

ԵՐԵՎԱՆԻ ԳՐԱԳՐԱԿԱՆԱԿԱՆ ԿԵՆՏՐՈՆ  
ԵՐԵՎԱՆՍԿԻ ԲՈՒԿՄԱՆՆԵՐԻ ԿԵՆՏՐՈՆ  
ԵՐԵՎԱՆՍԿԻ ՓԻԶԻԿԵՍԿԻ ԻՆՏԻՏՈՒՏ

ЕФИ—МЭ—4(69)

*И.Е.Васинюк, А.С.Нанасян*

СИСТЕМА СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ С  
ПРОВОЛОЧНЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР  
НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ

АРУС

ԵՐԵՎԱՆ

1969

ԵՐԵՎԱՆ



Описана система, непосредственной записи информации с проволочных искровых камер на магнитную ленту, позволяющая подсоединение до 576 проволочек при частота съёма до 50 герц. Запись на 35мм ленту производится специальной магнитной головкой, считывание — стандартной многоканальной головкой.

Система может работать как в реальном масштабе времени с ЭВМ, так и в режиме накопления информации.

Помимо фотографического метода существует ряд бесфильмовых способов съёма информации с искровых камер, как, например, телевизионный, акустический и другие. В частности, для проволочных камер применяется магнитострикционный метод, съём информации на ферритовые кольца.

Ниже описывается система непосредственного съёма информации с проволочных искровых камер, в которой используется принцип запоминания номеров "пробитых" проволочек на магнитной ленте.

Принцип работы системы заключается в следующем. Проволоки от искровой камеры или системы камер подводятся к специальной магнитной записывающей головке, состоящей из магнитных, соответственно числу проволочек. При протекании тока по данной проволоке соответствующий датчик создает магнитное поле, а последнее намагничивает определенный участок магнитной ленты. Одновременно производится запись маркерной головкой, которая является составной частью записывающей головки. Запись производится сразу на несколько дорожек ленты. При этом каждой дорожке соответствует определенный канал информации; для маркерной головки выделяется отдельная до-

рожка (рис.1).

Маркерная головка размечает магнитную ленту, и, таким образом, последующее определение номера "пробитой" проволоки производится с абсолютной точностью. В принципе, можно обойтись и без разметки, используя в качестве масштаба скорость протяжки ленты, но при этом точность определения номера проволоки будет зависеть от скорости протяжки.

Запись может осуществляться как при неподвижной ленте, так и при её движении.

Записанная информация может быть считана непосредственно после её записи (считывания камер). Возможен второй режим работы системы, при котором производится только накопление информации на ленте. В этом случае магнитная лента используется в качестве буферной памяти, а считывание информации, производится по мере необходимости (например, при "переполнении" ленты, если при этом лента не меняется, то возможно считывание "на резерве").

Для считывания используется стандартная многоканальная магнитная головка.

Данная система обладает рядом преимуществ по сравнению с другими системами съёма информации о искровых камерах, наиболее существенными из которых являются:

1. Возможность накопления информации. Этим свойством не обладает ни один из перечисленных выше методов.

2. Максимальная простота. Помимо магнитных головок записи, воспроизведения и стирания и лентопротяжного механизма система должна лишь содержать усилители воспроизведения по числу дорожек, пересчетную схему и выходной регистр для связи с вычислительной машиной (рис.2).

Одновременно с этим следует отметить, что количество регистрируемых проводочек в канале (как и количество каналов) ограничивается принятой частотой работы камер и конструктивными возможностями как самой головки, так и коммуникаций между головкой и камерами. Оптимальным, по-видимому, является 128 проводок в канале и 10 каналов на 35-мм ленту при принятой частоте 50 гц и скорости ленты 2 м/сек.

