

快速电子计算机磁存储器

A. A. 巴甫里柯夫

科

快速电子计算机磁存储器

A. A. 巴甫里柯夫

科学出版社

快速电子计算机磁存貯器

A. A. 巴甫里柯夫 著

李 学 詩 譯

科 学 · 出 版 社

1959

002204

А. А. ПАВЛИКОВ
БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
СЧЕТНАЯ МАШИНА
АКАДЕМИИ НАУК СССР
МАГНИТНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
Издательство Академии наук СССР
Москва 1957

2480/11

內 容 簡 介

本书詳細地介紹了苏联科学院快速电子计算机磁存貯器（磁鼓存貯器及磁带存貯器）之綫路、元件、特性、工作原理和預檢方法。书末并附有标准元件原理图及其零件表。

此书可供从事于计算机研制的科学研究人員及工程技術人員参考。亦可做为高等学校计算机专业的参考书。

快速电子计算机磁存貯器

А. А. Барыков 著
李 / 学 詩 譯

科学出版社出版（北京朝阳門大街117号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

1959年12月第一版

1959年12月第一次印刷

(京) 0001—4,500

主号：1987 字数：84,000

开本：850×1168 1/32

印张：3 5/16 插頁：1

定价：0.52元

序 言

本书系苏联科学院快速电子计算机 «БЭСМ»* 整套说明书的一部分，并根据该机磁存貯器 (M3Y) 的设计資料和运行經驗写出。

整个存貯器 M3Y 的制造过程可分成三个阶段：1) 1951 年设计和制造試驗性模型；2) 1952 年 4 月到 12 月设计和制造存貯器 M3Y，并投入运行；3) 在試运行过程中改进存貯器 M3Y。

第一阶段的工作是由工程师 K. C. 聶斯魯霍夫斯基小組的 A. C. 費道洛夫和 Л. A. 奥尔洛夫工程师們完成的；参加第二阶段工作的有 K. C. 聶斯魯霍夫斯基工程师，Л. A. 奥尔洛夫工程师，B. Ф. 彼得洛夫工程师，M. B. 洽波金工程师，A. C. 費道洛夫工程师和作者。

存貯器 M3Y 的所有制造及装配工作都是在快速电子计算机 (БЭСМ) 总設計師 C. A. 列別节夫院士直接领导下按设计方案完成的。

在 1954 年的运行过程中，由作者和 M. B. 洽波金工程师共同进行了存貯器 M3Y 的改进工作。由于簡化了綫路，电子管的数目从 1900 个減到 700 个，从而提高了綫路工作的可靠性。

本书內介绍的乃自 1954 年来一直正常运行的磁存貯器 M3Y。

在书末附录中列举了存貯器 M3Y 的标准元件綫路及其零件規格表，和本书中所引用的縮写符号的注解。

* 原书大部分专用名称均直接采用俄文縮写名称。为便于讀者閱讀方便，本譯本基本上采用中文名称与俄文名称并提，如“存貯器 M3Y”，“指令存貯部件 БЗК”等。但有时为簡便起見，在插图中或譯文中直接用俄文縮写名称，讀者可參閱书末所附縮写名称註解——譯者註。

目 录

序言	i
第一章 概論	1
§ 1. 磁存貯器的用途及其主要参数	1
§ 2. 磁存貯器的方框图	2
§ 3. 磁記錄	4
第二章 磁鼓存貯器 (МЗУБ)	10
§ 1. 磁鼓 (МБ)	10
§ 2. 磁鼓代碼輸入-輸出部件 (ВВКБ)	13
§ 3. ВВКБ 在写入和讀出时的工作	18
第三章 磁带存貯器 (МЗУЛ)	21
§ 1. 磁带和磁头	21
§ 2. 代碼在磁带上的分布	24
§ 3. 磁头的調整	25
§ 4. 磁带传动系統的起動控制	26
§ 5. 磁带代碼輸入-輸出部件 (ВВКЛ)	29
第四章 存貯器 МЗУ 的控制綫路及其工作原理	36
§ 1. 換接部件	36
§ 2. 計数器	38
§ 3. 存貯器 МЗУ 的地址寄存器	44
§ 4. 代碼的符合綫路 (СхСл)	46
§ 5. 存貯器 МЗУ 控制綫路的元件	47
第五章 存貯器 МЗУ 的工作	55
§ 1. 存貯器 МЗУ 的准备操作	55
§ 2. 訪問前的初始状态	58
§ 3. 往磁鼓上写入代碼	59
§ 4. 从磁鼓上讀出代碼	63
§ 5. 往磁带上写入代碼	65

