

工业用电子仪器

苏联З.Б.金兹布尔格等著

偉瑩 貝远禧 唐秉寰译

人民邮电出版社

34
苏联
业余无线电
丛书

6.1

工 业 用 电 子 儀 器

苏联 3.Б.金兹布尔格等著

偉 瑩 貝 远 禧 唐 秉 寰 譯

人 民 邮 电 出 版 社

內 容 提 要

本書介紹苏联无綫电爱好者在7、8、9届无綫电展覽会上展出的各种工業用电子仪器的一部分，例如蓄電池充电裝置，鑑定織物漂白程度的仪器，电子管湿度計，鍋爐內水垢厚度測量器，露光自动控制器，机器工作听察器等等。

書中詳細敘述了每一种电子仪器的工作原理、特点和使用方法，並告訴讀者如何具体安裝和調整。

工 業 用 电 子 仪 器

編 者：苏联 3. B. 金茲布尔格等
譯 者：偉 榮 貝远禧 唐秉賓
出版者：人 民 邮 电 出 版 社
北京东四区 6 条胡同13号
印 刷 者：人 民 邮 电 出 版 社 南 京 印 刷 厂
南京太平路戶部街15号
發 行 者：新 華 書 店

1957 年 4 月南京第一版第一次印刷 1—7,561 册

787×1092 1/32 71 頁 印張 4 $\frac{1}{2}$ 印刷字数 90,000 字 定价 (10)0.70 元

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号★

統一書号：15045·总594-无158

目

錄

电 流 电 压 積 分 器	(1)
積分器的工作原理	(3)
脈冲計數器	(9)
積分器的輸入电路	(13)
積分器的裝置法	(15)
積分器的調整	(16)
特性曲綫的描繪和儀器的校核	(17)
積分器的使用手續	(21)
电 离 气 压 表	(22)
电离气压表的电路	(23)
电离气压表的構造	(26)
真空度的測量	(29)
檢 查 电 机 繞 組 損 傷 的 电 子 脈 冲 故 障 尋 跡 器	(30)
故障尋跡器的綫路圖	(32)
电子管的工作状态与零件的数值	(35)
故障尋跡器的裝法	(39)
故障尋跡器的用法	(40)
电 車 和 无 軌 电 車 触 綫 網 絕 緣 电 阻 測 試 儀	(42)
測試儀的簡單介紹	(42)
工作原理	(43)
測試儀的綫路圖	(45)

測試儀的刻度.....	(46)
測試儀的零件.....	(49)
測試儀的裝配.....	(51)
測量的方法.....	(52)
用电調变光的平衡式光电比色計.....	(53)
用电調变光的平衡式光电比色計的作用原理.....	(57)
比色計中所用的零件.....	(62)
比色計的構造与裝置.....	(63)
比色計的調整.....	(67)
使用比色計的手續.....	(69)
露光自动控制器——晒照相用的時間替續器	(70)
露光自动控制器的工作原理.....	(71)
儀器的綫路.....	(74)
儀器的構造.....	(76)
儀器的零件.....	(77)
机器工作听察器.....	(80)
仪器作用的原理.....	(80)
構造.....	(82)
仪器的使用法.....	(84)
时滞电子繼电器.....	(85)
电子定时繼电器	(87)
电力电纜故障探測器	(88)
石油產品顏色的連續測定器.....	(91)
木材湿度測定器	(93)
自动无綫电轉播站	(95)

3A21012

接收机.....	(96)
放大器.....	(99)
接收机和放大器的整流部分.....	(100)
自动器的整流部分.....	(100)
自动器.....	(101)
时鐘开关的構造.....	(101)
自动器的工作情况.....	(103)
控制盤.....	(105)
轉播站的構造.....	(106)
零件的数据.....	(107)
探測鑛物中金屬物体的仪器.....	(109)
作用原理.....	(109)
指示器的說明.....	(110)
檢驗織物用的光控繼电器	(113)
鑑定織物漂白度的仪器	(117)
电子管湿度計.....	(119)
測量方法.....	(120)
測量裝置.....	(122)
湿度計的运用.....	(126)
鍋爐內水垢厚度的測量器	(126)
仪器的作用原理.....	(127)
綫路.....	(128)
零件与構造.....	(130)
測定零件表面加工質量的仪器.....	(132)

电流电压积分器

(別瑞察布 P·H·列斯柯夫的展品)

