一个输入信号经过后, 产生两个相位相反的信号, 形成了斜率为正极性或负极性的输出。两个晶体管的电流增益 (β) 要匹配在 5% 以内。用 RV2 调节两晶体管的平衡。分相器的输出分别经过 VT6 和 VT7 缓冲后送往成形器。由‘斜率’选择开关选择 VT6 或 VT7 的输出。这个开关把不希望输出的信号接地 (如把结点 R 21-R 31 接地或者把结点 R 22-R 32 接地); 把希望输出的一路输向‘或’门

MR6/MR7。成形器是由晶体管和隧道二极管VT8/MR2组成的快速开关电路。它把较慢的负向跃变输入信号整形为快速正向跃变脉冲。这个电路的工作原理和A通道中的成形器一样，所不同的是在这个电路中有一个触发电平控制电位器。在输入一个信号时，用这个电位器调节负载线 $\left(-\frac{1}{R_L}\right)$ 的位置，使仪器能够重复稳定计数。电路的偏置使得触发电平控制电位器在中間位置时，负载线等分峰点和谷点间的距离。这样对于恒流输入驱动来说，可用最小的电流增量翻轉和复原这个开关电路。这最小的电流增量对应于计数器重复稳定工作的最小输入驱动。

图8-30中的晶体管VT10和VT11是互补射极跟随器，作为输出级之用。

2. 计数系统以及计数门控制和显示控制

TF2401A型计数器(配用量程插入单元TM8267)的计数系统有三种计数电路：110 MHz十进计数单元(TM8431)、10MHz十进计数单元(TM7448)和250 KHz十进计数单元(TM7449)。每个十进计数单元由十进计数器、转移门、记忆双稳和读出驱动器四部分电路组成。

110MHz计数单元采用了超高频平面管，并装在量程插入单元TM8267中，它的转移门、记忆和读出驱动等电路在TM7447板上。为了使其间电平相配，用了一组缓冲器(TM8433)。

在110MHz十进计数单元的通道上，有一个主计数门，它由计数门控制单元控制。这个计数控制单元被B、C通道输入信号或时基输入信号所操纵。

显示控制和复原电路主要完成计数取样，它和计数系统以及计数控制单元有着密切的联系。

(一) 十进计数单元及其记忆和读出电路

三种十进计数单元都由三极管双稳态触发器组成，并以1-2-4-8制逻辑程序编组成十进计数电路。为了提高计数重复频率，高速十进计数单元除了加速双稳态触发器翻轉时间之外，逻辑编制也略有所异。110MHz十进计数单元把第一级双稳态触发器的输出整形后，并联馈送给其余三级双稳态触发器，再用三个‘与’门按逻辑编制完成十进计数。

(1) 250KHz和10MHz十进计数单元及其记忆和读出电路

十进计数电路：

250KHz和10MHz十进计数电路都是普通的电压反馈十进计数器。计数单元由四级相同的双稳态触发器组成。编制成1-2-4-8十进制。

十进计数电路逻辑图示于图8-13。前三级双稳态触发器串接成普通二进制。第四级输入由两路分别驱动：一路来自第三级双稳输出；另一路直接来自第一级双稳输出。这里‘与’门的作用是当电路复原后(可以认为是初始状态)，十进计数器开始计数，这时‘与’门处于导通状态，并保持这个状态直到计数‘8’为止。因而从计数‘1’到计数‘8’，四个双稳态触发器逢二进位完全和二进制一样的工作。到计数‘8’时，第三级双稳输出翻轉了第四级双稳，使它呈现‘1’状态(-6V)，并随即把‘与’门关闭。计数‘9’仅翻轉了第

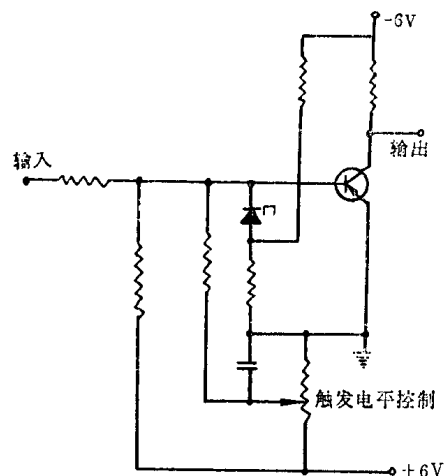


图8-11 成形器

一级双稳。计数‘0’时，不仅翻轉了第一级双稳，而且由于‘与’門已关闭，通道被阻塞，其輸出不能触发第二级双稳，但它对第四级双稳能触发并使第四级双稳呈‘0’状态(0V)。因为‘0’状态的出現把‘与’門又复导通，因此十进計数器又回到了初始状态，并可投入下一循环工作。这个过程显示在图8-13的波形图上。

