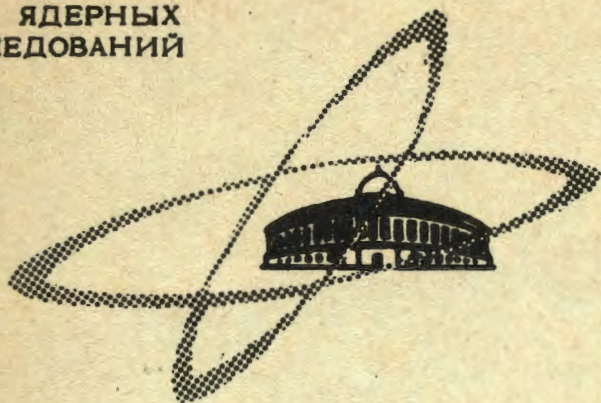


П-805

4/vii-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



10 - 3784

Ю.П.Прокофьев, А.Н.Синаев

СИСТЕМА ИЗ ДВУХ ЧЕТЫРЕХДОРОЖЕЧНЫХ
НАКОПИТЕЛЕЙ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ
ДЛЯ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ
ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

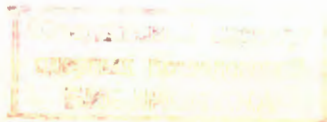
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1968

10 - 3784

Ю.П.Прокофьев, А.Н.Синаев

СИСТЕМА ИЗ ДВУХ ЧЕТЫРЕХДорожечных
накопителей на магнитной ленте
для записи и воспроизведения
дискретной информации



7315/2 мф.

Информация, получаемая во многих физических экспериментах, подлежит обработке на вычислительных машинах. Непосредственный ввод такой информации в машину в процессе ее поступления далеко не всегда бывает целесообразным или возможным. Поэтому большое значение имеет запись информации на какой-либо носитель в виде, пригодном для последующего ввода в вычислительную машину. Наиболее широкое распространение получили ленточные носители — перфолента и магнитная лента.

Перфораторы, при помощи которых производится запись на перфоленту, как правило, имеют 5–8 дорожек и работают со скоростью 20–100 строк. Следовательно, скорость записи информации составит 100–800 бит/сек. Такая скорость во многих случаях оказывается явно недостаточной. Существенное время затрачивается и на ввод информации с перфоленты в вычислительную машину.

Накопители на магнитной ленте, предназначенные для вычислительных машин, обеспечивают значительно большую скорость записи информации. Такие накопители обычно имеют 7–20 дорожек записи, скорость движения ленты порядка 1–3 м/сек и плотность записи 10–30 строк (импульсов)/мм. При этих характеристиках скорость записи составляет $(0,7-20) \cdot 10^5$ бит/сек. Накопители от вычислительных машин находят применение для записи информации с экспериментальных установок^{1,2/}. Однако выпускаемые в СССР стандартные накопители для вычислительных машин, использующие широкую магнитную ленту, пока не обладают взаимозаменяемостью, т.е. в них не предусмотрена возможность переноса ленты с накопителя, находящегося в месте проведения эксперимента, на другой, расположенный около вычислительной машины. Это во многих случаях ограничивает применение стандартных накопителей от вычислительных машин для записи информации, поступающей с экспериментальных устройств.

Значительно проще добиться взаимозаменяемости для накопителей, использующих узкую магнитную ленту (ширина 6,35 мм). На такой ленте может быть размещено до 4 дорожек. Следовательно, при скорости движения ленты ~ 1 м/сек и плотности записи информации ~ 10 строк/мм можно записать до $4 \cdot 10^4$ бит/сек. В качестве основы для таких накопителей можно использовать студийные магнитофоны. Их лентопротяжные устройства являются вполне приемлемыми. Иногда используется однорожечная запись^{/3/}, но в ряде случаев однорожечные магнитные головки заменяются на четырехдорожечные^{/4,5/}, что обеспечивает лучшие возможности при вводе информации в вычислительную машину.