§ 6. 从磁带上讀出代碼.....	68
§ 7. 磁带机倒轉.....	69
第六章 存貯器 M3Y 的預檢.....	71
§ 1. 检查对象.....	71
§ 2. 磁鼓的检查.....	72
§ 3. 磁带机的检查.....	74
参考文献.....	76
附录一. 存貯器 M3Y 中的标准插件綫路及其零件規格表.....	77
附录二. 縮写符号.....	97

第一章 概 論

§ 1. 磁存貯器的用途及其主要参数

磁存貯器 (M3Y) 是苏联科学院快速电子计算机 (БЭСМ) 的外存貯器。它用来增大内存貯器 (B3Y) 的存貯量和輸出計算結果。

在电子计算机 БЭСМ 中有两类存貯器-M3Y: 1) 涂有薄磁层的恆定轉速的磁鼓 (M3YБ); 2) 四部 Б-2-52A 型磁帶机 (M3YЛ), 它們在必要时才使用。

磁鼓能存 5120 个代碼 (共有五組, 每組的存貯量是 1024, 每組的存貯量相当于内存貯器 B3Y 的存貯量), 而每一条磁帶可存 25,000—30,000 个代碼。

磁鼓 (M3YБ) 的存貯量取决于磁鼓表面的尺寸和允許写入密度, 即磁鼓的存貯量有极限性。磁帶的存貯量仅与帶的长度有关, 所以增加磁帶存貯量是很容易办到的。

磁鼓存貯器和磁帶存貯器的大存貯量, 为程序設計提供了方便条件, 并且也显著的扩大了电子计算机 БЭСМ 的解题范围。

磁鼓和磁帶之間不能直接交換代碼。从磁鼓到磁帶或从磁帶到磁鼓的代碼傳送操作只能通过内存貯器 (B3Y) 进行。

在电子计算机 БЭСМ 工作过程中代碼可写到磁鼓上或磁帶上。这些代碼可能是計算結果或一定的程序, 也可能是从輸入設備来的数据。往磁鼓上写代碼 (或从磁鼓上讀出) 最好是成組地进行: 这样可减少等待代碼所耗費的时间。当磁鼓的轉速为 750 轉/分时平均等待時間需 40 毫秒 (即磁层上所需的位置轉到磁头下面的時間)。平均每秒鐘能順序地讀出 (或写入) 800 个数。

磁鼓和磁帶存貯器与电子计算机 БЭСМ 的其他部件的區別

是这些部件串行工作,即写入(或讀出)代碼是逐位連續进行的^①。

在电子计算机 БЭСМ 运算器的接收寄存器中进行代碼的变换(在往磁存貯器 M3Y 写入时需由并行变成串行,而在讀出时需由串行变成并行)。

为了便于預檢磁存貯器,在存貯器 M3Y 中設置了控制板。

在这里,大部分綫路中的元件都是电子计算机 БЭСМ 的标准插件,关于这些标准插件在 B. A. 捷敏所著的“快速电子计算机——标准元件”(苏联科学院出版社 1952 年)一书中有着詳細的論述^②。

穿孔紙帶輸入設備直接与存貯器 M3Y 相联,并利用磁帶存貯器(M3YJI)的控制綫路,它只用来往内存貯器輸入解題的程序。

这样,磁存貯器包括下列部件:

磁鼓(在結構上是个单独部件);

四部用来往磁帶上写信息的磁帶机(Б-2-52A 型);

磁鼓和磁帶的代碼輸入-輸出部件;

存貯器 M3Y 的控制部件;

穿孔紙帶輸入設備;