組成十进計数器的四个双稳态触发器都是用正脉冲触发的普通双稳态触发器，輸入脉冲被微分为正向和負向两个尖脉冲，正向尖脉冲用来截止导通側晶体管。250KHz十进計数单元(见图8-31)是一般的典型电路。10MHz十进計数单元(见图8-32)的計数双稳态触发器用的是高速外延p-n-p三极管，其各级双稳态触发器于基极上增加了两个二极管MR1和MR3(见图8-32第一级双稳VT18和VT19)，以提高开关速度同时也可防止反向击穿。在触发引导电路上的MR17和MR18(同見上图)使触发器在翻轉时縮短了輸入电容的充电通路，从而提高了开关速度。

记忆电路

这个电路的用途是把十进計数电路計数結果保存下来，直到下一次計数結束要求显示为止。记忆电路和讀出电路是一致的，保存怎样的状态，就显示怎样的状态。

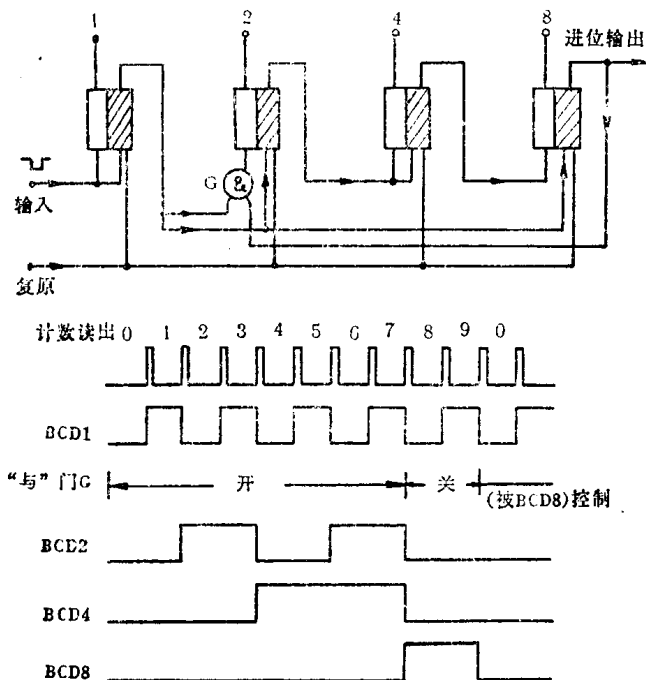


图 8-13 250KHz和10MHz十进计数器逻辑图

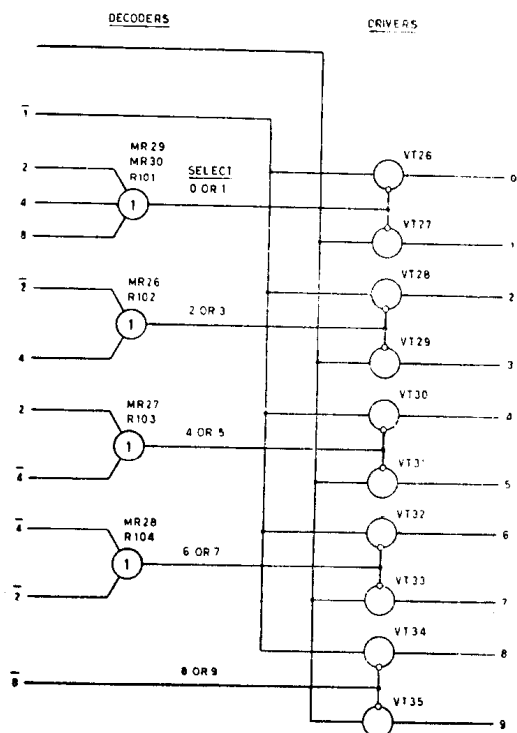


图 8-14 译码和驱动逻辑图

记忆电路包括轉移門电路和记忆双稳两部分，见图8-31或图8-32。从十进計数单元来的八条輸出綫经过各记忆轉移‘与’門輸向记忆双稳。当不使用记忆（记忆开关置于关闭位置）时，在轉移指令綫上加上一个直流信号保持各轉移門的暢通；这时记忆双稳直接跟随十进計数电路的計数状态而翻轉。当使用记忆（记忆开关置于接通位置）时，各轉移門始終关闭，直到在轉移指令綫上加上一个轉移指令脉冲时，轉移門才开通。这个脉冲仅在显示周期开始时加上，使得记忆双稳的状态和十进計数电路的状态完全一致。在这个脉冲終了时，各

轉移門即行關閉，所以避免了十進計數電路的變化反應到記憶雙穩，從而保存了十進計數電路的計數狀態。

譯碼和讀出驅動

從記憶雙穩到讀出驅動電路的十進譯碼用的是雙五進制，見圖8-14。第一對記憶雙穩的作用是在讀出驅動器上選擇計數的偶數或奇數，而把其他三對記憶雙穩的輸出進行編碼，以譯出任一相應的數。根據讀出驅動电路的工作方式和記憶雙穩的十進邏輯程序，就能夠很容易地

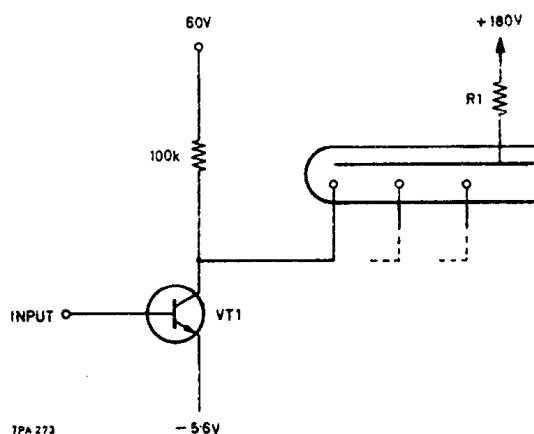