Как правило, поступление регистрируемой информации от экспериментальных установок имеет случайный характер во времени, а средняя скорость поступления информации может изменяться в широких пределах. Желательно, чтобы время, затрачиваемое на запись информации, поступающей от экспериментальных установок на магнитную ленту, не вызывало значительных потерь регистрируемой информации, т.е. не требовалось бы существенного увеличения времени эксперимента. При записи информации на ленту следует стремиться к тому, чтобы плотность записи по всей длине ленты была близка к максимальной, т.е. чтобы коэффициент использования ленты был близок к единице.

При записи информации накопители могут работать или в непрерывном^{/1,4/}, или в старт-стопном^{/2,3,5/} режиме. В первом случае для обеспечения потерь информации, с одной стороны, и высокого коэффициента использования магнитной ленты, с другой, скорость движения ленты необходимо согласовывать со средней скоростью поступления информации, а также обеспечивать равномерную запись регистрируемой информации на ленту. Для равномерности поступления информации на накопитель требуется применение промежуточных запоминающих устройств разравнивающего типа. Необходимая емкость таких устройств колеблется от 4-6 ячеек при постоянной во времени средней скорости поступления информации до нескольких десятков ячеек при импульсном характере ее поступления (в каждую ячейку записывается информация от одного события).

При работе накопителей на магнитной ленте в старт-стопном режиме те участки ленты, которые проходят мимо записывающей головки во время разгона и остановки лентопротяжного механизма, обычно не используются для записи информации, а это приводит к ухудшению коэффициента использования магнитной ленты. В накопителях для вычислительных машин как время разгона, так и время торможения, составляет 10–20 мсек, а в студийных магнитофонах эти времена уже имеют порядок секунды и, следовательно, при скорости движения ленты порядка 1 м/сек потери составят около 1 м ленты при каждом цикле работы магнитофона (если считать, что средняя скорость движения ленты при разгоне и торможении примерно равна половине нормальной скорости). В тех случаях, когда для разгона и торможения лентопротяжного механизма требуется значительное время, целесообразно записывать информацию на ленту сразу большими массивами. Для получения таких массивов обычно используют промежуточные запоминающие устройства накопительного типа, информация из которых выводится на ленту после их заполнения. Чем больше емкость запоминающих устройств, тем лучше будет коэффициент использования магнитной ленты при прочих равных условиях. Запоминающее устройство может содержать несколько тысяч ячеек, каждая из которых имеет около двух десятков бит. На время вывода информации из запоминающего устройства накопительного типа регистрация поступающей информации в нем обычно прекращается. Если это нежелательно, то можно, например, поочередно подключать два запоминающих устройства.

Выбор режима работы накопителя на магнитной ленте зависит от конкретных условий и наличия той или иной аппаратуры. Максимальная скорость записи информации для обоих режимов может быть одинаковой, так как в конечном счёте она определяется плотностью записи, скоростью движения ленты и числом дорожек записи. При непрерывном режиме работы нужно иметь возможность изменять скорость движения ленты в широких пределах, а при старт-стопном режиме достаточно одной скорости. Для обоих режимов нужны промежуточные запоминающие устройства; запоминающие устройства разравнивающего типа, применяемые при непрерывном режиме работы, могут содержать значительно меньшее число ячеек, но требуют

более сложной логики работы, чем запоминающие устройства накопительного типа, применяемые при старт-стопном режиме. Однако, если исходить из соображений большего использования аппаратуры, выпускаемой промышленностью, то следует отдать предпочтение старт-стопному режиму работы, поскольку накопители для вычислительных машин и студийные магнитофоны имеют фиксированную скорость движения ленты, а в качестве промежуточных запоминающих устройств накопительного типа можно использовать накопительные устройства многоканальных анализаторов импульсов, имеющих несколько тысяч каналов^{/2/}. Например, накопительное устройство анализатора АИ-4096 имеет 4096 18-ти разрядных ячеек, т.е. более 70 тысяч бит. В отдельных случаях, когда объем информации в одном регистрируемом событии достигает десятков тысяч бит, можно обойтись и без промежуточного запоминающего устройства накопительного типа, например, при регистрации широких атмосферных ливней космических лучей^{/5,6/}.