存貯器 M3Y 的控制板。

§ 2. 磁存貯器的方框图

在存貯器 M3Y 的方框图中有下列一些主要部件(见图 1)。

磁鼓 MB——它的表面上涂有一层很薄的磁性材料(磁漆),以便用来在电子计算机 БЭСМ 解題时保存写在磁鼓上的代碼^③。

在不断旋轉着的磁鼓表面上,置有磁头,其中每一个磁头都对应着鼓面上的一条磁道;

① 在电子计算机 БЭСМ 上所用的磁帶是 6.5 毫米的标准磁帶,一般的来說是不能并行写入的。采用并行工作时,虽然磁鼓存貯器(M3YB)与内存貯器(B3Y)間的代碼交換速度可以加快,但这样做会大量增加設備和降低工作可靠性。所以對於存貯器 M3YB 来說是不适于采用并行工作的。

② 标准插件的原理图和零件規格表見书末之附录一。

③ 鼓面的磁层按其性質来說与录音用的 C 型普通磁帶相似。

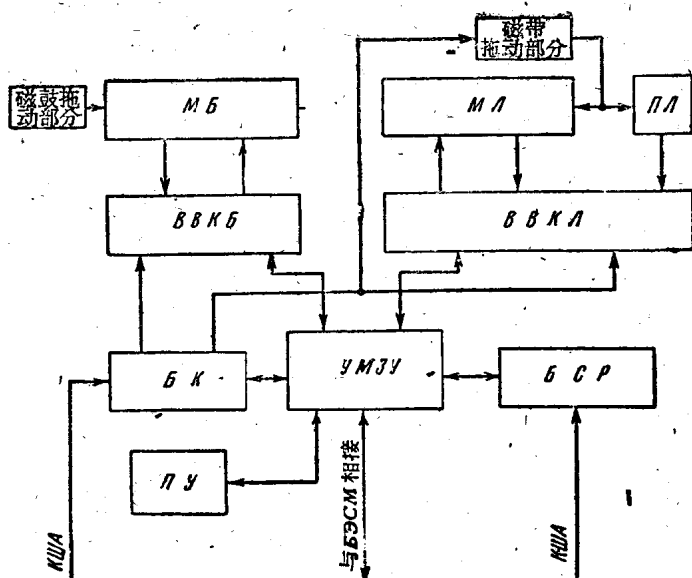


图1 磁存貯器 (M3Y) 的方框图

磁鼓的代码输入-输出部件(BBKБ)——它用来往指定的磁道上写入代码或从指定的磁道上读出代码；

磁带机 (МЛ)——当电子计算机 БЭСМ 工作时它用来保存写入的代码或者输出最终计算结果；这个设备是由几部单独的磁带机所组成，每部磁带机都有其自己的拖动部分(拖动磁带)和磁头；写-读头及洗头；

穿孔纸带输入设备(ПЛ)——它用来往电子计算机 БЭСМ 的内存貯器 БЗУ 输入原始程序；在这个设备里有纸带拖动机构和光电发送器。对于整机来说它也是一独立部件；

磁带的代码输入-输出部件及穿孔纸带的代码输出部件(BBKЛ)——它用来往指定的磁带上写入(或读出)代码，或从穿孔纸带上读出代码；

换接部件(БК)——它用来选择磁鼓上的指定磁道，或者在磁带机参与工作时选择指定的磁带机；

计数器和地址寄存器(БСР)——在访问存貯器 M3Y 时，计数

器用来数同步脉冲和记录输出及输入的代码数目，地址寄存器——在向存储器 M3V 的磁鼓或磁带送地址码时，它用来暂存地址码；

磁存储器的控制部件 (VM3V)——它直接和电子计算机 БЭСМ 的控制器相联，并且它控制着存储器 M3V 与 B3V 间的代码交换；

控制板 (ПV)——用来减轻存储器 M3V 的调整工作，当磁存储器与电子计算机 БЭСМ 分开调整时，可以利用它来对 M3V 的工作进行预检。

除了列举过的存储器 M3V 的一些部件之外，为要变换代码（写入时把并行变成串行，读出时把串行变成并行）应用了电子计算机 БЭСМ 的运算器的第二个数寄存器 (B32U) 做为移位寄存器。