圖 8-15 讀出驅動電路

得到圖8-14中的譯碼器（‘或’門）編制方法。讀出驅動電路的原理圖如圖8-15所示。驅動電路（即晶體管 VT1，击穿電壓必須超過60V）的輸出接到數字管的相應陰極，只有當 VT1 導通時才有一個足夠的電壓使數字起輝。邏輯圖（圖8-14）中的‘或’門是這樣工作的：假如某個門的任一輸入支路出現了‘1’狀態（-5.6V），驅動電路將不工作，數字管無顯示。只有該門的全部輸入為‘0’狀態（0V）時（例如图 8-32 中 MR29、MR 30、R 101 的三个輸入

2、4、8 綫——即 VT4、VT6、VT8 都为 0V 時），驅動電路才可能工作。這時接到該驅動電路的第一對記憶雙穩的一側正好為‘1’狀態（例如图8-32中的VT2為-5.6V時），驅動電路將工作，並呈現應該顯示的數字（例如图 8-32 中的 VT27 將導通並呈現數字‘1’）。

（2）110MHz 十進計數單元

110MHz 十進計數單元（TM8431）是本計數器的高速計數單元。和 10MHz 單元相比，本單元採取了兩個措施：一是減少編碼的反饋時間；二是提高各級雙穩態觸發器的翻轉速度。

本單元仍為 1-2-4-8 制的十進計數單元。邏輯圖見圖 8-16。經過計數門和第一級快速脈沖成形級 PS₁ 輸出的正脈沖觸發了第一級雙穩，把輸入的數除以 2。第一級雙穩輸出只有相當於計數 2、4、6、8、0 時才有正脈沖輸出。為了得到低阻抗的快脈沖，第一級雙穩輸出經過了快速成形器和緩沖器 PS₂ 之後再輸出。PS₂ 的輸出直接並聯觸發第二、三、四各級雙穩（B₂、B₃、B₄）。這和 10MHz 或 250KHz 十進計數單元不一樣，它們的第二、三、四級雙穩是逐級串接觸發的（見圖8-13）。並聯觸發消除了第二級雙穩 B₂ 到第四級雙穩 B₄ 間的傳輸時間，因而減小了反饋延時。至於十進編制的完成主要依靠四個‘與’門來實現。在各級雙穩需要翻轉時，‘與’門開啟，允許脈沖輸入去觸發它。注意這裡的各級雙穩都是正脈沖觸發的，各級二極管‘與’門只有在控制它的雙穩都處於‘1’狀態（+5.0V）時才開啟。現在對照邏輯圖和波形圖逐個地看看各級‘與’門和雙穩觸發器是如何完成 1-2-4-8 十進編制的。