II

Исходя из вышеизложенного, за основу системы, предназначенной для накопления на магнитной ленте информации, получаемой в физических экспериментах на синхроциклотроне, и последующего ее ввода в вычислительную машину были взяты студийные магнитофоны МЭЗ-28А, работающие с лентой шириной 6,35 мм. В магнитофонах были установлены четырехдождечные универсальные магнитные головки типа МГ-62-У4. В связи с наличием в Лаборатории многомерных анализаторов АИ-4096, которые могут выполнять роль запоминающих устройств накопительного типа, был выбран старт-стопный режим работы накопителей на магнитной ленте. В разработанной системе используется два накопителя на магнитной ленте; на один из них производится запись информации, после чего лента переносится на другой, с которого осуществляется ввод информации в вычислительную машину. Для удобства схемы обоих накопителей выполнены одинаковыми, так что каждый из них может производить как запись, так и воспроизведение информации.

Используется магнитная лента типа 2. Скорость движения ленты как при записи, так и при воспроизведении составляет 76 см/сек; плотность записи - около 10 строк/мм. Запись осуществляется однополярными им-

пульсами на предварительно намагниченную ленту. На рис.1а показано принятое расположение информации на магнитной ленте. На три дорожки ленты, называемые кодовыми, подается информация в двоичном коде, а на четвертую, называемую синхродорожкой, - синхроимпульсы. При наличии кодовых импульсов они записываются одновременно с синхроимпульсами (на рисунке кодовые импульсы не показаны). Записываемый массив информации состоит из некоторого количества чисел (слов), каждое из которых содержит определенное количество разрядов (бит). Количество чисел в массиве и количество разрядов в числе следует согласовывать с характеристиками используемой вычислительной машины.

Запись числа начинается со старших разрядов. Разряды числа записываются на кодовые дорожки последовательно. На кодовые дорожки записываются также служебные сигналы. Их запись осуществляется путем подачи одного или нескольких импульсов одновременно на все три кодовые дорожки при отсутствии импульсов, подаваемых на синхродорожку. Перед началом записи информации на накопительное устройство подается сигнал "пуск", после чего лента начинает перемещаться. Через 2 сек, необходимые для установления номинальной скорости движения ленты, на синхродорожку предварительно заносится несколько импульсов, которые при воспроизведении информации устанавливают электронные блоки системы в начальное состояние. Затем подается служебный сигнал "начало массива" (два подаваемых подряд импульса на кодовые дорожки), и начинается передача информации. После передачи каждого числа записывается служебный сигнал "конец числа" (один импульс на кодовых дорожках). После передачи всего массива записывается служебный сигнал "конец массива" (три импульса на кодовых дорожках), и движение ленты прекращается.

Для воспроизведения информации, записанной на магнитной ленте, эта лента должна быть перемотана, т.е. возвращена в первоначальное состояние.

Блок-схема накопителя на магнитной ленте изображена на рис.2. Накопитель имеет три магнитных головки - стирающую, записывающую и воспроизводящую. При записи информации через стирающую головку пропускается постоянный ток величиной около 30 ма, намагничивающий лен-

ту до состояния насыщения. На вход блока записи должны подаваться отрицательные импульсы с амплитудой 3-12 в и длительностью не менее 0,5 мксек. Эти импульсы поступают на усилители записи, которые формируют импульсы тока величиной 6-8 ма и длительностью 40-60 мксек, протекающего через соответствующую обмотку записывающей головки. Амплитуда и длительность тока записи выбрана так, чтобы лента под его действием перемагничивалась до состояния насыщения, т.е. чтобы сигнал считывания был близок к максимальному, а его длительность - близкой к минимально возможной при этих условиях. Принципиальная схема усилителя записи приведена на рис.3а.

