Лабораторная работа №4

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СБОРА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АНАЛОГОВЫХ ДАННЫХ "ЭЛЕКТРОНИКА МС 8201" И "ЭЛЕКТРОНИКА МС 8401"

В данной лабораторной работе рассматривается передача информации между микро-ЭВМ и различными частями производственных комплексов в пределах одного здания, корабля, летательного аппарата и наземного транспортного средства. Расстояние передачи обычно не должно быть более 1км. Для осуществления такой передачи достаточно дары проводов, и поэтому даже самый дешевый тип ВОС вряд ли будет конкурентоспособен с ней при прямом сопоставлении по стоимости. Однако оптические волокна имеют все-таки преимущество в тех случаях, когда важны масса и размер линии передачи, когда необходимо передать информацию через: помещения, содержащие взрывчатые вещества или легко воспламеняющиеся материалы; области с большими электромагнитными помехами.
Экономические преимущества использования ВОС нельзя правильно оценить, рассматривая простую замену медных проводов оптическими волокнами. Необходимо оценивать потенциальное влияние развития волоконной технологии, рассматривая при этом систему в целом.

Существуют уже две области, в которых можно получить большие преимущества от использования ВОС. Во-первых, это измерительная техника для передачи от датчиков по оптоволоконному линейному тракту результатов измерений в ЭВМ или потребителю. Вторая, область - это высокоскоростная передача данных внутри компьютерных систем Использование шин параллельного доступа ограничено проблемами электромагнитной совместимости при скорости передачи данных более 10 Мбайт/с, Волокно может заменить 4-, 8-, и 32-раэрядные шины параллельного доступа, причем информация по нему передается в последовательной форме соответственно с более высокой скоростью.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются:

1) Устройство сбора аналоговых данных "Электроника МС 8201» для многоканального преобразования аналоговых сигналов в цифровой код, передачи их по оптоволоконному линейному тракту и выдаче в виде параллельного цифрового кода в уровнях ТТЛ потребителю.
2) Устройство распределения аналоговых данных "Электроника МС 8401" для передачи по оптоволоконному линейному тракту цифровых сигналов и многоканального преобразования их в аналоговые сигналы на приемном конце тракта.

1. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ВОС «ЭЛЕКТРОНИКА МС 8201».

Устройство состоит из следующих конструктивно законченых блоков: СД, МВО, ПМП.

Общий вид устройства показан на рис. 1, его функциональная схема на рис. 2.

Блок ПМП включает в себя: приемник МФ-8-3 и демультиплексор ДМП-8-19, установленные и закрепленные на общем металлическом основании. Приемник МФ-8-3 предназначен для преобразования оптического сигнала, принимаемого из МВО, в соответствующие ему по форме электрический импульсы и подачи их в демультиплексор. Функциональная схема рис. 2 приемника МФ-8-3 включает в себя:

квантово-электронный преобразователь КЭП;
трансимпедансный усилитель ТИУ;
усилитель-корректор УК;
пороговое устройство ПУ;

Промодулированный световой поток, попадая на светочувствительную площадку КЭП, преобразует световой поток в электрический ток.

В качестве КЭП взят фотодиод ПОИ-1.

ТИУ необходим для преобразования сигнального тока КЭП в интегрированное напряжение. ТИУ построен на транзисторах КП312А и КТ368АМ.

УК предназначен для усиления и восстановления формы сигнала и выполнен на базе микросхемы К171УВ2.

ПУ предназначено для формирования цифрового сигнала в уровнях ТТЛ на выходе МФ-8-3,а также для уменьшения изменения скважности выходного сигнала в динамическом диапазоне приемника. При построении ПУ использована микросхема КР597СА2, включенная по схеме триггера Шмитта.

Конструктивно МФ-8-3 включает в себя панель, электрический разъем типа РПМ для подключения питающих напряжений и снятия сигнала, а также фотодиод, выполненный в виде корпусного прибора ПОИ1, объединенные общим корпусом. Корпус имеет перегородки, разделяющие функциональные узлы приемника МФ-8-3, для устранения паразитных связей.

Демультиплексор ДМП-8-19 предназначен для приема из МФ-8-3 последовательного формата цифровых данных и преобразования его в параллельный формат.

Функциональная схема демультиплексора показана на рис. 2. Информация в последовательном коде «манчестер» в последовательный код NRZ, а также для выделения из данной цифровой последовательности тактовой частоты. Преобразователь последовательного кода в параллельный ППК формрует из последовательного формата цифровых данных, поступающих из ВУ в NRZ-коде в 19-канальный параллельный формат данных и выделяет импульс записи. Регистр памяти РП служит для записи и хранения информации поступающей из ППК и выдачи ее на выход системы.