第一個‘與’門 G₁ 和 10MHz 十進計數單元中的‘與’門一樣，僅被第四級雙穩 B₄ 的半邊輸出（綫 8）所控制。在計數‘8’以前都開啟；在計數‘8’以後，因為 B₄ 翻轉而關閉。第二個‘與’門 G₂ 和第三個‘與’門 G₃ 都被第二級雙穩 B₂ 的半邊輸出（綫 2）所控制，這兩個門在計數‘2’以後，因 B₂ 翻轉而開啟。當計數‘4’時，允許 PS₂ 送出的正脈沖去觸發第三級雙穩 B₃。但是在計數‘4’時，PS₂ 的輸出也同時觸發了第二級雙穩 B₂，並使它翻轉。因為 B₂ 的翻轉，‘與’門 G₂ 和 G₃ 又復關閉。在計數‘6’時，PS₂ 發出的正脈沖就不能觸發 B₃，只能

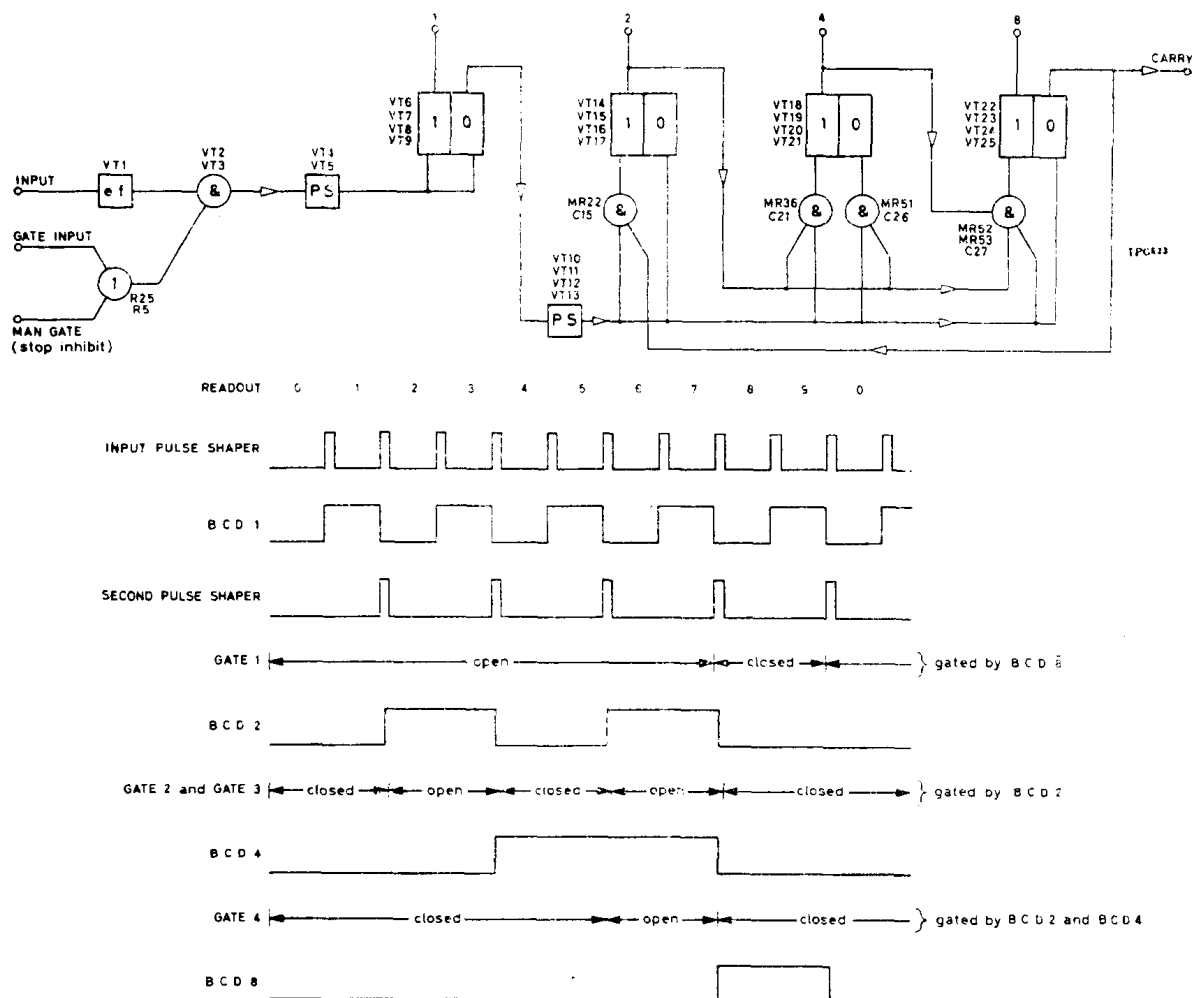


图 8-16 110MHz 十进制计数单元(TM 8431)逻辑图

触发 B_2 。 B_2 的再翻转， G_2 和 G_3 又复开启。在计数‘8’时， PS_2 的输出同时触发 B_2 和 B_3 ，使双稳 B_2 和 B_3 的半边（输出线 2 和 4）同时出现‘0’状态（+1.0V），‘与’门 G_2 和 G_3 又被 B_2 关闭了。因为在计数‘8’以后， G_2 已被 B_4 关闭， B_2 本身不能翻转，‘与’门 G_2 和 G_3 不能再被开启而被关闭。计数‘0’时， PS_2 的输出不能触发 B_3 。 B_2 的复原状态一直保持到下一循环开始工作为止。最后，再看一下‘与’门 G_4 的情况。 G_4 受双稳 B_2 的 2 输出线和 B_3 的 4 输出线的控制，只有在这两根输出线同时处于‘1’状态（+5V）时， G_4 才被开启。在计数‘6’以前没有这种可能， G_4 始终处于关闭状态。