电流电压积分器是用来求电流和电压曲线的积分(总和),
即求下列两式的数值

$$\int_0^T I dt \quad \text{或} \quad \int_0^T U dt .$$

在最普通的情况下,这样的仪器可以用来求含有时间导数(微商)的微分方程式的积分。要进行积分,应在仪器输入端上加一个电压,这个电压在时间上的变化能反映出应求积分的微分方程式的数学关系。各种过程的电的代码,即取得反映某种过程的电压或电流,并没有特别的困难。

在个别的情况下,积分器(没有任何附加装置)能够用来求交流电路中电流和电压的平均值,而因之也就能求电压和电流曲线的波形因数,以及用来测定流经电路的电量Q,因为

$$Q = \int_0^T I dt .$$

大家知道,事实上电流和电压曲线从来不会是正弦曲线。最常见的,象供给电弧炼钢炉、熔炉和电弧焊接等等的电源,其中的电流和电压曲线,都与正弦曲线相差得很远。

一般人所熟悉的电学测量仪器——安培表,伏特表,瓦特

表，瓦时表（通称火表）——都表示电流、电压和功率的有效值，这些数值只有在电流与电压曲线为正弦时才能精确符合各该平均值。除此以外，上述各仪器读数的准确度还与电流的频率有很大的关系。所以用上述各仪器，不能精确地测量高次谐波百分数颇大的电流和电压，例如不能精确地测量在电弧焊接设备的电路中的电流。

在很多场合，电流和电压平均有效值的测量甚至在正弦曲线时都比较困难。这种情形发生在电流和电压的峰值时常变得很快的电路中，例如在负载不稳定的电动机电路中、在电焊器电路中等等。

为记录安培、伏特和瓦特而设计的记录电表，并不能很准确地在记录带上记录出所测数值的变化曲线。其原因是这些仪器的活动部分（记录臂）的固有频率总是比所测电波的频率要低得多，因此仪器的记录臂来不及跟着它变化。

虽然有时例如用同线示波器等也能精确地记录这种曲线，但却需要花费很多时间在整理工作上面，因为除了通常的摄影过程——示波器底片的显影和定影——以外，还需要进行极繁重的和精细的求所记曲线的面积的工作。

在以下列的情形下，电流电压积分器能更精确和极迅速地進行必須的測量。

其中最重要的測量是：

(1) 电流和电压平均值的测定；

(2) 电流曲线波形因数 K_f 和电压曲线波形因数 K_u 的测定。

方法是以这种仪器的读数与通常测量有效值所用仪器的读数相

比較，因为：

$$K_i = \frac{I_{\text{эф}}}{I_{\text{ср}}} , \quad K_u = \frac{U_{\text{эф}}}{U_{\text{ср}}} ;$$

(3) 求流经电路而与电流强度随时间变化的规律无关的电量，即求下式的数值：

$$Q = \int_0^T I dt ,$$

和求电压曲线的积分，即求下式数值：

$$\int_0^T U dt ;$$

(4) 当电流和电压成正弦形状时，求它们的曲线面积，即求下列数值：

$$\int_0^T I_{\text{эф}} dt \quad \text{和} \quad \int_0^T U_{\text{эф}} dt .$$

这些数值的测量，对于实用的电路具有很大的意义。

还必须指出，所有这些测量，从待测电路中所取用的功率极小，因此这种仪器可以用在电流极弱的电路中。

积分器的工作原理

本文所述的仪器是利用电容器的积分性能。

大家知道，倘在直流电路中（圖 1）接入电容量 C 的电

器，那么在它兩極板上的电压 U_c 在任何瞬間均將与电容器上的电荷量 Q 成正比，即

$$U_c = \frac{Q}{C} \quad (1)$$

在一定的电流强度 I_{nocm} 下的电量等于 这个电流与它流經時間的乘積，而在电流强度 I 变化的情况下，等于積分：

$$Q = \int_0^T I dt, \quad (2)$$

因此

$$U_c = \frac{1}{C} \int_0^T I dt \quad (3)$$

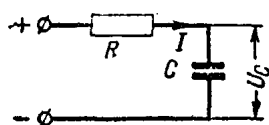


圖 1. 最簡單的積分电路

所以，在电容器上的电压是电容器电路中电流的積分。

可是，圖 1 的电容器積分特性不能加以利用，因为它極板上所產生的

的电压会破坏电路的充电状态。

要利用电容器的積分特性，必須使它極板上的电压不影响充电状态，但是又要使电容器的电流受所测电路的电流或电压的控制。采用五極管就能做到这些条件。

如果積分器照圖 2 的綫路裝置，圖中电容器 C 和五極管串接在直流电压上，那么电容器 C 極板上的电压 U_c 在一定範圍內的增加，几乎并不影响屏流值，这个电流也就是电容器 C 的充