§ 3. 磁 记 录

磁记录式存储器的主要优点是：用的设备少，存储量大，已写入代码的存储时间可以任意多久，并且用不着重写（再生）信号。那怕在电子计算机停止工作时它也能够保存已写入的代码，而且只有在外界作用下才会使已写入的数据清洗掉。

在写入时磁性材料在磁头间隙下面运动。实质上磁头是一个在其线圈中通有写入信号电流的电磁铁。当磁性材料以每个单元段在写头间隙下面经过时就被磁化，其磁化程度与在这一瞬间通过磁头线圈的信号电流大小有关。在磁单元段越过磁头后磁化状态仍然保持不变。这种写入方法是靠改变小段磁性材料的剩磁强度来实现的。

在读出时磁性材料也要在读出磁头间隙下面经过，读出磁头的结构与写入磁头的结构一样。直接靠近磁头间隙的磁化区域的磁通与磁头的铁心构成一封闭磁路。当磁通发生变化时在磁头内就产生一感应电势 Э.д.с.，

写入或读出二进制代码时不要求输出电压波形很准确的重复

写入信号的电压波形。只要能识别出磁性材料的两种可靠磁化状态就够了。

图2是磁性材料的磁滞回线。O点表示磁性材料的未磁化状态，而A和B两点分别表示磁通密度的正的和负的剩磁值。

在工作之前需先将磁性材料进行正饱和磁化，即O点沿曲线 OA_1A 移至A点。当有足够大的负磁场作用时，受到作用的一小段磁层的磁性状态就沿曲线 AB_1B 改变到B点。如果我们把这段磁层的正磁化看做代码“0”，把负磁化看做代码“1”，那么每段磁层都是一个具有双稳态——“0”和“1”的存储单元。很

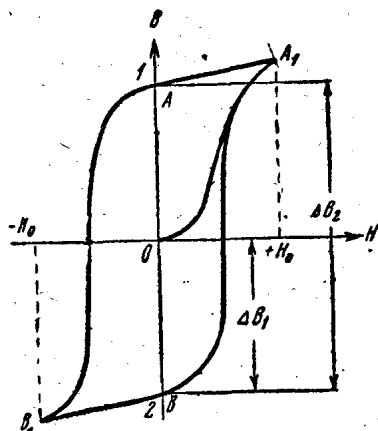


图2 磁性材料的磁滞回线

明显，只要有足够大的负磁场强度 $-H_0$ 就可以得到“1”状态，而为得到“0”状态则要求正磁场 $+H_0$ 。某一小段磁层磁化为“1”或“0”状态是与原来所处的状态无关的。

在磁层上存储数据基本上有三个过程：洗去、写入和读出。

洗去 为要重新写信息时必须把以前已写入的数据洗去，使磁性材料处于原始磁化状态。

洗去时可以将磁性材料去磁，也可以把磁性材料进行饱和磁化。用直流洗去时就可以得到饱和磁化。为此需将运动着的磁层置于强的不变磁场之中。具有强磁场的洗磁头，实际上也是一个通有直流电的电磁铁。

用交流洗去时就可以使磁性材料去磁。磁性材料的每一单元受到强的交变磁场的作用，在受到几次作用之后交变磁场强度逐渐减小到零。为了能够在很短的时间内去完磁，就要求去磁磁场的变化频率很高，但这样一来，可能会发生去磁磁场对磁性材料作用的深度不够，以致不能完全洗去以前写入的信号。

在录音技术中采用高频去磁方法可保证动态范围达到 55—60 分贝。对于计算机的存储器来说,用不着这样宽的动态范围,因此可以采用直流清洗法。

当用交变磁场去磁法来清洗已写入的高频脉冲时,交变磁场的重复频率必须比脉冲的重复频率高很多才行。但是要得到一定强度的高频磁场是有很大困难的。

当在存储器 M3V 的磁带上采用二状态写数法时,清洗是由专用洗头的间隙中所产生的不变磁场来进行的*。

在磁鼓存储器中时常需要从一串脉冲里仅洗去其中的一个。这便决定了采用由不变磁场清洗脉冲的方法(在欲洗去的地方写“0”),也就是把相位相反的清洗脉冲与已写入的脉冲相迭加起来。