在计数‘6’以后，双稳 B_2 和 B_3 的相应输出同时出现‘1’状态使 G_4 开启。因而在计数‘8’时，允许 PS_2 的输出去触发双稳 B_4 。但是在计数‘8’时，双稳 B_2 和 B_3 同时被触发，在它们翻转以后， G_4 立刻被关闭。 B_4 的具有‘与’门 G_4 一侧的输入通道被阻塞了。在计数‘0’时（即10）， PS_2 的输出从 B_4 的另一侧（即没有‘与’门侧）输入，使它翻转，输出一个进位脉冲。 B_4 的翻转使 G_1 又复开启。到此，整个电路全部复原，又可以进行下一循环的工作。

本单元的触发器是由四个超高速平面三极管（n-p-n）组成的正脉冲触发双稳态触发器（见图8-33的第一级双稳态触发器）。晶体管VT7和VT8以及电阻R18、R20和电阻R19、R16构成直流交叉耦合。MR12和MR15为饱和箝位二极管，因而晶体管工作在不饱和区，

从而消除了存储延时,提高了开关速度。VT6和VT9的作用是加速开关实现脉冲瞬变。假如VT7导通,没有电源供给VT6的集电极,因而即使有正脉冲出现在它的基极上,集电极上也没有信号。相反地,在截止侧(设VT8截止),从VT9输入的正脉冲引起的集电极电流,使得VT8的集电极电压下降而趋于地电位,从而迅速地翻轉了双稳,并提高了轉換速度。输入脉冲的前置开关和成形按排在VT6和VT9的基极驱动电路上。电感 L_7 、 L_9 和杂散电容諧振,使得在双稳輸出波形上有一个突起的曲綫(超調),以得到較快的上升時間。

向第二、三、四级双稳饋送触发脉冲的快速成形级 PS_2 包括有射极跟随器VT10、方波整形级VT11和脉冲成形级VT12和緩冲级VT13等部分。二极管MR66阻止了晶体管VT11进入飽和状态,并对經过 C_{13} 进入VT12的脉冲进行微分,以得到窄脉冲。