电电流。这个結論是从考察五極管的屏極特性曲綫得到的。圖3所示就是6Ж7(6J7)*五極管的这种特性曲綫。从这些曲綫可以看出,当五極管的屏陰極間电压从某一最大值降低到50伏时,屏流强度几乎不变。

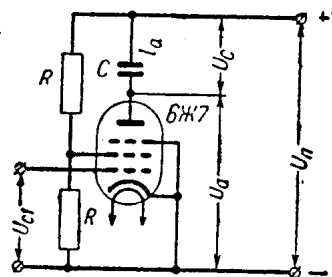


圖 2. 用五極管的簡單積分綫路圖

如圖2的綫路所示的情形,五極管屏極上的电压 U_a 等于电源电压 U_n 和电容器上电压 U_c 之間的差数,即

$$U_a = U_n - U_c。$$

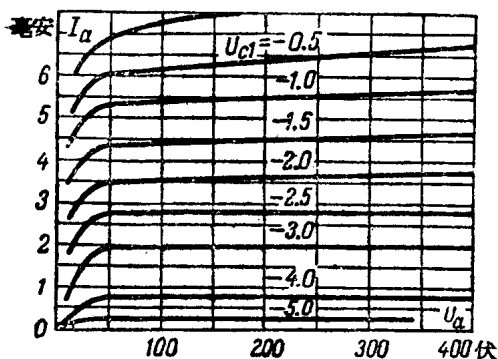


圖 3. 当 $U_{c2}=100$ 伏和 $U_{c3}=0$ 时 6Ж7 五極管的屏極特性曲綫

到50伏的範圍內变化。

五極管的屏流强度,是随控制柵極上的电压而变化的。这个关系可用屏流柵压特性曲綫來表示。6Ж7电子管的这种特性

因此当 U_n 等于200伏时,則电容器从0充电到150伏时,还不会引起其充电电流 I_a 顯著的变化,因为电子管屏極上的电压 U_a 是 U_n 和 U_c 的差数,这时在200

* 根据現在实施的真空管、电子管及离子管命名标准(ГОСТ 5461-50),此处及本書以后各处都用新的型号。个别几种管子另在括弧中註明其旧型号。

曲綫（圖4）上有很長一段是頗直的，而且因为屏流 I_a 与电子管栅極上的电压 U_{c1} 成比例，所以

$$I_a = S \cdot U_{c1}, \quad (4)$$

式中 S 是电子管的靜特性互導。

根据公式(3)并参照公式(4)，即得：

$$U_c = \frac{S}{C} \int_0^T U_{c1} dt. \quad (5)$$

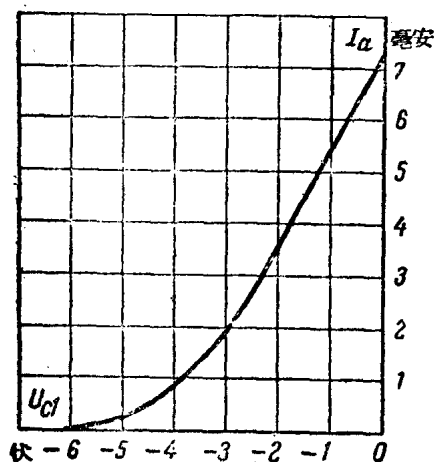


圖 4. 当 $U_a=200$ 伏和 $U=100$ 伏时的
6X7 五極管屏流栅压特性曲綫

从这个公式中就可知道，电容器上的电压 U_c 与电子管栅極上电压 U_{c1} 曲綫的积分成正比。

假若把电子管的栅極电路接在需求电压积分的电源上，那么电容器上的电压就將是这个积分的数值。并且它既不影响电容器的工作状况，也不影响被测电路的工作状况。

求电流曲綫的积分时，需要先有一种装置，使电子管控制栅極上能获得与被测电流强度成比例的电压。这可以用純电阻，或者用变流器来达到目的。

电流电压积分器綫路基本上就是这样。可是这种方式不适于实际应用，因为：

第一，电子管的栅極特性曲線不完全是一条直綫，这就会減低仪器的精确性；

第二，要使电子管正常工作，应该在它的控制栅極上加上一一定的負偏压；

第三，需要找到这样一个测量电容器上电压的方法：电容器 C 充电时测量仪器不消耗电流，并且不論积分時間多長，电容器上的电压应不超过額定数值，否則，电子管屏極上电压可能低于50伏，于是充电电流將不僅随待求积分的数值而变，而且將随电容器上的电压而变化。