磁性材料的磁饱和状态做为零状态(代码“0”),而代码“1”的写入是靠磁层单元段的反转磁化来实现的,为此需要一个与原来磁化方向相反的磁场。

清洗(在有代码“1”的地方写代码“0”)是用能使磁层恢复到原始饱和状态的脉冲来进行的。

如果一个脉冲是用另外一个脉冲来清洗,并且它们的幅度和宽度相等的話,就不能完全洗掉原来脉冲。在图 3 上划出的波形

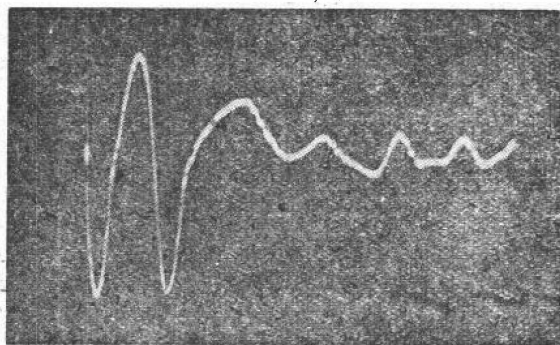


图 3 讀出脉冲的波形

曲线左面——已写入的脉冲波形;曲线右面——洗完后的剩余脉冲波形。

* 关于二状态写数法詳見:“Автоматическое управление и вычислительная техника”, Машгиз, 1958, стр. 229—231——譯者。

是讀出已写入脉冲的波形和洗完后的剩余脉冲的波形。

最大磁場強度是在写头間隙的中間，而其边缘部分就逐漸減弱(这种情况仅限于磁头与磁鼓不发生接触)。

如果在磁头間隙的中間磁場強度达到了飽和強度，那么其边缘的磁場強度就很弱，因此在一个脉冲被另外一个脉冲来清洗时，磁层磁化域的中部将被清洗脉冲磁化到飽和程度，但是这时由于边缘部分的磁場強度弱，洗过的磁化域的边缘部分的状态几乎没有什么变化。結果在磁层上出現了未被洗去的部分，这部分就相当于两个单独的，具有一定間隔的脉冲，其間隔大致等于写入脉冲的寬度。由于作用在磁化域边缘部分的磁場強度很弱，在清洗时必然要有剩余脉冲，所以用比已写入脉冲寬度大的脉冲进行清洗是合理的。这时需要使清洗脉冲的前沿超前于已写入脉冲的前沿，而后沿則滯后于已写入脉冲的后沿。

存貯器的存貯量 涂有磁层的存貯器的存貯量与涂层的几何尺寸和在磁鼓单位表面上的允許写入密度有关^①：写入密度首先与磁記錄系統的参数有关(磁头的参数，磁层的特性以及磁头和磁层之間的空气隙)。

磁存貯器的工作頻率取决于两个因素：写入密度和磁层的运动速度。

經驗証明，在采用快速接触写入方法时，会使磁头和磁层发热及磨損。因此在磁层的运动速度是4—5米/秒或再高时，鼓面与磁头間就要有一定的气隙。气隙要尽可能的小，因为气隙过大讀出訊号会削弱的很利害，同时也降低了写入密度的允許值。

照例，气隙也受着机械結構的可能性的限制(軸承的摆动，温度的变化)。

快速电子計算机 БЭСМ 上用的磁鼓是由全苏录音研究所于1952年制造出来的，其軸承的摆动是5—8微米。此外用来制造磁鼓的材料沒有考虑到温度补偿。由于这些原因磁头和磁层之間

