

常用无线电测量仪器修理与检定

内部资料 仅供参考

E312 型

电子计数式频率计

国营中原机械厂

编 印 说 明

一九六四年以前，我们为了开展计量工作，先后两次编写过《无线电测量仪器修理与检定》讲义，对我厂普及无线电测量仪器的修理与检定工作起了一定的作用。

通过无产阶级文化大革命，在毛主席革命路线指引下，无线电工业日益发展。在无线电测量仪器方面，不仅原有产品已有改进，而且新品种又如雨后春笋般的出现。为适应革命和生产形势的发展，为满足本厂计量人员学习基础技术知识，练好基本功，搞好产品质量整顿工作的需要，我们决定将原《无线电测量仪器修理与检定》讲义进行修改和补充，定名为《常用无线电测量仪器修理与检定》，以一种仪器编印一本资料。本资料可供具有一定无线电技术知识，从事计量工作的工人和技术人员参考。

由于我们水平低，经验不足，错误之处恳请同志们批评指正。

这次编印，不少兄弟单位给我们提供了许多宝贵的技术资料及修理与检定的实践经验，对此表示诚挚的谢意。

E312型电子计算式频率计

目 录

第一章 仪器的一般介绍	(1)
§ 1—1 概 述.....	(1)
§ 1—2 仪器的基本原理.....	(1)
§ 1—3 仪器的主要技术特性.....	(3)
第二章 仪器的修理	(36)
§ 2—1 修理用仪器.....	(36)
§ 2—2 常见故障与修理方法.....	(36)
§ 2—3 修理注意事项.....	(67)
第三章 仪器的检定	(67)
§ 3—1 检定项目和检定条件.....	(67)
§ 3—2 检定方法和程序.....	(71)
§ 3—3 检定结果的整理.....	(76)
第四章 E3121型变频器介绍	(76)
§ 4—1 E3121变频器一般介绍.....	(76)
§ 4—2 E3121变频器的修理.....	(80)
§ 4—3 E3121变频器的检定.....	(84)
附录一、E312型电子计数式频率计方框图.....	(87)
二、E312型电子计算式频率计接线图.....	(88)
三、EB5010输入单元(A)电原理图.....	(89)
四、EB3011输入单元(B、C)电原理图.....	(90)
五、ED232型石英晶体振荡器振荡部分电原理图.....	(90)

六、ED232型石英晶体振荡器恒温控制部份电原理图.....	(91)
七、EB0001稳压单元(供晶体振荡器)电源理图.....	(91)
八、EB3080控制单元电原理图.....	(92)
九、EB1120闸门指示单元电原理图.....	(93)
十、EB5030倍频单元电原理图.....	(94)
十一、EB3110时基选择单元电原理图.....	(95)
十二、EB3020分频单元电原理图.....	(96)
十三、计数器接线图.....	(97)
十四、EB5050计算单元(10MHZ)电原理图.....	(98)
十五、EB3050计数单元(1MHZ)电原理图.....	(99)
十六、EB0000稳压单元(整机)电原理图.....	(100)
十七、E3121变频器方框.....	(100)
十八、E3121变频器电原理图.....	(101)
十九、检定结果整理格式.....	(102)
一、晶体振荡器的检定记录表.....	(102)
二、“输入A”频响及灵敏度记录表.....	(103)
三、“输入B”频响及灵敏度记录表.....	(103)

第一章 仪器的一般介绍

§ 1—1 概述

E312 电子计数式频率计是一台全晶体管的电子计数式测量仪器。以适当的逻辑电路，使一整套电子计数器能在预定的标准时间内累计待测输入信号或在一待测时间内累计标准时间信号的个数来进行频率测量和时间测量。本仪器可以完成如下测量项目：

- (1) 测量频率；
- (2) 测量时间间隔（单线输入）；
- (3) 测量时间间隔（双线输入）；
- (4) 测量周期或多倍周期；
- (5) 测量两频率之比值或多倍频率之比值；
- (6) 在外部给定的起动信号及停止信号之时间间隔内累计外部输入信号的个数；
- (7) 累计输入信号的个数；
- (8) 输出不连续点的标准频率及标准时间脉冲；
- (9) 以十为系数，将输入信号分频。

被测值由本机的七位数码管上直读。数字之间有小数点自动定位，数字后有读数的单位指示，不必查表换算；又因为机内采用了逻辑控制，脉冲技术；因此消除了刻度及读数误差而大大提高了测量精度。另外在自动测量过程中，采用了自动复位（也可人工复位）；数字显示采用“记忆”与“不记忆”两种方式，并将数字信息从机后二进制编码输出插座输出，以供打印机记录。