合于实际应用的仪器的全部綫路圖，如圖5所示。

为了改善栅極特性曲線的直綫性，在陰極电路中接有电阻 R_3 ，以取得强力的負回授。

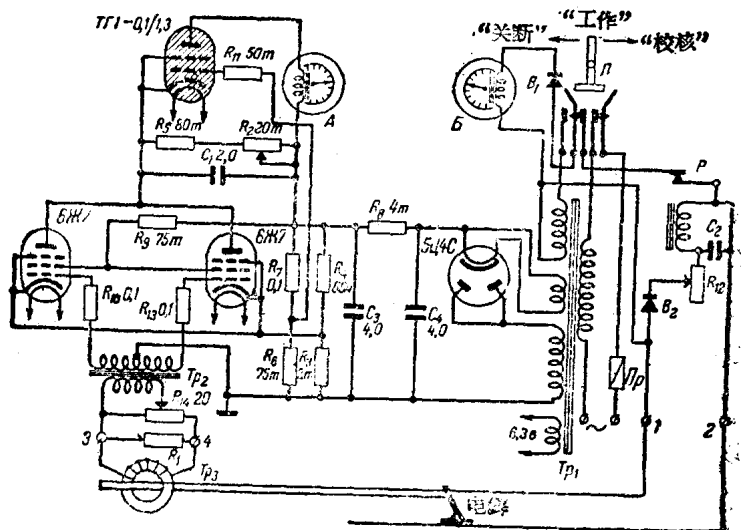


圖 5. 电流电压积分器的基本綫路圖

电子管栅极特性曲线上的工作点，处于下部弯曲处；为了这点，在这两个电子管的控制栅极上加上从 R_3 和 R_4 的分压器上取得的约6伏的负电压。

为了能积分交流电流和电压曲线的两个半周，故用两个6Ж7电子管，轮流担任每半周的工作。

因为在电子管屏路中，即使当它的栅极上有相当大的负偏压时，也有电流流过，所以虽然在电子管栅极上没有加上外來电压，也能逐渐使测量电容器 C_1 充电。这将造成积分的错误。为了消除这种错误的根源，将一个80,000欧的固定电阻 R_5 与一个20,000欧的可变电阻 R_2 串联后，再并联到测量电容器 C_1 上。这个可变电阻是积分器的调整机构之一。这个并联可变电阻，能使电容器上只有一个极小电压值，使这个数值不超过保证电容器放电电流等于6Ж7(6J7)电子管起始屏流的这个电压。

测量电容器 C_1 上电压的装置，是由ТТ1—0.1/1.3 闸流管和专门设计的电磁脉冲计数器A所构成，计数器的构造将在下面说明。

电容器 C_1 的电压加在闸流管屏极上，它的栅极接到 R_6 — R_7 分压器上，栅极与积分器底板间的电压约是86伏。

因为闸流管的阴极与电子管6Ж7的屏极相联，所以在开始的一瞬间，电容器还没有充电时，它们的屏极，因而也就是闸流管的阴极对底板间的电压，就等于电源电压，约+200伏。所以在开始时，闸流管栅极对于阴极是位于约 $+200 - 86 = 114$ 伏的负电位。

随着电容器 C_1 的充电，闸流管屏极上的电压增加起来，

而电子管屏極上电压則減低下去，于是閘流管陰極与底板間的电位差也就減小。这就是說閘流管柵極上的負柵压对屏極來講是相对地減少了。当电容器充电时，閘流管屏極以及柵極对屏極同时發生的这种电压变化，其結果是当电容器上的电压一达到某一定值时，閘流管立即起輝。

当閘流管起輝时，电容器 C_1 極迅速地經過計数器 A 的綫圈而放电，这个計数器的指針就移至标度上某一分度处。

脈冲計数器 A 記下閘流管起輝次数，从而算出电容器上电压达到精確規定数值——閘流管起輝电压的次数，这个电压乃是加在电子管控制柵極上电压曲綫总積分的某一定部分。計数器 A 刻成标度后，求積分的工作便能随便進行多久。