① 写入密度系指在磁层单位长度內所能写入的最多的脉冲数目。

的空气隙调到 40—50 微米。

图 4 是以不同频率写入的且經由放大器放大的讀出訊号波形。

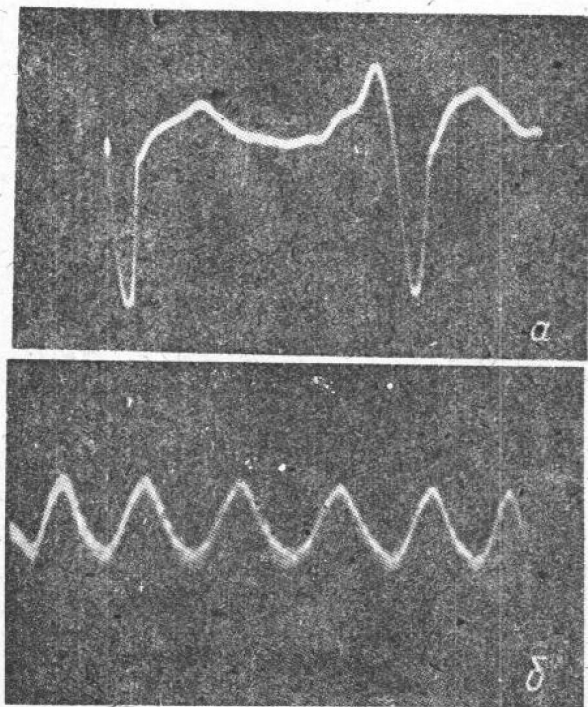


图 4 不同写入脉冲频率的讀出波形

a——当 $f=6$ 千赫； б——当 $f=33$ 千赫。

現在來說明一下是什么限制了在磁层单位长度內的脉冲最多数目。在磁层单位长度內增加写入脉冲数目会产生脉冲重迭現象。当相邻脉冲重迭时,磁层的一些部分将同时受到两个磁場的作用。磁层的磁化状态也就由强的磁場所决定。

由于磁头間隙有极限寬度,因而在讀出这种重迭脉冲时,已写入的脉冲将趋于平均化,并且在磁头內的磁通将如图 5 所示,由此可看出,時間特性的陡度減小了。因而讀出訊号的幅度也減小了。

实验证明,时间特性的重迭程度不允许大于最大值的0.2。

读出写入的脉冲时由于经过微分因而具有图6所示之波形。

一般在读出时要把脉冲削去一半,于是在放大器输出端可以得到一个整形过的单极性脉冲。

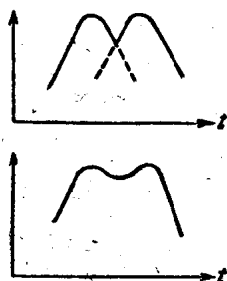


图5 写入脉冲重迭时读出脉冲的合成波形

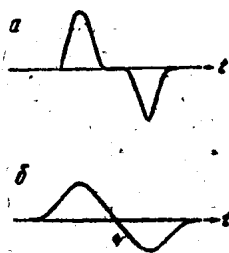


图6 磁鼓的磁头读出讯号的波形
a——低写入密度; b——高写入密度。

根据上述情况,磁鼓的写入密度选为每1毫米3个脉冲左右。

写入脉冲的必要宽度取决于磁层的运动速度、写头间隙的宽度、磁层材料的性能、磁头和磁层之间的气隙等。

用计算的方法来确定写入脉冲的宽度是十分困难的。在我们所介绍的存储器中,磁鼓的写入脉冲的宽度是靠实验求得的。最佳的宽度是7.5微秒。

当写入脉冲的宽度为5微秒或小于5微秒的时候,读出讯号的幅度就显著的减小;而在宽度大于10微秒的时候,由于写入脉冲的重迭,读出讯号的幅度也同样减小。

第二章 磁鼓存貯器 (M3YB)

§ 1. 磁 鼓 (MB)

磁鼓是磁鼓存貯器 (M3YB) 的一个主要部件,磁鼓 (见图 7) 的直径是 300 毫米,鼓长是 270 毫米,在它的表面上涂有一层很薄的磁性材料。沿着鼓面的軸綫放有两排讀-写磁头,这些磁头与磁层間的距离是 40—60 微米。磁头的磁路是閉合的,并且磁头上有两个对繞綫圈 (如图 8)。要看脉冲电流送进那一个綫圈,則靠近磁头間隙的磁层域或者被正磁化,或者被負磁化,即該磁层域变为“0”或“1”状态。