Принцип работы ПМП.

Промодулированный световой поток, попадая на светочувствительную площадку КЕП, преобразовывается последним в импульс электрического тока, которые поступают на вход ТИУ. Последний представляет собой широкополосный усилитель с обратной связью по постоянному току с низким уровнем шума и большим выходным импедпнсом.

С выхода ТИУ поступает напряжение усиленного и проинтегрированного сигнала на вход УК, являющегося дифференцирующем усилителем, который восстанавливает форму сигнала до импульсного напряжения. ПУ выполнено на основе чувствительного компаратора напряжения, включенного по схеме тригера Шмитта, преобразует аналоговый сигнал с выхода УК в цифровой в уровнях ТТЛ.

Входной сигнал в коде «Манчестер» снимаемый с приемника МФ-8-3 поступает на ВУ. В данном устройстве код «Манчестер» преобразуется в код NRZ и выделяется тактовая частота 8 Мгц. Код с выхода ВУ поступает в ППК а тактовая частота через инверторы на тактирующие такты ППК и регистры памяти. Под воздействием тактовой частоты принятая информация сдвигается в ППК.

По заполнении данного регистра и с приходом следующего тактового импульса на выходе ППК появляется импульс сигнализирующий о начале кадра.

С помощью ППК информация задерживается на 2,5 пкс и сравнивается непосредственно в входной информацией.

Равенство входной и задержанной информации является разрешением работы счетчика тактов. Каждый двадцатый такт, отсчитанный счетчиком, является сигналом на формирование импульса записи в регистр РП с ППК.

Если в приемном устройстве произойдет сбой информации (неравенство входной и задержанной информации), то счетчик тактов устанавливается на нуль. Импульс записи не будет сформирован и соответственно не произойдет запись в регистр памяти. Т.О.в демультиплексоре осуществляется защита от сбоев.

Блок СД включает в конструктивно законченный групповой модуль сбора данных (блок ГМС) и передатчик МФ-8-3, установленные и закрепленные общим на общем металлическом

основании. Блок СД предназначен для многоканального преобразования аналоговых сигналов в цифровой код и выдачи их в виде электрического сигнала в передатчик МФ-8-3.

Блок СД состоит из 16-канального дифференциального аналогового коммутатора входных сигналов с циклическим опросом каналов, предназначенного для поочередного подключения нормализованных сигналов датчика по аналого-цифровому преобразователю (АЦП); буферного дифференциального усилителя 1; устройства выборки-хранения (УВХ), предназначенного для повышения полосы частот преобразуемых сигналов; АЦП с 12-разрядной разрешающей способностью; универсального регистра УР, предназначенного для преобразования параллельного формата, снимаемых с АЦП в последовательный цифровой поток в коде « Манчестер»; генераторного оборудования ГО, обеспечивающего управление УР и преобразователем кода ПК.

Передатчик МИ-8-3 предназначен для преобразования выходного сигнала мультиплексора в соответствующие ему по форме оптические импульсы и введения данных импульсов в МВО.

Функциональная схема МИ-8-3 (см. рис.2) включает в себя:

Согласующее устройство СУ;

Амплитудный ограничитель АО;

Эммитерный повторитель ЭП;

Генератор тока накачки ГТН;

Электронно-квантовый преобразователь ЭКП.

СУ необходимо для согласования передатчика МИ-8-3 с базовыми микросхемами различных серий ТТЛ. СУ выполнено на базе микросхемы К131ЛР11.

АО выполняет функцию ограничителя амплитуды. Собран на диодах КД522А.

ЭП необходим как буферный каскад согласования. Выплнен на транзисторе КТ368АМ.

ГТН предназначен для вырабатывания тока инжекции в световой поток. В качестве ЭКП выбран излучатель ИЛПН-301-1.

Конструктивно передатчик МИ-8-3 состоит из панели, электрического разъема типа РПМ для подключения питающих напряжений входного сигнала, суперлюминисцентного излучателя, выполненного в виде корпусного прибора МП01 .

Электрическая связь между блоком ГМС и передатчиком МИ-8-3 осуществляется через наружнюю кабельную перемычку, аналогичную по конструкции перемычке, используемой в блоке ПМП.

ПРИНЦИП РАБОТЫ БЛОКА СД.

Нормализованные сигналы с датчиков дифференциально подключаются на вход аналогового коммутатора АК, который поочередно подключает входной аналоговый сигнал через буферный усилитель с Кус=1 на вход схемы УВХ, где запоминается на время цикла аналогового преобразования.