本机有两个抽屉式的高频测量扩展单元，利用E3121型和E3122型两种变频器，可提高仪器的灵敏度并使测频范围扩展到500 MHz。

§ 1—2 仪器的主要技术特性：

一、频率测量：

范围：10 Hz—10 MHz；

误差：±晶体振荡器频率稳定度±1数字；

使用E3121变频器测量范围可扩展至110 MHz；

使用E3122变频器测量范围可扩展至510 MHz；

闸门时间：1 mS、10 mS、0.1 S、1 S、10 S。

二、脉冲时间间隔测量：（单线或双线输入）

范围：最短1 μS，最长受计数器容量限制；

误差：晶体振荡器频率稳定度±1个数字（当输入脉冲前沿小于1 μS时）；

时标：0.1 μS、1 μS、10 μS、0.1 mS、1 mS。

三、周期测量：（被测信号为正弦波形时）

范围：1 Hz—1 MHz；

误差：晶体振荡器频率稳定度± $\frac{0.3\%}{\text{倍乘率}}$ ±1个数字；

时标：0.1 μS、1 μS、10 μS、0.1 mS、1 mS。

周期倍乘：可得×1、×10、×10²、×10³、×10⁴倍周期的读数。

四、频率比测量：

范围： $f_1/f_2 = 1/1 \sim 10^7/1$ ；

误差： $\pm f_2$ 的转换误差/倍乘率 ± 1 个数字；

频率比倍乘：可得 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 10^2$ 、 $\times 10^3$ 、 $\times 10^4$ 倍频率比读数。

五、A/B—C：

范围：最小读数为1个数字，最大读数为 $10^7 - 1$ 个数字。

六、计数：

范围：最大计数容量 $10^7 - 1$ ，二相邻信号的最小时间间隔为 $0.1\mu\text{S}$ 。

七、晶体振荡器频率稳定度：

预热2小时后为 $2 \times 10^{-7}/\text{天}$ 。

八、输入端的特性：

A输入端：

- (1) 波形为正弦波，频率范围10HZ—10MHZ；
- (2) 输入灵敏度：100mV（有效值）；
- (3) 最大输入幅度：30V（有效值）（衰减30倍时）；
- (4) 备有衰减器衰减1、3、10、30倍；
- (5) 槽形表头指示输入电平（置于中间“1”处应能正常工作）。
- (6) 输入阻抗（当衰减器在“1”时） $R \geq 1\text{M}\Omega$ $C \leq 25\text{Pf}$ ；
- (7) 可输入脉冲（窄脉冲时电表不指示）。

B, C输入端：

- (1) 波形为正弦波，范围为1HZ—1MHZ
- (2) 输入灵敏度：500mV（有效值）最大输入幅度为30V（有效值）；
- (3) 备有衰减器，连续可调（通常放在最小位置）；
- (4) 输入阻抗： $R \geq 100\text{K}\Omega$ $C \leq 50\text{Pf}$
- (5) 尚可输入方波，正负脉冲，可用“+”“-”开关选择脉冲极性。

九、显示及工作方式：

- (1) 七位数字管，十进制读数；
- (2) 小数点自动定位，单位自动变换；
- (3) 可分“记忆”、“不记忆”两种情况；
- (4) 工作方式：自动复原或人工复原；

自动复原：显示时间于 $0.5\text{S} - 10\text{S}$ 连续可调；

人工复原：掀“人工复原”掀键，显示时间可为人为控制

十、外接频率标准：

频率应同本机晶体频率相同为1MHZ，波形为正弦波，输入幅度为1V~3V（有效值）。

十一、输出：（由本机后面板下方）

- (1) 输出1MHZ标准频率，输出幅度约0.5V有效值；
- (2) 输出10MHZ标准频率，输出幅度约0.5V有效值；
- (3) 输出 $1\mu\text{S}$ 、 $10\mu\text{S}$ 、 0.1mS 、 1mS 、 10mS 、 0.1S 、 1S 、 10S 、的标准

时间。

(4) 二进制编码输出：1、2、4、8制位数。

十二、连续工作时间：8小时，预热时间：1小时；

十三、供电电源：

50 ± 0.5HZ, 220V/110V ± 1.0% 交流市电；

电力消耗：整机 < 55 VA，

晶体振荡器及恒温槽 < 25 VA；

十四、体积：(440 × 216 × 400) mm³ (轮廓尺寸)；

重量：1.7 kg (不包括抽屉或附件的净重)；

十五、仪器的工作环境：

温度：-10°C—+40°C；

相对湿度：95% (+25°C时)；

大气压力：750mmHg；

§ 1—3 仪器的基本原理

一、仪器的基本测量原理：

1、测量频率时最基本的原理：

计数式频率计测量频率时基本方框图见图 1—1：

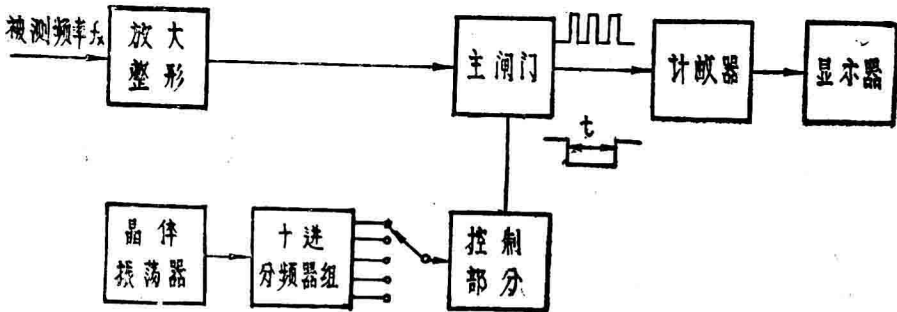


图 1—1 测量频率时的方框图

频率的测量是以在标准的时间内对被测信号进行计数而完成的。从图 1—1 可见：被测频率 f_x 先进入“放大整形”电路被放大到一定幅度后整形成一系列规则的脉冲波后再输到“主闸门”；“晶体振荡器”的信号经“分频器”变成各种不同的时基信号去触发“控制部分”产生门控信号 t 去控制“主闸门”的“开”和“关”。在开门的标准时间内， f_x 的脉冲鱼贯而入，通过“主闸门”进入“计数器”计数，最后由“显示器”直接显示出被测频率 f_x 的数值。