#### Записывающая головка.

Главное требование к элементам (датчикам) записывающей головки - их минимальные размеры: толщина, которая при заданном количестве проводок в канале определяет длину записывающей головки вдоль движения ленты и, в конечном счете, частоту съёма информации с камеры, и ширина, определяющая при данной ширине ленты количество подсоединяемых камер (каналов).

Были изготовлены и испытаны два типа датчиков (рис.3).

Первый датчик (рис.3а) представляет собой изогнутый провод, соединенный с проволокой искровой камеры. Конструкция подобной головки была разработана Г.Г.Ландау. Им же проведены испытания, которые показали принципиальную возможность записи сигналов с искровой камеры на магнитную ленту. Головка состоит из медных проводов диаметром 0,15 мм. При воспроизведении записи на магнитофоне М83-28А со скоростью протяжки 762 мм/сек амплитуда сигналов составила около 10 мкв/а.

Достоинство головки - её предельная простота. Существенным недостатком данной головки является её недолговечность вследствие интенсивного истирания медных проводов магнитной лентой.

Применение же мелкоиризируемых прокладок или покрытий приводит к значительному ослаблению сигналов воспроизведения и, как следствие, к трудностям в построении усилителей. Другим недостатком головки является прямая пропорциональная зависимость между током записи и амплитудой э.д.с. воспроизведения при токовом питании искровой камеры. В этом случае амплитуды э.д.с. будут зависеть от числа искр в камере, что создаст дополнительные трудности при селекции сигналов.

Второй вариант датчика - катушка с магнитным сердечником (рис.3). Картина магнитного поля у торца сердечника весьма сложна, и в этой работе мы не задаемся целью полностью описать её. Однако экспериментальным путем было установлено, что магнитное поле у торца сердечника сходно с полем вблизи пары проводников со встречными токами. Продольная составляющая напряженности этого в плоскости ленты может быть описана формулой:

$$H_x = H_0 \Delta_0 \left[ \frac{\Delta}{\Delta^2 + (a+x)^2} - \frac{\Delta}{\Delta^2 + (a-x)^2} \right],$$

где  $H_0$  и  $\Delta_0$  - коэффициенты

$\Delta$  - эквивалентный зазор между торцом сердечника и лентой

$2a$  - толщине сердечника.

Э.д.с., наводимая в катушке воспроизводящей головки, в первом приближении (полагая зависимость между напряженностью намагничивающего поля и остаточной намагниченностью линейной) составит:

$$e = k \left\{ \frac{\Delta(a+vt)}{[\Delta^2 + (a+vt)^2]^2} + \frac{\Delta(a-vt)}{[\Delta^2 + (a-vt)^2]^2} \right\} \cdot v$$

где  $v$  - скорость протяжки ленты

$k$  - константа, зависящая от ширины сердечника, магнитных свойств ленты и конструкции воспроизводящей головки.

График функции приведен на рис.4.

Эквивалентный зазор  $\Delta$  составляет около 0,15 мм. Как видно из графика, форма и амплитуде сигнала в значительной мере зависят от толщины сердечника. При значениях  $a \leq \Delta$  сигналы получаются односторонними и наиболее приемлемыми, так как при этом упрощается электронная логика при их считывании. Кроме того, с уменьшением толщины сердечников уменьшаются общие габариты записывающей головки, что, как отмечалось выше, имеет первостепенное значение.

Датчик с магнитным сердечником имеет значительные преимущества по сравнению с датчиком первого типа. Он менее подвержен истиранию, и к тому же истирание не ухудшает его качества. При определенном значении ампервитков материал сердечника насыщается, и, таким образом, амплитуда считываемого сигнала практически не зависит от тока искры. При этом амплитуда сигнала примерно в 10 раз превышает амплитуду сигнала от датчика в виде петли при токе 50 ампер. Так, при воспроизведении записи, сделанной датчиком из пермаллоя размерами 0,1 x 1,5 x 12 мм, амплитуда импульса составляет 5-6 мв.