Импульсы с воспроизводящей головки, имеющие амплитуду порядка 1-2,5 мв, поступают на усилители блока воспроизведения с коэффициентом усиления около 5.000 при полосе пропускания 100 кгц. Затем усиленные импульсы формируются триггерами Шмитта. Принципиальная схема усилителя и триггера Шмитта приведена на рис.3б. Сформированные импульсы имеют длительность порядка 50-100 мксек. Однако по ряду причин они имеют разброс момента возникновения и длительности в зависимости от дорожки и времени. Так, разброс момента возникновения в зависимости от дорожки может составлять 15-20 мксек. Для ликвидации этого разброса в блоке воспроизведения имеется схема выравнивания, состоящая из схемы "или" 1, одновибратора задержки 1, формирователя 1 и схем пропускания А+Г. Импульс, возникающий при срабатывании любого из триггеров Шмитта, проходит через схему "или" и запускает одновибратор задержки, дающий импульс длительностью 30 мксек. Импульс, формируемый в момент спада импульса одновибратора, т.е. с задержкой, превышающей величину разброса в срабатывании триггеров Шмитта, проходит через те схемы пропускания А+Г, которые открыты импульсами с соответствующих триггеров Шмитта. Таким образом, импульсы на выходе схем пропускания означают запись единицы на соответствующей дорожке; эти импульсы появляются одновременно. В системе предусмотрена возможность подачи на вычислительную машину как импульсов, так и потенциалов с каждой из четырех дорожек. Отрицательные импульсы длительностью около 1 мксек и амплитудой около 8 в формируются бло-

кинг-генераторами А+Г. Потенциалы длительностью около 50 мксек и амплитудой около 12 в (от -12 в до 0в) получаются при помощи одновибраторов А+Г. Следует отметить, что если вычислительной машине для приема информации с кодовых дорожек требуются потенциалы, то схема выравнивания не является необходимой.

Импульсы с выхода схем пропускания А+Г поступают также на блок формирования служебных импульсов. При наличии импульсов на всех трех кодовых дорожках срабатывает схема тройных совпадений и запускается одновибратор задержки 2, дающий импульс длительностью 10 мксек. Спад этого импульса формируется и подается на схему пропускания 4. На запрещающий вход схемы пропускания подается импульс с одновибратора 3, который запускается импульсами с синхродорожки и дает импульс длительностью 50 мксек. Следовательно, импульсы на выходе схемы пропускания 4 возникают при наличии импульсов на всех трех кодовых дорожках и в отсутствие импульса на синхродорожке. Эти импульсы поступают на вход счетной схемы, состоящей из двух триггеров-Т_А и Т_Б. В нулевое состояние эта схема сбрасывается каждым синхроимпульсом. Выходы счетной схемы связаны с дешифратором. При поступлении на счетную схему одного, двух или трех импульсов разрешающий потенциал с дешифратора подается соответственно на схему пропускания 1,2 или 3. На второй вход этих схем пропускания подается импульс с формирователя 3, формирующего импульс во время спада импульса одновибратора задержки 4, который запускается импульсами со схемы пропускания 4. Таким образом, при подаче на счетную схему одного импульса возникает импульс на выходе схемы пропускания 1, который означает "конец числа". Если сразу после этого на счетную схему придет второй импульс, то возникает импульс на выходе схемы пропускания 2, который означает "начало массива". При приходе на счетную схему третьего импульса возникает импульс на выходе схемы пропускания 3, что означает "конец массива". Расположение этих импульсов во времени приведено на рис.16. Необходимо иметь в виду, что импульс "конец числа" возникает также и перед появлением импульсов "начало массива" и "конец числа", а импульс "начало массива" возникает перед появлением импульса "конец массива". Эти лишние импульсы

сы не должны нарушать режим работы вычислительной машины по приему информации. Сформированные соответственно блокинг-генераторами 1,2 и 3 служебные импульсы имеют отрицательную полярность, длительность около 1 мксек и амплитуду около 8 в.