表示110MHz十进計数单元的脉冲時間关系的波形图示于图8-17中。

为了使得110MHz十进計数单元与主計数器(TF2401A)和功能选择单元(TM7558)三个插件間的电平相适应,四级BCD輸出、进位輸出以及复原脉冲的輸出都用了緩冲器。这些电平变换的緩冲器集中在TM8433上(见图8-29)。

(二) 主計数門及其控制

(1) 主計数門

主計数門为一级并联三极管門电路,它允許或者禁止計数脉冲的进入。本电路設置在110MHz十进計数单元的入口处(见图8-33中的VT2和VT3)。这个門是这样工作的:計数信号經过射极跟随器VT1加到主計数門晶体管VT2上。主計数門的开和閉由VT3来完成。当VT3被主計数門控制信号导通时,它把VT2的集电极电压箝位到+1.0V左右,主計数門关闭停止計数。假如VT3被主計数門控制信号截止,VT3不能影响VT2的工作,主計数門开启,信号可以进入計数单元。为了給触发十进計数单元提供寬度一致的脉冲,計数門經过一级由晶体管VT4和VT5組成的快速成形电路,輸出一个幅度为5.5V的正向窄脉冲。

(2) 主計数門的控制

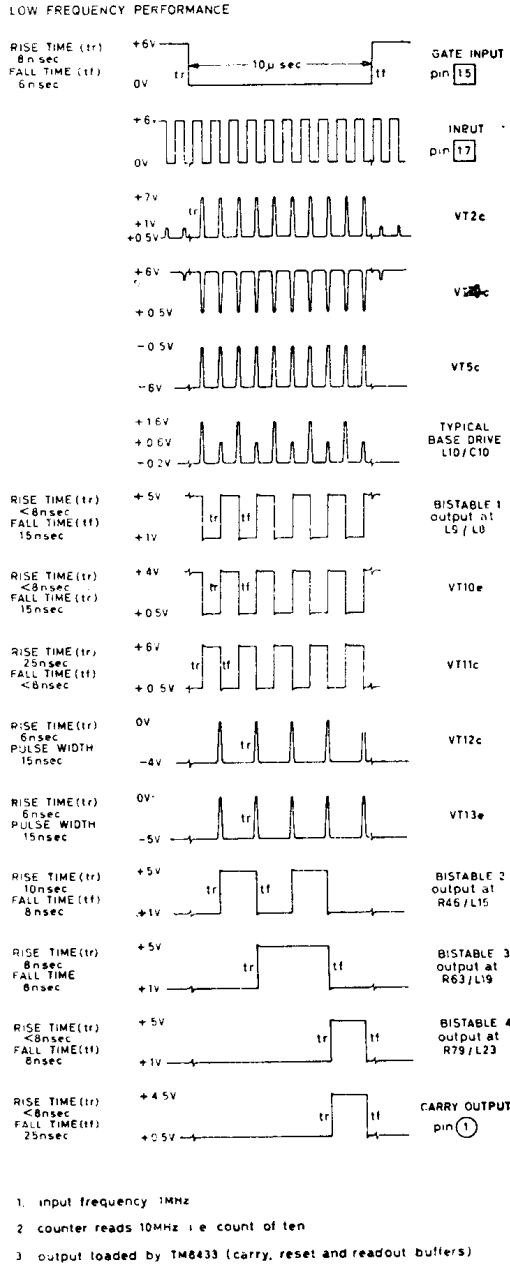


图8-17 110MHz十进計数单元(TM8431)的脉冲时间关系波形图

主計數門被一級門控雙穩開通或關閉。為了計數可靠起見，在主計數門關閉以後，門控雙穩被閉鎖雙穩所閉鎖。只有當復原信號輸入後，閉鎖雙穩翻轉而撤消了對門控雙穩的閉鎖，主計數門才有可能再一次被開啟。