设“计数器”计得脉冲数为 N ，则被测频率 f_x 应为：

$$f_x = \frac{N}{t} \dots\dots\dots (1-1)$$

由式 (1—1) 可知：若 t 为 10^n (n 为整数) 如 10 秒、1 秒等，那么，“计数器”就可直读得被测频率 f_x 值 (或为其直读数的 10^n 倍)。式 (1—1) 还告诉我们：仪器测量精

度主要取决于门控脉冲 t 的精度，而 t 的精度又取决于“晶体振荡器”。

测量频率时各部分波形及其关系见图（1—2）。

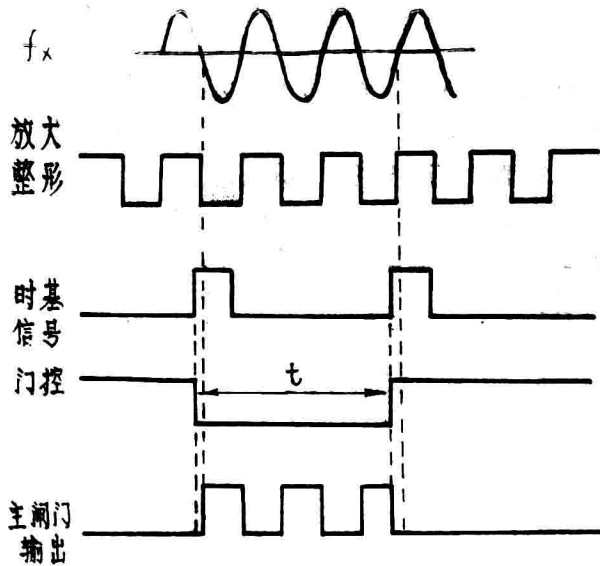


图 1—2 测量频率时的波形及各部分关系

2、测量周期时最基本的原理：

这主要是用来测量周期性的正弦波，脉冲波的周期时用的。其方框图见图 1—3。

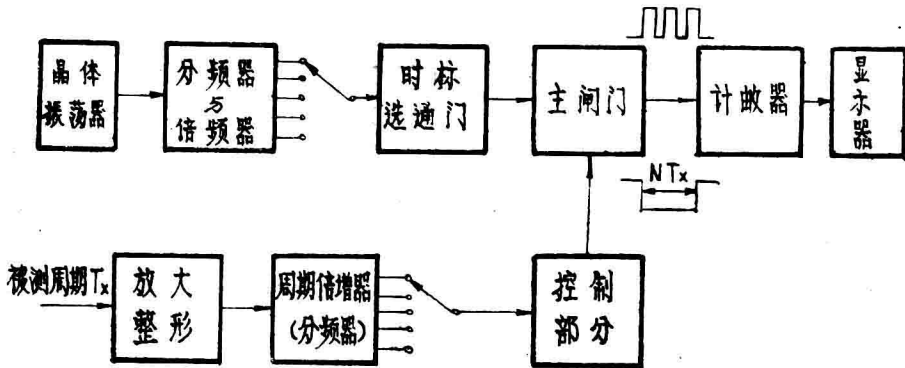


图 1—3 测量周期时的方框图

周期测量是以在被测周期内对标准频率进行计数而完成的。从图 1—3 可见：它与频率测量不同的是被测信号与标准时间换了个位置。被测信号 T_x 经“放大整形”后形成规则脉冲进入“周期倍增分频器”后再去触发“控制部分”而产生门控信号去控制“主闸门”，“晶体振荡器”信号经“分频器”（包括“倍频器”）由“时标选通门”选择输出到“主闸门”。当门控信号打开“主闸门”后，时标信号通过“主闸门”进入“计数器”计数，由“显示器”

显示出被测周期 T_x 的数值。

设“计数器”计得脉冲个数为 n ，则被测周期 T_x 应为：

$$T_x = n T_0 \quad (1 \sim 2)$$

式中 T_0 为“晶体振荡器”产生的时标。

由式 (1~2) 可知：测量周期，实际上就是测量“主闸门”的开门时间。这里，决定精度的仍是“晶体振荡器”。由于测量时采用了“周期倍增分频器”，使门控信号的时间被扩大了，因此，被测周期 T_x 就应为：