При передаче массива информации на вычислительную машину импульсы "конец числа" поступают многократно. Потеря хотя бы одного из таких импульсов или возникновение лишнего приведет к тому, что на машине будет записано неверное количество чисел (информация в следующих после искажения числах будет записана правильно). Чтобы уменьшить вероятность таких случаев, в системе предусмотрен блок коррекции количества чисел. Принцип его действия основан на том, что каждому числу соответствует определенное количество синхроимпульсов, а именно в 3 раза меньшее, чем количество разрядов в числе. Двоичная счетная схема блока коррекции, состоящая из триггеров $T_1 + T_4$, осуществляет счет количества синхроимпульсов, которые подаются на нее с задержкой, равной длительности импульса одновибратора 3, т.е. 50 мксек. Изображенная на рис.2 схема коррекции соответствует тому случаю, когда число содержит 36 разрядов, т.е. ему соответствует 12 синхроимпульсов. После поступления 12-го синхроимпульса возникает импульс на выходе схемы совпадений, который поступает на схему "или" 2. На эту же схему подается и импульс "конец числа" со схемы пропускания 1 блока формирования служебных импульсов. Если при воспроизведении с ленты синхроимпульсов и служебных импульсов не произошло искажений (т.е. не было потери импульсов и появления ложных), то оба импульса на схему "или" 2 приходят почти одновременно. С выхода этой схемы импульс поступает на схему пропускания 5, которая открыта, когда на счетную схему пришло 8-12 импульсов. Скорректированный импульс "конец числа" формируется блокинг-генератором 1 и подается на вычислительную машину. Импульс с выхода схемы "или" 2 с задержкой 10 мксек, даваемой одновибратором задержки 5, сбрасывает счетную схему в нулевое состояние. Таким образом, потеря импульса "конец числа" корректируется при помощи 12-ого синхроимпульса, а при потере одного или нескольких синхроимпульсов все операции в схеме коррекции осуществляются импульсом "конец числа". Из рассмотрения схемы видно, что она также осуществляет коррекцию

количества чисел и в большинстве случаев возникновения ложных импульсов "конец числа" или синхроимпульсов (при этом может искажаться информация в одном числе).

Описанная система из двух четырехдорожечных накопителей на магнитной ленте используется для записи информации с накопительных систем анализаторов АИ-4096 /7/ и последующего ввода ее в вычислительную машину Минск-2 /8/. Имеется возможность и обратного ввода информации в накопительное устройство анализатора АИ-4096 /7/. На рис.4 показана блок-схема системы, состоящей из двух накопителей на магнитной ленте. Искажения информации в системе при передаче ее из накопительных устройств в вычислительную машину Минск-2 при правильной работе не превышают десятой доли процента.

Авторы благодарят Б.А.Безрукова и А.Т.Василенко за участие на отдельных этапах работы, Г.П.Жукова за полезные консультации, И.М.Василевского и В.В.Вишнякова за интерес и внимание к работе, а также Г.П.Зорина, Л.А.Фадеева и И.В.Цымбулова за монтаж системы.

Л и т е р а т у р а

1. Г.П.Жуков, Г.И.Забиякин, В.Д.Шибяев. Многодорожечная запись на магнитной ленте для амплитудно-временного анализа. ПТЭ, 1963г., №6, 66.
2. С.С.Курочкин, А.Ф.Белов, А.Г.Митюгов, В.Н.Саличко. Многомерные анализаторы с промежуточным запоминанием информации на магнитной ленте. Труды VI конференции по ядерной радиоэлектронике, т.3, ч. II, стр.86, Атомиздат, 1965г.
3. М.П.Соколов. Выводные узлы универсального запоминающего устройства. Труды V Научно-технической конференции по ядерной радиоэлектронике, т.4, стр.125, Госатомиздат, 1963г.
4. А.Б.Екатов, В.Е.Ивченко, Л.А.Маталин, И.В.Мешков, В.И.Смирнов, В.Л.Чернухин. Многомерный анализатор с предварительной обработкой информации и памятью комбинированного типа. ПТЭ, 1965, №4, 94.
5. С.И.Никольский, Б.В.Субботин, Е.И.Тукиш, В.И.Яковлев. Запись на узкую магнитную ленту информации от многих датчиков для последующей обработки на вычислительных машинах. ПТЭ, 1967г., №1, 81.