Кроме того, несимметричная форма сигналов (относительно оси  $t$ , рис.4) дает возможность делать уплотненную запись. Для этого на сердечник наматываются две обмотки, соединяемые с различными проволоками искровой камеры таким образом, чтобы магнитные потоки при записи (и, следовательно, э.д.с. при считывании)

были разнополярными. Это позволяет наполовину оократить длину головки при том же количестве передаваемой ей информации или увеличить вдвое число подводимых проводов без увеличения габаритов головки.

#### Конструкция и характеристики записывающей головки.

В качестве материала сердечника выбран листовой пермаллой марки 79 НМ толщиной 0,1 мм. При данной толщине форма импульса примерно соответствует графику  $e=f(t)$  при  $\frac{a}{\Delta} = 0,6$  (рис.4). Для обмотки выбран медный провод ПЭТВ диаметром 0,15 мм. Общая толщина датчика составляет 0,6 мм и может быть уменьшена на 20-30% за счет уменьшения диаметра провода обмотки, хотя, при этом возникают трудности технологического характера. Ширина датчика составляет 2 мм и выбрана из условия размещения 10 рядов таких датчиков на 35-мм магнитной ленте. При этом учитывалось число каналов для конкретно выполняемой задачи.

Число витков обмотки выбрано из условия насыщения сердечника током искры. Экспериментально снятая зависимость амплитуды сигнала воспроизведения от ампер-витков намагничивания показана на рис.5. Практически насыщение наступает при 400 ампер-витках. Однако для расчета было принято такое значение ампер-витков, при котором амплитуда сигнала уменьшается не более, чем на 3 дБ по сравнению с максимальной, т.е. около 200 а·в.

При общем токе камеры 50 ампер и принятом максимальном количестве искр, возникающих одновременно, равном 5, число витков

$$W = \frac{5 \cdot 200 \text{ а} \cdot \text{в}}{50 \text{ а}} = 20 \text{ витков}$$

Это число витков мы и приняли в своей конструкции, хотя и возможно его увеличение в 2-3 раза.

Экспериментально получена зависимость амплитуды сигнала от величины зазора между записывающей головкой и магнитной лентой. Из графика этой зависимости (рис.6) видно, что при зазорах 80-100 микрон, которые неизбежно будут возникать при быстрой протяжке ленты вдоль сравнительно длинной головки, амплитуда сигнала падает не больше, чем наполовину.

Маркерная головка состоит из таких же датчиков, причем их обмотки соединяются последовательно и либо подключаются к специальному генератору, сребтываемому вместе с камерами, либо включаются в общий провод питания одной из камер (заземляющий провод одного из каналов записывающей головки, рис.3).

#### Блок-схема

считывания и передачи информации.

Считывание сигналов осуществляется воспроизводящей головкой, рассчитанной на соответствующее число каналов. В качестве такой головки используется стандартная 20-канальная головка от накопителя на магнитной ленте ЭВМ "Раздан-3", при этом, как отмечалось выше, используется 10 каналов. Магнитносителем являются 35-мм магнитная лента типа 2ВГ.

На рис.7 представлена блок-схема считывания и передачи информации при двухполярной записи. Схема работает следующим образом. Сигналы с маркерной головки усиливаются и формируются формирователем Ф и поступают на пересчетную схему ПС, преобразующую натуральный код и двоичный. Если сигнал появится в каком-либо из каналов I- n воспроизводящей головки, он

усиливается соответствующим усилителем  $У$  и запускает одновибратор  $ОВ$ . Последний выполняет две функции: а) выдает импульс записи в выходной регистр после того, как просчитал соответствующий импульс с маркерной головки; б) срабатывает лишь однажды, если сигналы появляются сразу в нескольких каналах воспроизводящей головки (имеется ввиду, что эти сигналы появляются не строго одновременно вследствие механических неточностей при изготовлении записывающей головки, перекосов и пр.).