$$T_x = \frac{n T_0}{\text{周期倍增倍数}} \quad (1 \sim 3)$$

测量周期时各部分波形及其关系见图 1~4。

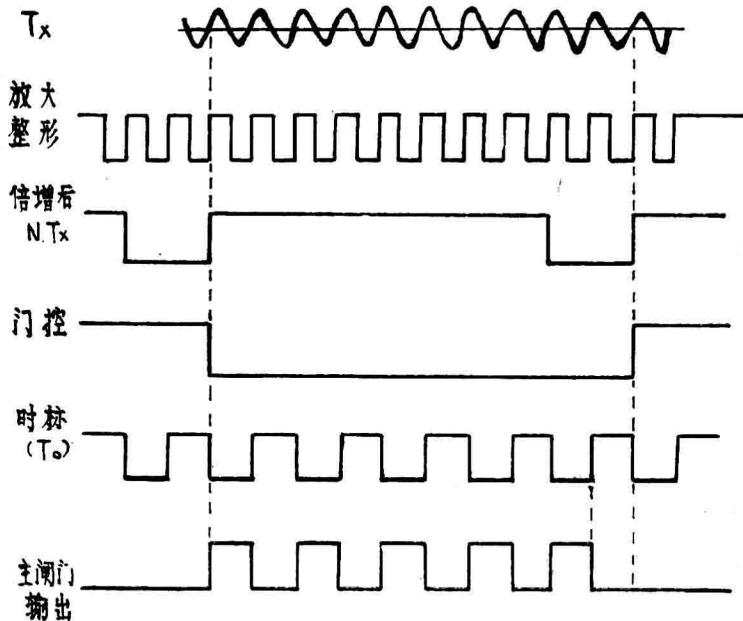


图 1~4 测量周期时各部分波形及其关系图

3、时间间隔的测量：

时间间隔的测量主要是测量非周期信号的两个相邻脉冲之间的时间间隔。当测量一个非周期信号发生器的相邻两脉冲间的时间间隔时，信号只从“B单元”输入，即所谓“单线”；当测量二个非周期信号发生器的相邻两脉冲间的时间间隔则分别输入B、C两个输入单元，亦即所谓“双线”；以此尚可测量非周期脉冲信号的宽度和空度。其测量原理方框图可见图 (1~5)：

以下分别介绍单线、双线、宽度、空度的测量原理。

单线：被测 T_x 经“B输入单元”放大整形后能触发“控制部分”，第一个脉冲的正跳变能触发“主控双稳态”翻转，以打开“主闸门”，第二个脉冲的正跳变使“主控双稳态”复原而去关闭“主闸门”。“晶体振荡器”的信号由“分频器”（或“倍频器”）的分频（或倍频），由“时标选通门”选择后在“主闸门”打开时间内通过“主闸门”进入“计数器”由“显示器”显示。门控信号的宽度就等于输入的两个被测相邻脉冲之间的时间间隔。若“计数器”

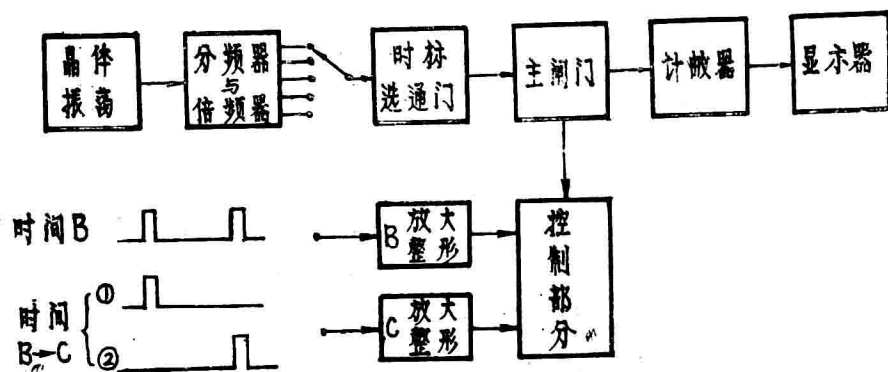


图 1~5 时间间隔测量方框图

计得晶体的时标信号 T_0 为 n 个，则 T_x 应为：

$$T_x = nT_0 \quad (1 \sim 4)$$

双线：情况类似于单线测量。被测的两个脉冲①、②分别输入 B、C 两输入单元，分别进行放大，整形后进入“控制部分”。①脉冲的正跳变触发“主控双稳态”去打开“主闸门”；②脉冲的正跳变则触发“主控双稳态”复原而去关闭“主闸门”；门控信号的宽度就是①、②脉冲之间的时间间隔。其余与单线情况相同。

宽度：被测脉冲同时输入 B、C 两单元，分别控制 B、C 两单元的“+、-”极性选择开关，使其加至“控制部分”时二个波形相反，并使 B 单元输出的正跳变去打开“主闸门”，C 单元输出的正跳变去关闭“主闸门”。这时，门控信号宽度正是被测脉冲的宽度。其余同单线测量。