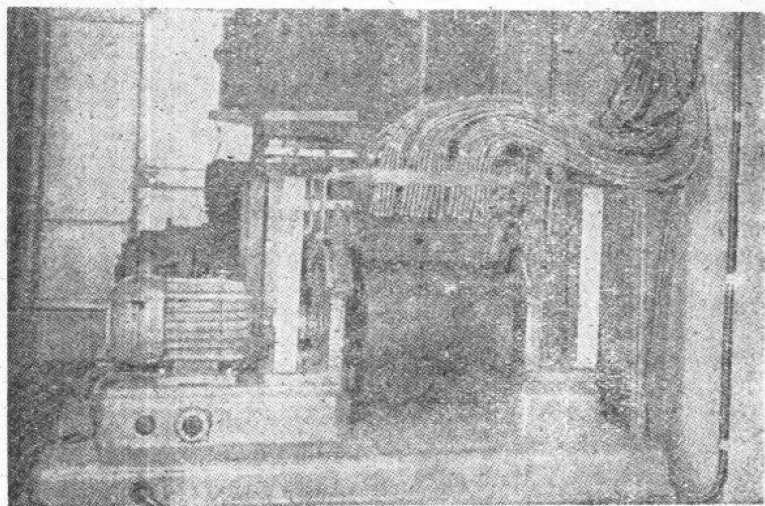


图 7 磁 鼓

从磁鼓上讀出訊号时也是用那些磁头。当磁层的磁化域从磁头下面經過时,在磁头內就产生感应电势 $\mathcal{E}_{\text{д.с.}}$ 。

$$E = k \frac{d\Phi}{dt},$$

其中 Φ ——由磁头和磁层所构成的磁路内的磁通；

k ——比例系数。

处于“1”状态的磁单元从磁头下面经过的一瞬间，在磁头线圈内就产生一个电压脉冲（见图9），它的幅度大约是几十毫伏。

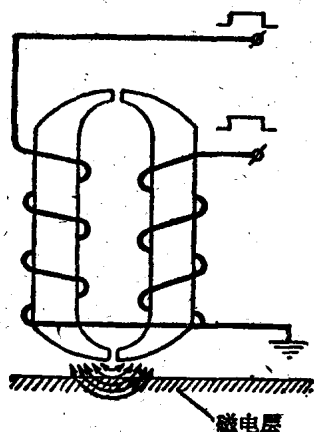


图8 写、读磁头线路

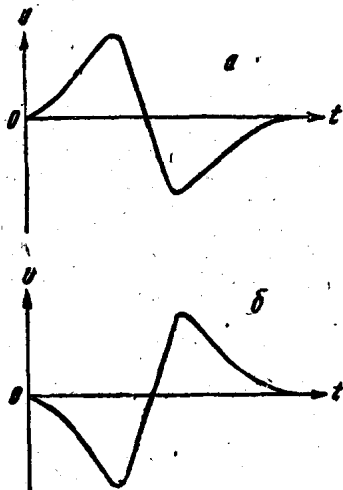


图9 磁头线圈中的读出电压波形
a——第一线圈；b——第二线圈。

磁头共有84个，其中80个是数码磁头，两个同步磁头和两个备用磁头。数码磁头分成5组，每组有16个。数码的写和读既可以在一条磁道内进行（一条道容纳64个数），又可以从一条磁道转到组内的另一条磁道上进行（一组容纳1024个数）。磁头分两排按装，每一排有42个。两排磁头是沿着磁鼓表面的轴线交错放置的，因此每一个磁头都有它自己的磁道。同步磁头中的一个是用来往磁鼓上写入磁鼓同步脉冲（СИБ）——它决定着磁鼓存储器的工作频率。另一个是往磁鼓上写起始脉冲，它决定数同步脉冲СИБ的起点。

数磁鼓同步脉冲（СИБ）就相当于计算磁鼓与起点间的角位