Вместе с этим один или несколько триггеров  $T_1-T_{2n}$  устанавливаются в положение "1". При этом триггеры с нечетными индексами срабатывают при положительных импульсах воспроизводящей головки, а с четными - от отрицательных. Таким образом, состояние триггеров  $T_1-T_{2n}$  показывает номера каналов, в которых сделана запись. При этом количество триггеров ( $2n$ ) превышает необходимое для передачи в двоичном коде информации о возможных комбинациях сигналов на величину  $(2 - \frac{\log 3}{\log 2})n$ , однако, такое превышение компенсируется максимальной простотой схемы.

Информация о состоянии пересчетной схемы  $КС$  и триггеров  $T_1-T_{2n}$  через клавиши  $K_{ПС}$ ,  $K_1 - K_{2n}$  задним фронтом одновибратора  $ОВ$  переводится в регистр, откуда передается далее в вычислительную машину. Через время  $T$  после записи в регистр триггеры устанавливаются в положение "0" и схема приходит в исходное состояние.

Расшифровка переданной в ВВМ информации зависит от способа соединения проводов искровых камер с записывающей головкой.

#### Применение системы в эксперименте.

Поставлена задача снимать информацию с 4 искровых камер при частоте 50 гц. Три камеры имеют по 60 + 60 проволок, четвертая

- 60 + 100.

Записывающая головка содержит 10 рядов по 64 датчика. При этом к 7 рядам подводится 7 каналов информации по 60 проволок в каждом, а канал из 100 проволок распределяется на 2 ряда: с 1 по 64 проволоку - в 8-ой ряд записывающей головки, а с 65 по 100 - в 9-й. 10-ый ряд отведен под маркерную головку.

При толщине датчика 0,6 мм эффективная длина головки составляет 38,6 мм. Соответственно время считывания при скорости 2м/сек равно 19,3 мсек. Таким образом, интервал между двумя соседними записями при частоте 50 гц составляет 1,4 мм.

Для исключения передачи ложной информации от воздействия помех при считывании камер взаимное расположение записывающей и воспроизводящей головок выбирается таким образом, чтобы во время действия высоковольтных импульсов считывание не проходило, т.е. чтобы цепь воспроизводящей головки находилась в вышеупомянутом интервале. Каналы прохождения информации при этом блокируются.

Блок-схема считывания информации представлена на рис.8. Пересчетная схема собрана на триггерах  $T_1-T_7$ . Триггеры  $T_8-T_{16}$  показывают номера каналов, на которых сделана запись, причем срабатывание триггера  $T_{16}$  означает, что запись сделана в 8-ом канале, а для определения номера проволоки к показанию пересчетной схемы следует прибавить 64 (т.е. записать единицу в старший разряд).

Сброс пересчетной схемы в "0" может осуществляться двумя способами. Если считывание производится непосредственно после записи, то цепь сброса срабатывает при запуске искровых камер. Так как во время считывания камер возможны наводки на усилителях воспроизведения  $У_1-У_{10}$ , то цепь записи в регистр (формирователь

$\Phi_2$ ) блокируется клапаном  $K_0$ , который запирается одновибратором  $OB_1$ . Задний фронт  $OB_1$  сбрасывает триггеры  $T_1-T_{16}$  в нуль.

Если производится считывание накопленной информации, то сброс ПС в "0" осуществляется следующим образом. Импульсы маркерной головки с формирователя  $\Phi_2$  поступают на пересчетную схему и схему ФИС (формирователь импульса сброса). Последняя вырабатывает импульс тогда, когда между сериями маркерных сигналов обнаружится пропуск.