С выхода АЦП 19-разрядный цифровой код (12 разрядов информационных,4 разряда – номер канала и 3 разряда – резерв)попадает на вход УР. Одновременно с ГО подается тактовая частота 8 МГц на тактирующие входы данного регистра, а импульс записи с периодом 5 мкс на вход «выбора режима» УР.

Синхронный параллельный ввод информации осуществляется в том случае, если на вход «выбор режима» УР будет подаватся высокий уровень ТТЛ. С приходом импульса тактовой частоты происходит запись в регистр. По окончании импульса записи под воздействием тактовой частоты происходит последовательный вывод информации из УР в NRZ-коде. Данная кодовая последовательность поступает на вход ПК. Одновременно на другой вход ПК с ГО поступает двойная тактовая часчтота 16 МГц. В ПК формируется последовательный код типа «Манчестер» из NRZ.Цифровая импульсная последовательность в коде “Манчестер» поступает на один из информационных входов блока СУ, а на другой информационный вход должен быть подан низкий уровень ТТЛ или нулевой потенциал. На управляющий вход подается высокий уровень в том случае разрешения или низкий уровень в случае запрета передачи информации. На выходе СУ импульсный сигнал ограничивается по амплитуде с помощью АО, затем ограниченный по амплитуде импульсный сигнал через

ЭП поступает на ГНТ, который управляется ЭКП. На выходе ЭКП получаем световой поток, промодулированный импульсной последовательностью. Данный световой поток поступает в МВО

Модуль волокнно-оптический МВО служит для передачи оптических сигналов с выхода блока СД на расстояние до 300 м ко входу блока ПМП.

2 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ВОС «ЭЛЕКТРОНИКА МС 8401»

Устройство состоит из следующих конструктивно законченных блоков:

- .передатчика –преобразователя;
- модуля волоконно-оптического МВО;
- блока распределения данных (блок РД).

Общий вид устройства показан на рис.3, его функциональная схема на рис.4.

Блок ПДП включает в себя:

- мультиплексор МП-8-19;
- передатчик МИ-8-3;

Мультиплексор МП-8-19 предназначен для временного уплотнения цифровых данных, поступающих по параллельным линиям, и выдачи их в последовательном коде в линейный тракт. Выходные данные поступают на 19-канальный универсальный регистр УВ, предназначенный для преобразования параллельного формата входного информационного слова в последовательный формат в коде NRZ; преобразователя кода ПК, предназначенного для преобразования последовательного NRZ-кода в код вида « Манчестер», ГО, обеспечивающего управление УР и ПК.

Мультиплексор МП-8-19 СМ. рис. 4 собран на микросхемах серии 133 и 530 и может работать в двух режимах записи информации: запись информации с периодом 2,5 мкс и запись информации с периодом 5 мкс. Режим записи с периодом 2,5 мкс применяется для защиты от сбоев, вызванных асинхронностью частоты записи информации на его входах. Данный режим используется для передачи весовых кодов (код с выхода АЦП).

Режим записи с периодом 5 мкс применяется при асинхронной смене информации на выходе.

Мультиплексор МП-8-19 выполнен в виде печатной платы.

Передатчик МИ-8-3 предназначен для преобразования выходного сигнала мультиплексора в соответствующие ему по форме оптические импульсы и введение данныз импульсов в МВО.

Функциональная схема передатчика МИ-8-3 (см. рис.4) включает в себя:

Согласующее устройство СУ;

Амплитудный ограничитель АО;

Эммитерный повторитель ЭП;

Генератор тока накачки ГТН;

Электронно-квантовый преобразователь ЭКП.

СУ необходимо для согласования МИ-8-3 с баховыми микросхемами различных серий ТТЛ и выполнено на базе микросхемы К131ЛР1.

АО выполняет функцию ограничителя амплитуды. Собран на диодах КД522А.

ЭП необходим как буферный каскад согласования. Выплнен на транзисторе КТ368АМ.

ГТН предназначен для вырабатывания тока инжекции в световой поток. В качестве ЭКП выбран излучатель ИЛПН-301-1.

Конструктивно передатчик МИ-8-3 состоит из панели, электрического разъема типа РПМ для подключения питающих напряжений входного сигнала, суперлюминисцентного излучателя, выполненного в виде корпусного прибора МП01 .

Мультиплексор МП-8-19 и передатчик МИ-8-3 укреплены на общем металлическом основании, играющем роль экрана для для мультиплексора. Электрическая связь между МИ-8-3

Принцип работы ПДП

На параллельные входные каналы УР поступает информационное слово в уровнях ТТЛ, подлежащее преобразованию в аналоговый сигнал. Одновременно с ГО подается тактовая частота 8 МГц на тактирующие входы данного регистра, а импульс записи на вход выбора режима УР.