從圖8-18主計數門控制單元的邏輯圖和圖8-34電路圖可以清楚地看到這個過程。

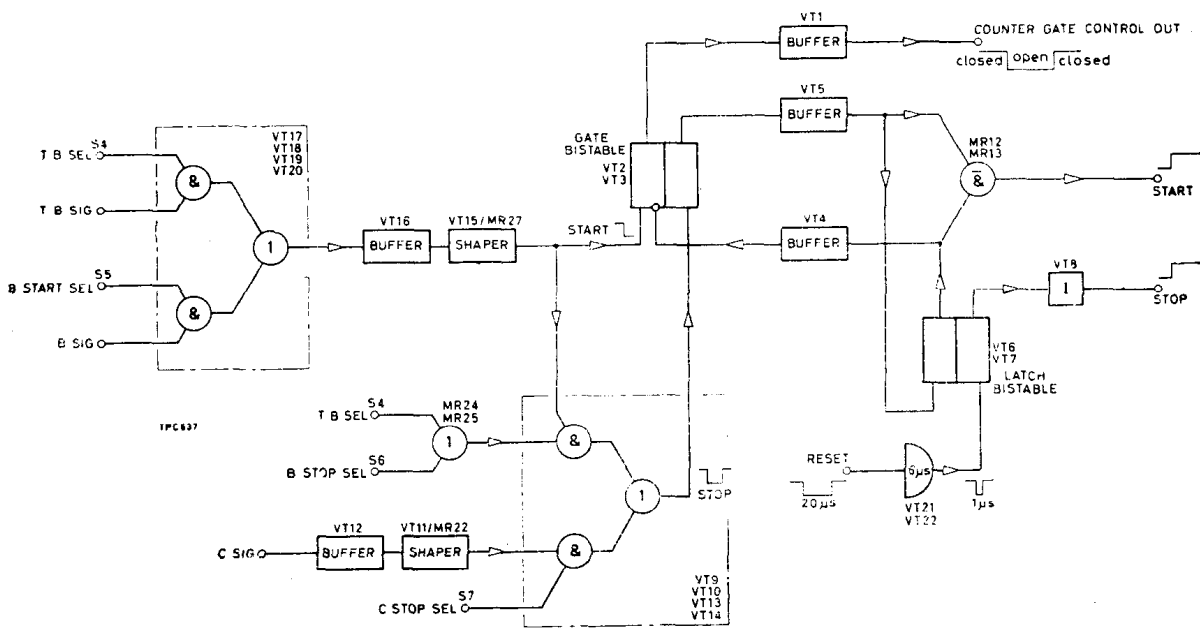


圖 8-18 主計數門控制單元 TM8432 邏輯圖

經過選擇信號 S 選擇的“起動”脈沖來自時基分頻單元或者來自 B 輸入通道。被選擇後的任一信號經過緩衝和成形(VT16和VT15/MR27)後就成為正向躍變的“起動”信號。它的一路輸出去觸發門控雙穩；另一路去打開“停止”脈沖邏輯通道上的“與”門，從而為來自時基的信號或為來自 B 通道的停止信號觸發門控雙穩開通道路。門控雙穩的被觸發而翻轉，為計數門‘開通’創造了條件。VT1把門控雙穩的輸出緩衝後，作為控制計數門的輸出。經過緩衝器VT5輸出的“起動”信號供指示單元使用。

‘停止’脈沖或者來自時基分頻單元，或者來自 B 輸入通道經過緩衝器 VT16 和脈沖成形器VT15/MR27引入，或者經過 C 通道緩衝器VT12和成形器VT11/MR22引入。這個‘停止’脈沖使‘門’雙穩復原，為計數門創造了一個關閉條件(‘1’狀態)；‘門’雙穩經過緩衝(VT5)後，輸出負向躍變脈沖，使閉鎖雙穩翻轉，並發出一個‘停止’信號供指示單元使用。與此同時，閉鎖雙穩一方面關閉了‘與非’門(MR12、MR13)；另一方面經過VT4緩衝後立刻加一禁令給‘門’雙穩的輸入側，防止門雙穩狀態的任何新變化。這個狀態一直維持到顯示完畢，復原電路輸出一個復原信號，把閉鎖雙穩復原，撤消了對門雙穩的閉鎖為止。這樣，門控系統電路又可進行下一循環的工作了。為了保證本單元可靠工作，來自復原電路的復原脈沖經過延時後，觸發閉鎖雙穩，使得閉鎖雙穩在發出復原脈沖一段很短時間內保持‘門’雙穩處於被禁止狀態。

這裡所講的‘門’雙穩(VT2、VT3)和‘閉鎖’雙穩(VT6、VT7)是用 npn 硅晶體管構成的負脈沖觸發的高速雙穩態觸發器。

起動信號和停止信號的選擇輸入門分別由VT17、VT18、VT19、VT20和VT9、VT10、