空度：这里是指非周期性的二个相邻脉冲中第一个脉冲的后沿到第二个脉冲前沿之间的时间间隔。方法同宽度测量。

以上各种时间间隔测量的波形及其关系见图 1~6：

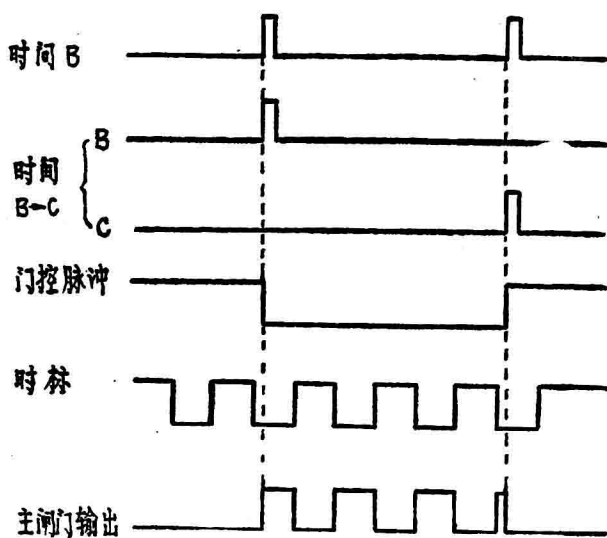


图 1~6 测量时间间隔时的各部分波形

计数：

计数时的情况同测量频率时一样。被计信号从A输入，而门控信号的产生则是由人工来控制，“计数~停止”开关以控制“控制部分”产生门控脉冲去开、关“主闸门”。

其原理方框图见图1~7。

5、自校：

自校时，将晶体振荡的信号分频，倍频后分别作为“时标”和“闸门时间”信号。其余原理见本章“测量频率时最基本原理”部分，不同处仅是将时标信号代替其中的被测信号。

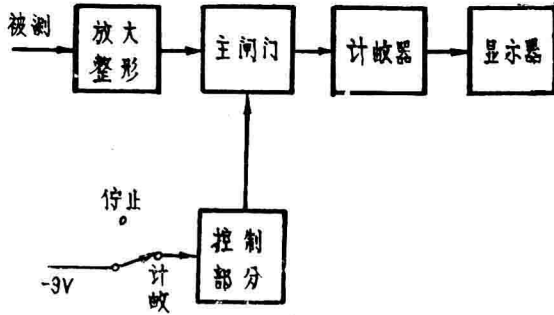


图1~7 计数测量时的方框图

二、E312整机方框图简介：

整机的组成远比上述复杂得多，其方框图见附图1、附图2、附图3。

整机方框图由“EB5010输入单元A”（以下简称“A单元”），“EB3011输入单元B”（以下简称“B单元”），“EB3011输入单元C”（以下简称“C单元”），“ED232型石英晶体振荡器”（以下简称“晶振”），“ED232型石英晶体振荡器恒温控制部分”（以下简称“温控”），“EB1120闸门指示单元”（以下简称“闸门指示单元”），“EB5030倍频单元”（以下简称“倍频器”），“EB3110时基选择单元”（以下简称“时基选择单元”），“EB3080控制单元”（以下简称“控制单元”），“EB3020分频单元”（以下简称“分频器”），“EB5050、EB3050计数单元”（以下简称“计数单元”），“EB0000整机电源”（以下简称“整机电源”），“EB0001晶体振荡器电源”（以下简称“晶振电源”）……並配合以面板控制开关、衰减器、指示电表、各个输入输出插座等组成。

现将整机在各种工作时方框之间关系进行简单介绍：

1、当“作用开关”（ KG_4 ）置于“频率A”时：

被测信号从“输入A”插孔输入，经衰减器衰减（由 KG_5 控制）输至“A单元”。经过三级射极跟随器后一方面经放大检波后由面板上槽形表头（ A_1 ）指示输入信号强度；一方面经放大~射极跟随器~放大，由脉冲形成器形成一系列规则的脉冲波，经“选通门”到“主闸门”。“晶振”的信号经“闸门指示单元”中射极跟随器后由脉冲形成器形成脉冲，再经“分频器”分频后，在“倍乘、闸门时间”开关（ KG_2 ）控制下从“时基选择单元”输出选定的“闸门时间”信号到“B单元”的“选通门”；经此並放大后去“控制单元”触发“主控双稳”产生门控信号去“A单元”控制“主闸门”。另外，门控信号同时由“闸门指示单元”放大后点燃位于面板上的“闸门”指示氖管以指示门控信号。在“主闸门”开启时间内，

被测信号脉冲经此进入“计数单元”，首先由“计数电路”对其计数，将十进制的信号编成二进制的码，再经过“记忆电路”“显示电路”，把二进制信号“翻译”回十进制的信号并由显示器显示读数。

“控制单元”内除“主控双稳”外尚有：“记忆单稳”产生“记忆指令”以控制“计数单元”中的“记忆电路”；“复原单稳”产生“复原指令”使“计数电路”部分“分频器”进行“复原”（亦称“抹迹”）；“显示时间单稳”来控制显示时间，在自动复原时由面板上“显示时间”旋钮（ R_{13} ）调节，在人工复原时由“人工复原”按钮（ $QJ1$ ）控制。

2、当“作用开关”置于“周期B”时，

被测信号由“输入B”插孔输入，经“细调衰减” R_{18} 进入“B单元”。经两级射极跟随器后放大整形成为规则的脉冲进入“时基选择单元”放大，再经“分频器”分频形成“倍乘时间”，在“倍乘、闸门时间开关”选择所需“倍乘时间”后经“时基选择单元”的“选通门”回到“B单元”的“选通门”，经此去控制“主控双稳”产生门控信号至“A单元”控制“主闸门”。“晶振”信号由“分频器”（或“倍频器”）形成“时标”并由“时标开关”（ KG_3 ）控制从“时基选择单元”中选出输出到“A单元”的“选通门”再在开门时间内经过“主闸门”去“计数单元”计数显示。