Синхронный параллельный ввод информации осуществляется в том случае когда на вход «выбор режима» УР будет подан высокий уровень ТТЛ. С приходом периода тактовой частоты происходит заполнение регистра. По окончании импульса записи под воздействием тактовой частоты происходит последовательный вывод информации из УР в NRZ-коде. Эта кодовая последовательность поступает на вход ПК с ГО поступает двойная тактовая частота 16 МГц. В ПК происходит формирование последовательного кода «Манчестер» из NRZ-кода. Цифровая импульсная последовательность в коде «манчестер» поступает на один из информационных блоков СУ, а на второй информационный вход должен быть подан низкий уровень ТТЛ или нулевой потенциал. На управляющий вход подается высокий уровень в случае разрешения и низкий уровень ТТЛ в случае запрета передачи информации. На выходе СУ импульсный сигнал ограничивается по амплитуде с помощью АО. Затем ограниченный сигнал через ЭП поступает на ГНТ, который управляет ЭКП. На выходе ЭКП получаем световой поток, промодулированный импульсной последовательностью. Данный световой поток поступает в МВО.

Блок распределения данных включает в себя конструктивно законченные приемник МФ-8-3 и групповой модуль распределения данных ГМР, установленные и закрепленные на общем металлическом основании.

Блок РД предназначен для многоканального преобразования цифрового кода, поступаещего из МВО, в виде оптических сигналов в аналоговые сигналы .

Приемник МФ-8-3 предназначен для преобразования оптического сигнала, принимаемого из МВО, в соответствующие ему по форме электрические импульсы и подачи их в демультиплексор ГМР.

Функциональная схема см.рис.4 приемника МФ-8-3 включает в себя:

квантово-электронный преобразователь КЭП;
трансимпедансный усилитель ТИУ;
усилитель-корректор УК;
пороговое устройство ПУ;

Промодулированный световой поток, попадая на светочувствительную площадку КЭП, преобразует световой поток в электрический ток.

В качестве КЭП взят фотодиод ПОИ-1.

ТИУ необходим для преобразования сигнального тока КЭП в интегрированное напряжение. ТИУ построен на транзисторах КП312А и КТ368АМ.

УК предназначен для усиления и восстановления формы сигнала и выполнен на базе микросхемы К171УВ2.

ПУ предназначено для формирования цифрового сигнала в уровнях ТТЛ на выходе МФ-8-3,а также для уменьшения изменения скважности выходного сигнала в динамическом диапазоне приемника. При построении ПУ использована микросхема КР597СА2, включенная по схеме триггера Шмитта.

Конструктивно МФ-8-3 включает в себя панель, электрический разъем типа РПМ для подключения питающих напряжений и снятия сигнала, а также фотодиод, выполненный в виде корпусного прибора ПОИ1, объединенные общим корпусом. Корпус имеет перегородки, разделяющие функциональные узлы приемника МФ-8-3, для устранения паразитных связей.

Конструктивно МФ-8-3 включает в себя панель, электрический разъем типа РПМ для подключения питающих напряжений и снятия сигнала, а также фотодиод, выполненный в виде корпусного прибора ПОИ1, объединенные общим корпусом. Корпус имеет перегородки, разделяющие функциональные узлы приемника МФ-8-3, для устранения паразитных связей.

Блок ГМР предназначен для многоканального преобразования последовательного

цифрового кода поступающего из приемника МФ-8-3, в аналоговые сигналы.

Функциональная схема блока ГМР показана на рис 4. она включает в себя:

- входное устройство ВУ;
- преобразователь последовательного кода в параллельный ППК;
- регистр памяти РП;
- дешифратор номера канала ДШ.

ВУ предназначено для преобразования входной цифровой последовательности в коде «манчестер» , поступающей с ПУ, в последовательный цифровой код NRZ, также для выделения из данной последовательности тактовой частоты 8 МГц.

ППК формирует из последовательного потока цифровых данных поступающего с ВУ в NRZ-коде в 19-разрядный параллельный формат данных, а также для выделения импульса записи.

РП служит для записи и хранения информации, поступающей с ППК, и подачи ее на общую шину, связывающую входы всех цифроаналоговых преобразователей (ЦАП1-ЦАП8).

ППК служит для формирования сигналов записи в информационный регистр ЦАП.

Информационный сигнал с выхода ЦАП поступает на схему преобразования ток-напряжение, с выхода последнего поступает на выходные разъемы.