脈冲計数器

仪器中所用的脈冲計数器有兩個，其中一个 A 在上述綫路中用以測量电容器的电压，另一个 B 用來測量交流周期的時間。兩個計数器的構造是完全一样的。

計数器的机械部分最好用小停表（俗称馬表）的机器，因为停表有將指針退回零点的裝置，但掛表的机器也能合用。此外，它的价錢也比掛表便宜些。

坏了擺和擺軸承的表，在我們的仪器中是合用的，这样的表在鐘表店中買起來比較便宜。机器必須是有調整擺的，却不一定要有鑽石。

还要做一个脈冲計数器的电磁鉄和某些輔助零件。

圖6是电磁鉄構造的略圖，底座1用1.5—2公厘厚的軟鋼

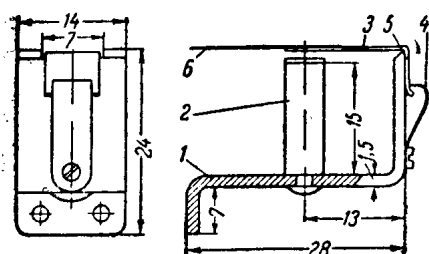


圖 6. 計數器电磁鐵的構造

条制成，心柱 2 是用長方柱形的軟鋼制成，它外面的大小，应当和《記錄》牌揚聲器的綫圈框一樣大小。唧鐵 3 是用薄鉄皮（罐頭筒上剪下的）剪成。彈簧 4 用

磷青銅薄片制成，或用退火的保安刀片制成。

裝置电磁鐵時將兩個《記錄》牌揚聲器的綫圈迭起來裝到心柱 2 上，并要裝得十分牢固。為了防止這兩個綫圈金屬襯套短路而影響电磁鐵的工作，兩綫圈之間須用襯紙隔開。兩個綫圈應串聯，它們繞綫方向必須一致，否則，當綫圈中通過電流時，心柱 2 上的磁性便很弱。裝上心柱 2 后，綫圈的繞綫方向可以這樣來試驗。把它接在 10 到 15 伏的交流電路中，然后把任何一件鉄器，例如留聲機的唱針，移近鉄心（心柱 2）。根據對唱針吸力的大小，可以判斷心柱 2 磁性的強弱。假若它所生磁力不大，應當從心柱上取下一個綫圈來，把它倒過頭來再套上去。

彈簧 4 的距離須修整得當綫圈接在 10 到 15 伏的交流電路時，唧鐵 3 能繼續不斷地振動，象蜂鳴器一樣。彈簧太弱時，唧鐵將始終吸住不動，太強時又將吸不下去。為了使唧鐵不至粘在电磁鐵的鉄心上，應當在心柱 2 的頂上粘上一張約 0.2 公厘厚的紙片。

唧鐵 3 的一端 5，應摺彎成使唧鐵和心柱 2 之間留下一個

約1公厘寬的間隙。

這樣的電磁鐵也可以採用適當大小的現成繼電器。只要將它的接觸點取下，換上較輕的腳鐵並選配一個彈簧。繼電器上繞圈的電阻不能超過500歐，因為較大的電阻會使電容器 C_1 的放電速度減低。

這個電磁鐵是這樣工作的：當每一個電流脈衝經過電磁鐵繞圈時，它的腳鐵被吸下，而當電流消失時，彈簧4又使它恢復到開始的位置。因此，腳鐵的這種吸放次數，就能由表的機器記錄出來。為了這個目的，須把繼電器的腳鐵與表機器的擺輪叉子聯結起來。為了消除腳鐵對叉子的強烈的機械作用，兩者之間可用一根直徑0.1到0.2公厘的細鋼絲傳動。鋼絲的一端鉗在電磁鐵的腳鐵上，另一端則穿入一片鉗在兩叉腳上的黃銅箔上一個小孔中。

電磁鐵與表機器的連接圖如圖7所示。在這個圖中，1表示金屬圓環，表的心柱2從左方嵌入環內。它深入圓環內部的程度，須使它的指針不碰到嵌在所述圓環邊緣的玻璃3上。板

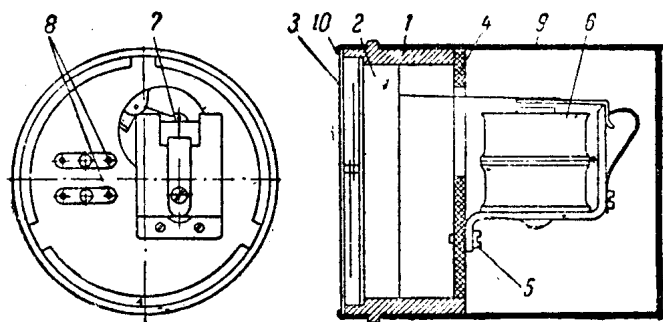


圖7. 計數器的電磁鐵部分與表機器的連接圖