3、当“作用开关”置于“时间B”时，

此时主要用以测量非周期信号发生器的两个相邻脉冲之间的时间间隔。信号由“输入B”插孔输入，经衰减器进入“B单元”放大，形成脉冲，经“选通门”到主控双稳”形成门控信号去控制“主闸门”。时标信号由“时标开关”从“时基选择单元”选出进入“A单元”“选通门”再经“主闸门”去“计数单元”计数。

这和“周期B”不同在于：“周期B”是测量周期信号的周期，在去“控制单元”前转换成“倍乘时间”，而“时间B”是测量非周期信号中相邻二个脉冲之间的时间间隔的，被测信号由“B单元”直接去“控制单元”。

4、当“作用开关”置于“时间B→C”时，两个相邻脉冲之间的时间间隔。测时，第一路输入“B单元”去打开“主闸门”；第二路输入C单元去关闭“主闸门”。在“主闸门”开启时间时，“时标”信号经过“主闸门”进入“计数器”。

这一挡尚可测量非周期信号的脉冲宽度和空度。

极性可以由位于面板上的“+ — —”极性制开关（ k_3 、 k_4 ）进行控制。

5、当“作用开关”置于“自校”时：

“晶振”信号经“倍频器”、“分频器”由“倍乘、闸门时间”开关选择闸门时间经“时基选择单元”至“控制单元”产生门控信号去控制“主闸门”；由“时标开关”选择时标信号到“A单元”经“选通门”，“主闸门”进入“计数单元”计数。因为都采用同一“晶振”信号，故可以用来进行本机自校，以检查整机工作情况。

6、当“作用开关”置于 $\frac{A}{B}$ 时：

这实质上就是在“B单元”输入信号的一个周期内，“A单元”输入信号通过“主闸门”的个数，即称为“频率比”。这时，输入“B单元”的信号经放大整形成为脉冲后由“时基选择单元”，“分频器”形成“倍乘”时间去“控制单元”形成门控信号去控制“主

闸门”；输入“A单元”的信号经放大整形形成脉冲后经“选通门”再通过“主闸门”进入“计数单元”计数。

7、当“作用开关”置于“A/B→C”时；

这就是在输入“B单元”的信号去打开“主闸门”，输入“C单元”的信号去关闭“主闸门”。在“主闸门”开启时间内，输入“A单元”的信号通过“主闸门”的个数，由“计数单元”计数。这时计数与“倍乘闸门时间”，“时间”开关无关，小数点，单位指示灯均不工作。

8、当“作用开关”置于“计数A”时，

这时“主闸门”的开、关都由人工来控制“计数—停止”开关(k_2)来实现。在“主闸门”开启时间内，从“A单元”输入信号经过“主闸门”入“计数单元”计数。

另外，本机后面板尚有：“二进制编码输出”、“标准频率输出I”(1MC正弦波)、“标准频率输出II”(10MC正弦波)、标准时间脉冲输出I”(1mS、10mS、0.1S、1S、10S、)“标准时间脉冲输出II”(1 μ s、10 μ s、0.1ms、1ms)。

若将后面板上的“内接—外接”开关置于“外接”，本机“晶体电源”被切断而“晶振”停止工作。由“标频输入”插孔输入1MC信号代替“晶振”。

本机尚可从“A输入”信号由七级“计数单元”的“计数电路”进行十分频率(此时“作用开关”置于“计数A”，“计数—停止”开关置于“计数”以打开“主闸门”，好让欲分频信号通过。)从机后“二进制编码输出”插座输出。

本机还可以从“B单元”输入信号，利用周期倍增用的四级分频器进行十分频(此时“作用开关”置于“周期B”或“ $\frac{A}{B}$ ”挡)控制“倍乘闸门时间开关”从机后“标准时间脉冲输出I”插孔输出。

若从“标频输入”插孔输入信号，控制“时标开关”从“标准时间脉冲输出II”输出十分频后的信号。……。

电源分二大部分：

1、整机电源：

(1)+200V：供“显示电路”和“闸门指示氖管用；

(2)-1.2V：供机内十个指示灯用；

(3)-9V：供整机有关晶体管偏置电压用。有稳压，可调整；

(4)-6V：供整机有关晶体管偏置电压用。有稳压，可调整；

(5)+6V：供整机有关晶体管偏置电压用。

2、恒温槽晶体振荡器电源：

+12V稳压电源。在“外接”标频时被切断。

三、仪器各级电原理图简解：

1、EB5010输入单元(A)电原理简解：

“A单元”主要在“计数A”、“ $\frac{A}{B \rightarrow C}$ ”、“ $\frac{A}{B}$ ”、“频率A”时使用，(当然，位于“A单元”内的“选通门”，“主闸门”在作任何测试时都在工作。)主要用来将输入信号放大

整形。其线路原理（见附图3）简述如下：

被测信号由“输入A”插孔（CZ 2 8）输入，经 $R_{16}C_5$ 、 $R_{17}C_6$ 、 $R_{18}C_7$ 、 $R_{19}C_8$ 组成的衰减器并由 KG_5 开关选择其衰减量后再进入“A单元”。