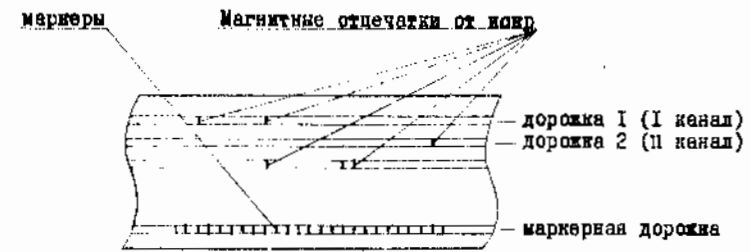


Рис. 1

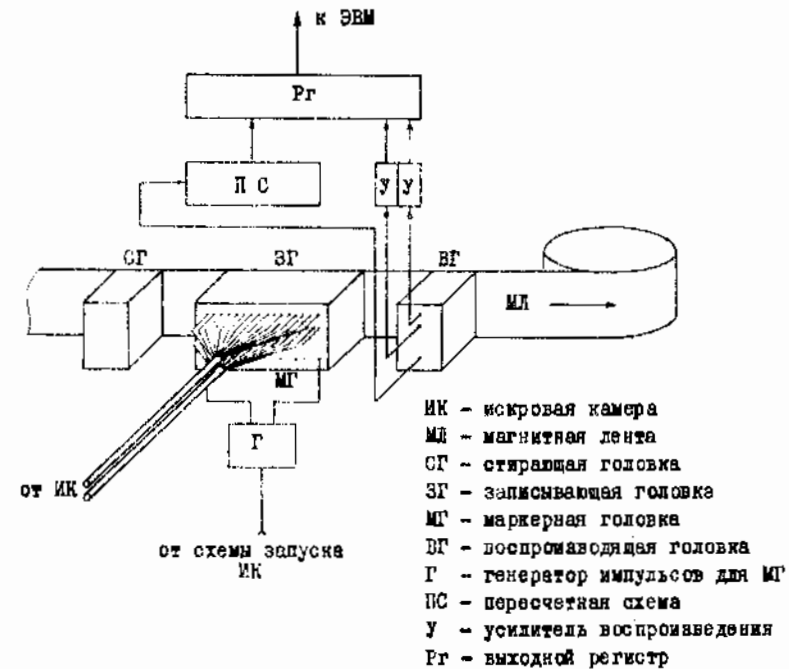


Рис.2. Блок-схема системы

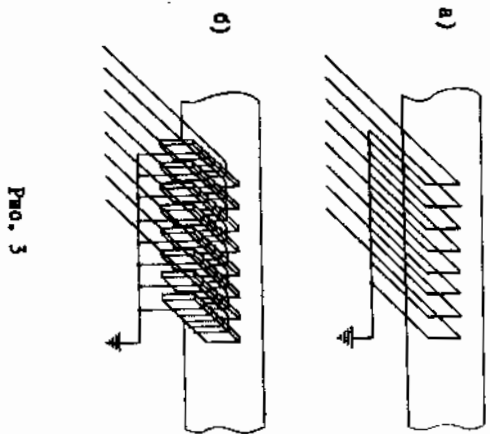


Рис. 3

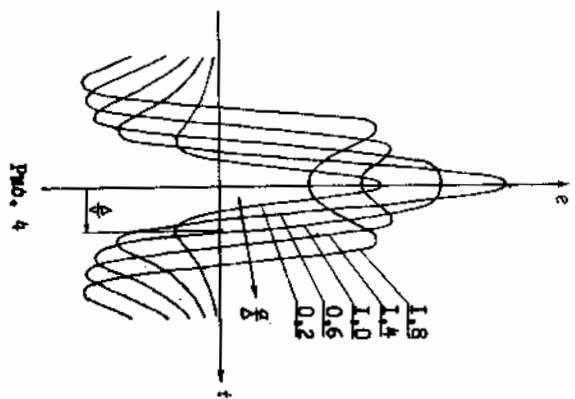


Рис. 4

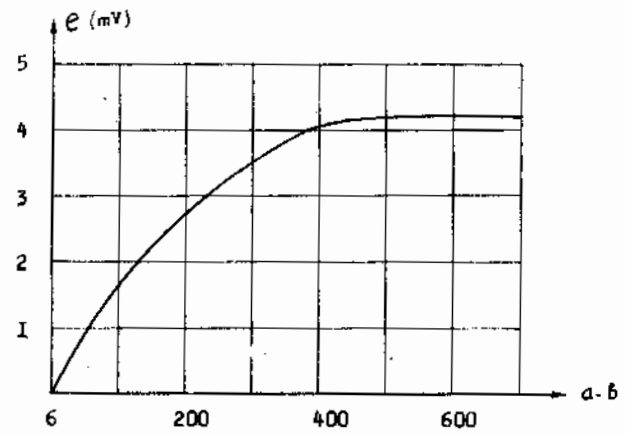


Рис. 5

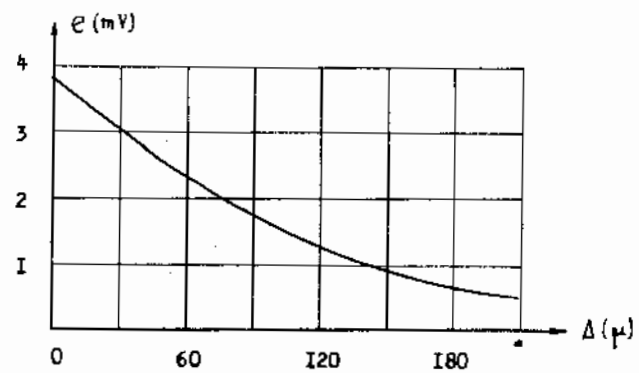


Рис. 6