6. В.В.Гаврилов, А.В.Куценко, Ю.В.Ступин, Б.В.Субботин. Ввод информации физического эксперимента в машину М-20 с узкой магнитной ленты. ПТЭ, 1967г., №1, 85.
7. Ю.П.Прокофьев, А.Н.Синаев, Н.А.Чистов. Система двухсторонней связи анализатора АИ-4096 с четырехдорожечным накопителем на магнитной ленте. Препринт ОИЯИ 10-3795, Дубна 1968г.
8. С.В.Кадыкова, Ю.П.Прокофьев, А.Н.Синаев. Устройство ввода информации с четырехдорожечного накопителя на магнитной ленте в вычислительную машину Минск-2. Препринт ОИЯИ 10-3796, Дубна 1968г.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 апреля 1968 года.

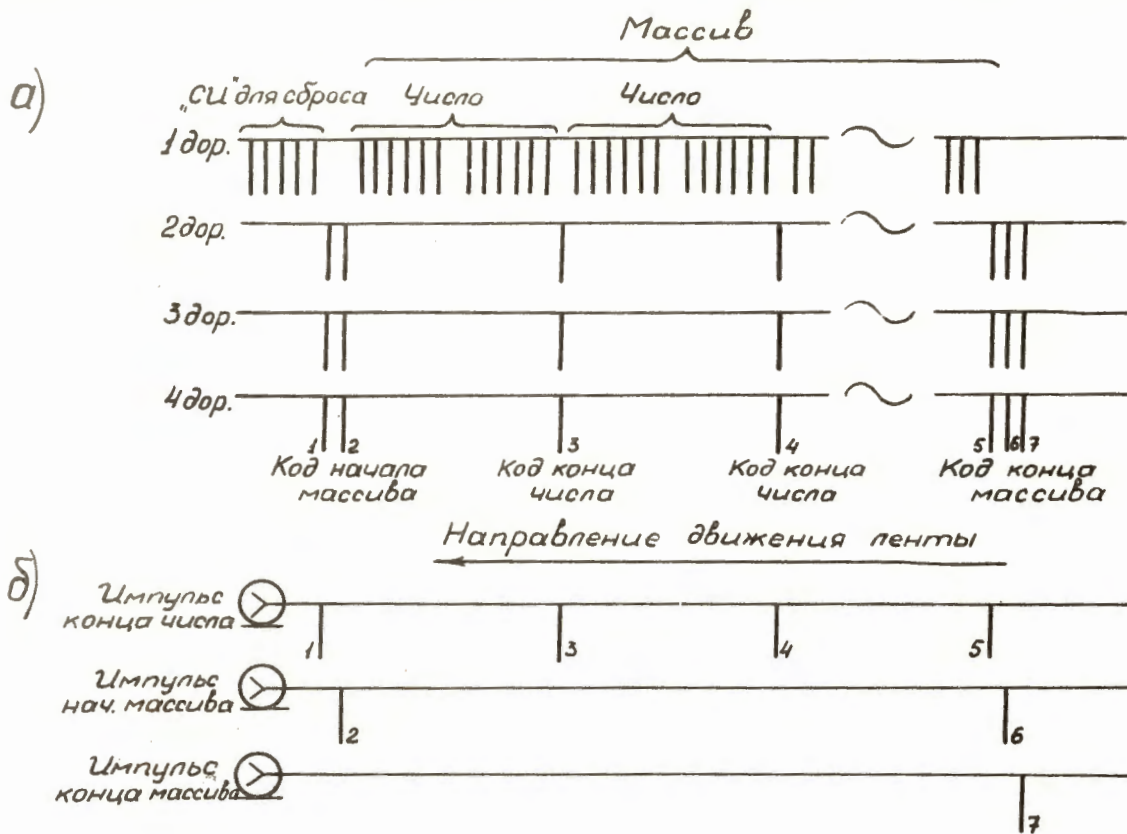


Рис.1. а) Расположение информации на магнитной ленте. б) Расположение во времени служебных сигналов.