BG_1 、 BG_2 、 BG_3 组成三级射极跟随器，使输入阻抗能高达 $1M\Omega/10\text{ pf}$ ，并起隔离后级负载与被测讯号源之作用。

BG_{21} 组成放大器。 BG_3 发射极输出的信号一部分由 C_{18} 、 C_{19} 电容耦合来经 BG_{21} 放大后由 BG_{22} 、 BG_{23} 组成的整流电路整流，直流信号经 R_{30} 到直流微安表（ A_1 ）指示，以指示输入信号的强度。

BG_4 、 BG_5 都是放大器，把输入信号放大到 500 mV 以上。 BG_6 是射极跟随器，将 BG_4 、 BG_5 放大器隔离开，达到缓冲作用，以利于频宽。

BG_7 、 BG_8 组成施密特电路，将被测信号形成为一系列规则的脉冲波，以利于“计数单元”的工作。施密特电路是本机极其重要的线路之一，其工作原理（见图1~8）如下：

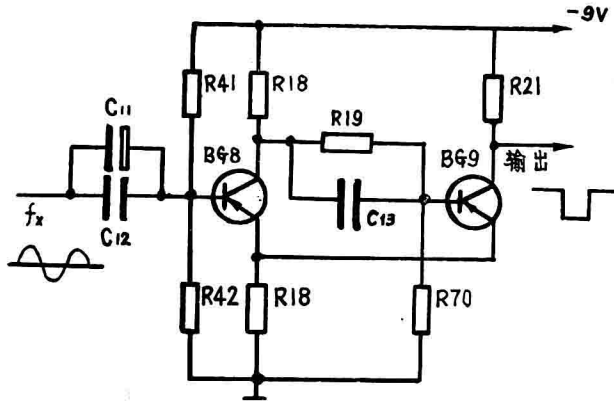


图 1 — 8 施密特电原理图

施密特电路又称为射极耦合双稳态触发器。它是对称双稳态触发器的一种变种，它是一个具有强烈正反馈的闭合回路。 BG_8 集电极的电位通过 R_{19} 、 R_{20} 分压耦合到 BG_9 的基极，而 BG_9 的发射极电压是通过两管的公共发射极电阻 R_{18} 耦合到 BG_8 发射极的。它有二个稳态：第一稳态是 BG_8 截止， BG_9 导通；第二稳态为 BG_8 导通， BG_9 截止。其对应的波形见图1~9。

当 U 入负半周时，达到了下触发电平 $-E_1$ 时， BG_8 由截止进入导通，经 R_{19} 、 R_{20} 分压耦合到 BG_9 基极，使 BG_9 由导通而进入截止。这一正反馈过程迅速地进行到使电路进入第二稳态。 U 入变化到上触发电平 $-E_2$ 时， BG_8 从导通转入截止，而 BG_9 开始导通，最后回复到第一稳态。这时从 BG_8 集电极输出一负脉冲。 U 入再向正值增加，这时只能使 BG_8 更可靠地截止，电路保持在第一稳态。之所以有上、下触发电平，是因电路从导通转入到截止过程中要退出导通时基极里积聚的截流子而造成的滞后特性。

可见本电路不管什么样的输入波形，输出总是规则的脉冲波。但输入幅度必须要超过上、下两个触发电平。因此本机内就利用它的这个特性进行整形。并在它前级设以放大器，把输入信号放大到大于两个触发电平的幅度。

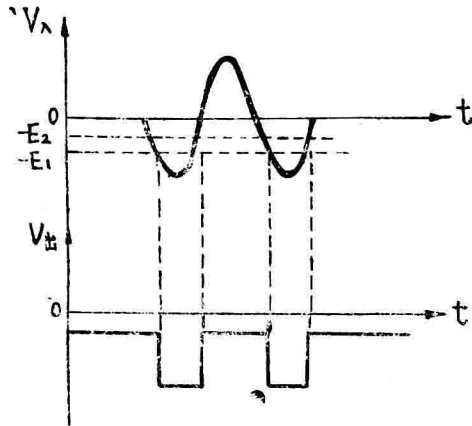


图 1 ~ 9 施密特电路的波形

C_{13} 是改善电路波形的加速电容，並用以展宽电路的工作频率。 R_{41} 、 R_{42} 是决定 BG_8 基极工作点的，对触发电平有影响。

C_{11} 与 C_{12} 是由两个容量相差悬殊的大、小电容器并联起来作为级间耦合的。因为该电路的频带是10 Hz—11 MHz的视频范围，频带较宽。按说仿佛只稍 C_{11} 这一大容量电容器就可以了。但是由于这类电容器大部分是用铝箔、介质叠卷而成的，因此，特别是在高频时，它呈现为一电感，对高频信号的衰减较大，使整个频带内电路传输特性不一致。故在 C_{11} 两端再並以 C_{12} 云母电容器，作为高频传输用。这一来就大大地改善了电路的传输特性。本机内，这一类电路应用极多，不再一一细谈了。

$BG_{10}R_{23}$ 、 $BG_{11}R_{24}$ 、 $BG_{12}R_{25}$ 组成三个变形的“负与门”，並与由 BG_{13} 、 BG_{14} 、 BG_{15} 组成的“负或门”而合为一个较完整的选通门。选通信号就是由作用开关(KG_4)控制的直流电平-9V。