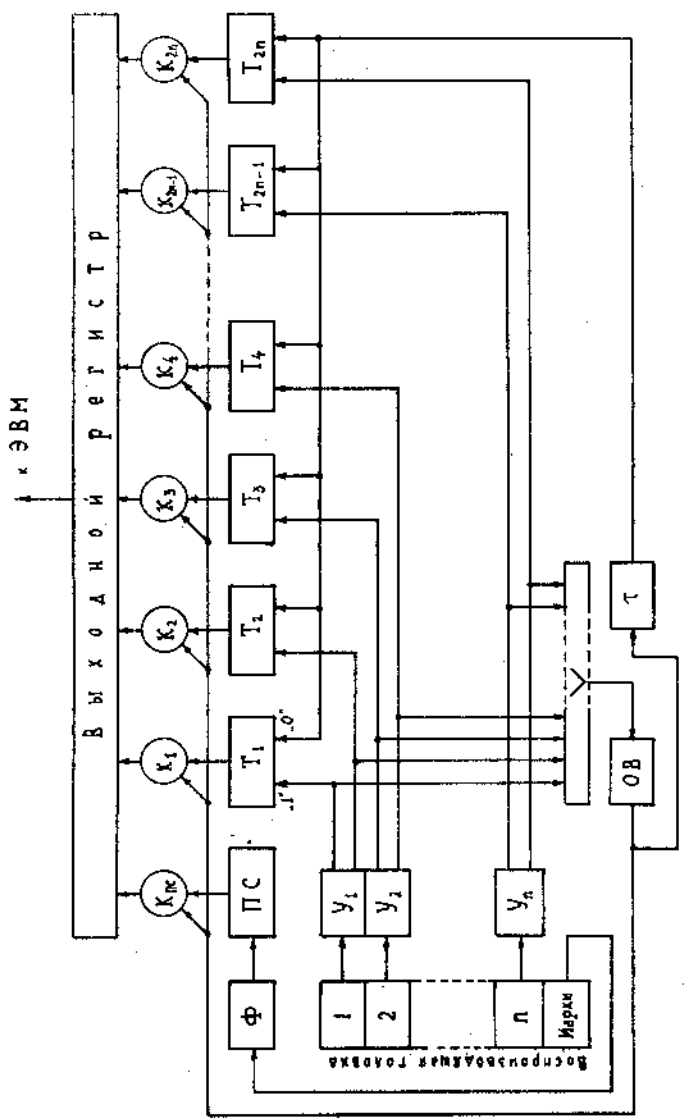


Рис. 7

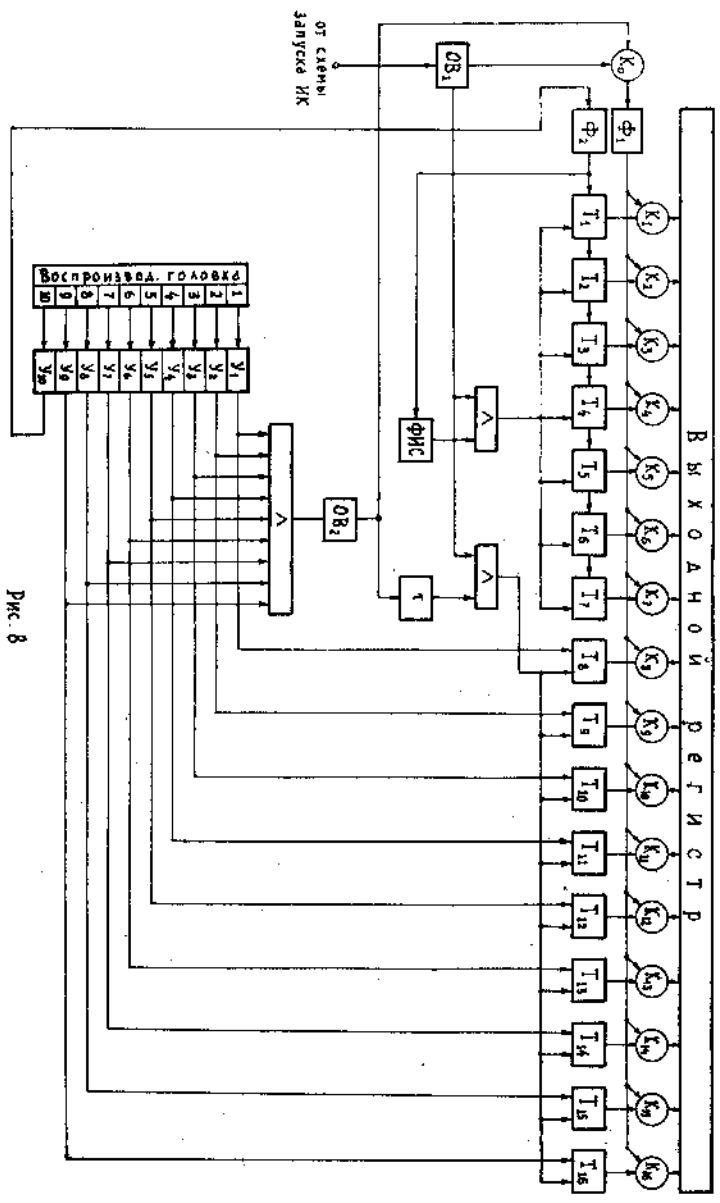


Рис. 8

ЛИТЕРАТУРА

1. E. Quercigh. Direkt recording on magnetic tape in spark chambers. CERN NG4-30 (1964), 345.
2. R. Kajikawa, K. Kikuchi, H. Kobayakawa, F. Makino, A. Mosaika and Y. Ohashi. A new method of track recording of spark chamber on magnetic thin films. Nuclear Instruments and Methods, 33(1965) N2 pp.365-366.
3. М.Г.Арутюнов, В.Г.Пагрунов, Феррография - магнитная скоростная печать. Издательство "Энергия", 1964.

Рукопись поступила 16-го июля 1969г.

Заказ 484

ВФ 03459

Тираж 150

Множительно-копировальный сектор, Ереванского  
финансового института, Ереван 36, Маршаряна 2