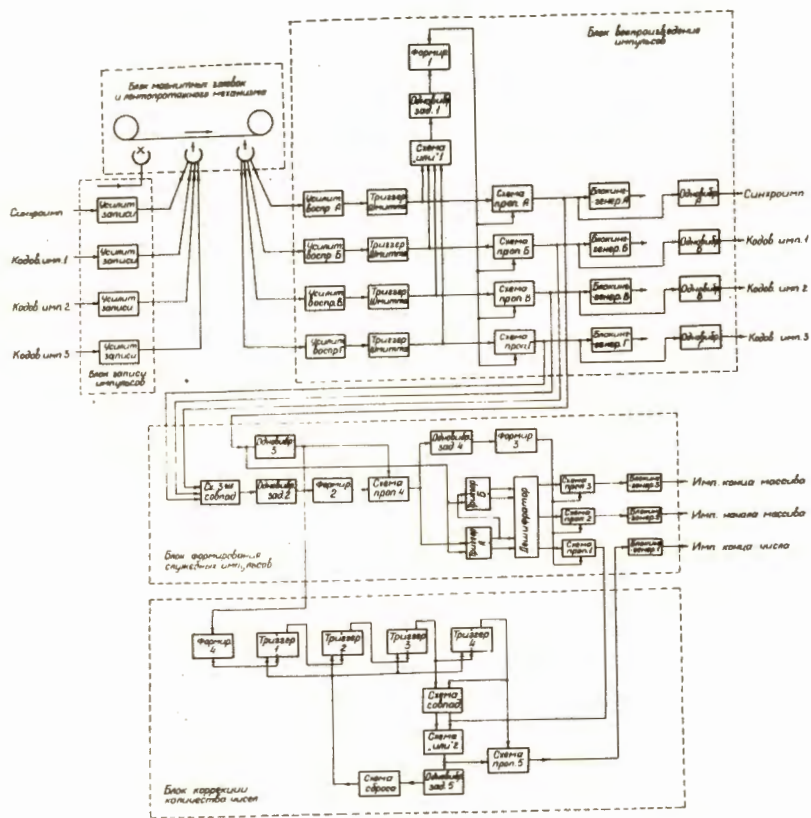


Рис.2. Блок-схема накопителя на магнитной ленте.