“负与门”的基本电路见图1—10所示。它由二个或二个以上的输入端和一个输出端组成的电路，並只有当A、B二个输入端同时加入同负极性脉冲信号时，输出端才有相同的负极性信号输出，一般来说，其持续时间近似为A、B二个信号重合的时间。其幅度近似为二个信号中幅度最小的幅度，其波形见图1—11。因为输入，输出都为负极性，为负信号系统，故称之为负与门。反之，若输入、输出都是正极性，为正信号系统，则称之为正与门。

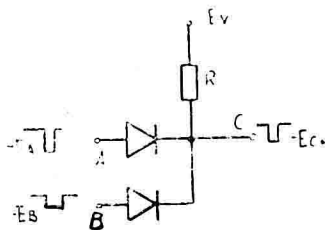


图 1 — 1 0 基本负与门电路

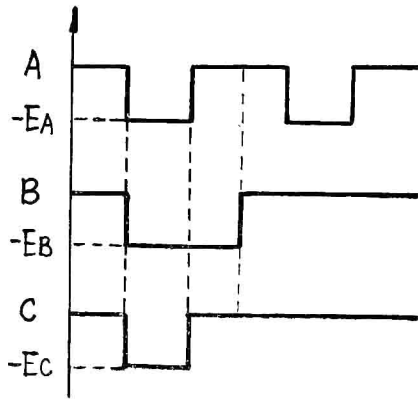


图 1——1 1 基本负与门电路的波形及其关系

上述与门也可看作是用脉冲信号来选通脉冲信号，在输出端“重现”被选通信号。然而在实际中也常遇到需要用一种稳定的直流信号来选通脉冲信号。图 1——1 2 所示之门电路就是这种电路。它与基本的负与门相比，相同点是：有两个输入端，一个输出端；输入端要

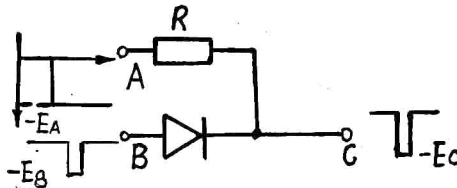


图 1——1 2 变形的负与门电路

都是负的，才有负信号输出。不同点是：A 输入端变为一个普通的电阻 R；选通信号是直流 -E。由图 1——1 3 可见：当 -E 出现在 A 输入端后，B 输入端的负脉冲才能在 C 输出端“重现”。在 $t_0 \sim t_1$ 之间时，B 端负脉冲只能使二极管截止而使输出端永远近于 0V。因此我们称这种负与门为“变形的负与门”。这种电路常用作时间选择，本机中被广泛地应用。

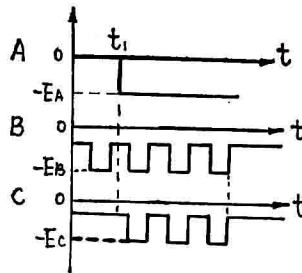


图 1——1 3 变形负与门波形关系

本机中“A 单元”内就采用了这样的“变形负与门”。（见图 1——1 4）。图 1——1 4 a 是由 R_{23} 、 BG_{10} 组成， R_{23} 远端通过“作用开关”在“计数 A”、“ $\frac{A}{B \rightarrow C}$ ”“A/B”、

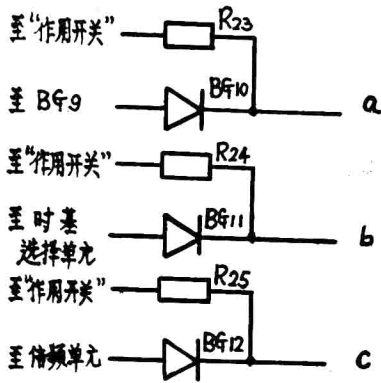


图 1—14 “A单元”中的三个变形的负与门

“频率A”四挡时与-9伏接通， BG_{10} 的正端接 BG_9 集电极；图1—14-b为 BG_{11} 、 R_{24} 组成， R_{24} 远端通过“时标开关”的 $1\mu S$ 、 $10\mu S$ 、 $0.1ms$ 、 $1ms$ 四挡与-9伏接通，而 BG_{11} 的正端接到“时基选择单元”；图1—14-c由 BG_{12} 、 R_{25} 组成， R_{25} 远端通过“时标开关”的 $0.1\mu S$ 挡-9伏接通，而 BG_{12} 的正端接到“倍频器”。而“时标开关”只有在“作用开关”于“自校”、“时间B→C”、“时间B”、“周期B”四挡时才有-9伏。

基本的负或门电路见图1—15。它由二个或二个以上的输入端和一个输出端组成的电路。

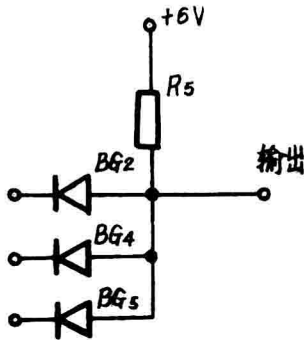


图 1—15 基本负或门电路

只要其中有一个或几个乃至全部输入端有负脉冲输入，则输出端就有一个负脉冲输出。此为负信号系统，故称之为负或门电路。反之，若为正信号系统，则称之为正或门电路。其波形