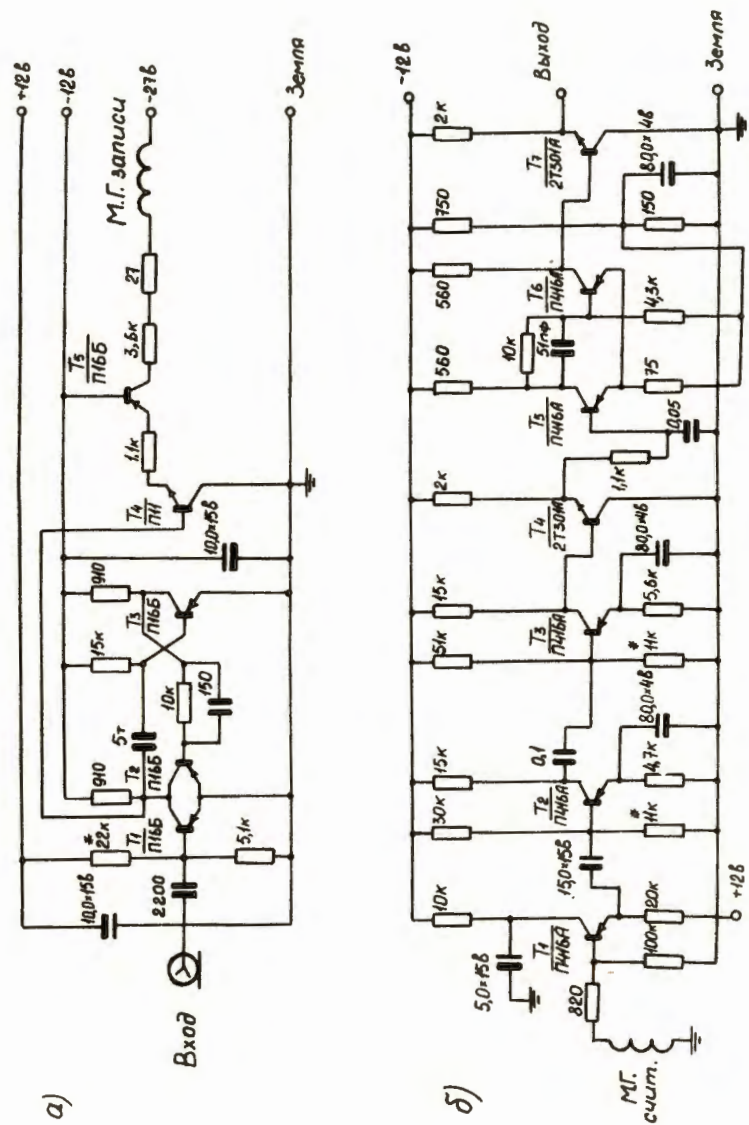


Рис.3. а) Принципиальная схема усилителя записи. б) Принципиальная схема усилителя воспроизведения.

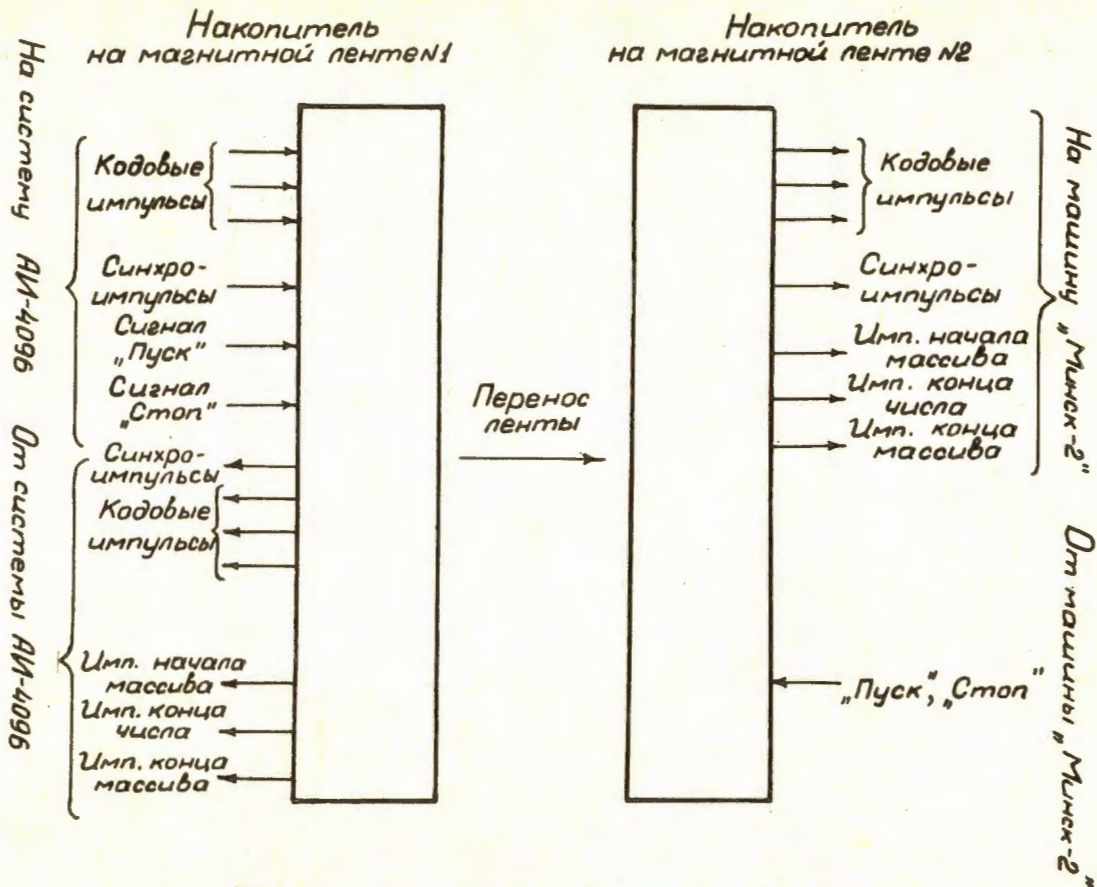


Рис.4. Блок-схема системы, состоящей из двух накопителей на магнитной ленте.