Электрическая связь между блоком ГМР и приемником МФ-8-3 осуществляется через наружнюю кабельную перемычку, аналогичную используемой в блоке ПДП.

Принцип работы блока РД

На выходе приемника МФ-8-3 имеется прямой и инверсный сигналы импульсного напряжения, соответствующие оптическому сигналу в коде «Манчестер». Данная цифровая последовательность поступает на ВУ. Во входном устройстве происходит преобразование кода «Манчестер» в NRZ-код и выделение тактовой частоты 8 МГц. Последовательный NRZ-кодпостпает на вход ввода информации ППК, работающего в режиме сдвига. Одновременно на тактирующие входы ППК поступает тактовая частота с ВУ. По заполнении ППК входной импульсной последовательностью и приходом следующего информационного кадра происходит сравнение двух принимаемых кадровых посылок. При правильно принятой информации ППК вырабатывает импульс записи, поступающий на вход «выбор режима» РП. С приходом тактовой частоты на тактирующие входы РП записввается принятая информация ы РП и выдается на общую информативную шину для записи в РП выбранного ЦАП.

Информационные разряды номера канала анализируются дешифратором номера канала, и формируется импульс записи в регистр выбранного преобразователя. ЦАП имеет токовых выход.

Для преобразования выходного сигнала ЦАП токовый выход подается на схему преобразования ток-напряжение, с выхода которой сигнал через выходной разъем подключается к нагрузке: Рн=2кОм, Сн=100 пФ.

Модуль волоконно-оптический служит для передачи оптических сигналов с выхода ПДП на расстояние до 300 м ко входу блока РД.

Методические указания к выполнению работы

Схема лабораторной установки на рис.5.

В состав оборудования входят:

1 – персональный компьютер IBM PC;

2 – устойство сбора аналоговых данных «Электроника МС-8201»

3 – устройство распределения аналоговых данных «Электроника МС-8401»

4 – блок питания «Электроника МС-8201» и «Электроника МС-8401»

5 – блок имитаторов волоконно-оптических датчиков физических величин (ВОД ФВ)

6 – контрольно измерительный блок, используемый для проверки «Электроника МС-8401»

Все блоки и устройства «Электроника МС-8201» укреплены на едином основании и

состоят из двух частей.

Первая часть установки, изображенная на рис.5 , предназначена для изучения принципов действия устройства сбора аналоговых данных «Электроника МС-8201». Информация в виде нормализованных сигналов от имитаторов ВОД ФВ 5, выполненных в виде переменных потенциометров 7вводится в блок СД 8, преобразуется в поток оптического излучения, промодулированный импульсной последовательностью, и по ВО кабелю 9 передается в блок ПМП-10, в котором преобразуется в электрические импульсы и через специальный интерфейс поступает на выход IBM и после математической обработки на экране наблюдается информация, снимаемая с ВОД ФВ, в виде напряжений, задаваемых с помощью потенциометра 7. для измерения напряжений на потенциометрах 7 используется вольтметр 11.

Вторая часть установки предназначена для изучения принципов действия устройства для распределения аналоговых данных «Электроника МС-8401».

Исходная информация (в виде напряжений на каждом канале) с IBM PC через интерфейс поступает на вход блока ПДП 12, преобразуется в соответствующий оптический сигнал и ВО кабелю 13 поступает в блок РД 14, преобразуется в соответствующий ему электрический сигнал и на выходах появляются напряжения, величина которых задается компьютером. Для измерения выходных напряжений используются вольтметры 16.

Для изучения принципа действия устройства сбора и распределения аналоговых данных «Электроника МС-8201» и «Электроника МС-8401» необходимо:

1) Включить компьютер переключателем на корпусе, включить монитор. На экране появится сообщение о ходе работы программ проверкии начальной загрузки компьютера. Когда начальная загрузка операционной системы будет закончена появится приглашение операционной системы

A> появление приглашения означает, что операционная система готова к выполнению команд. После набора имени файла

A>OPTICFBR на экране монитора появится информация:

- в верхней части экрана для проверки устройства «Электроника МС-8201» будут указаны канал 0…В

-в нижней чисти для проверки устройства «Электроника МС-8401» канал 0

2)подключить к блоку питания 4 устройства «Электроника МС-8201» и «Электроника МС-8401»

3)включить блок питания 4 устройств «Электроника МС-8201» и «Электроника МС-8401» вольтметр В7-27 и блок питания ВОД ФВ

4) вращением потенциометров 7 последовательно установить произвольные напряжения (от 0 до 10 В) на 4-х имитаторах ВОД ФВ. Произвести измерения установленных напряжений U1, U2, U3, U4 вольтметром 11 и записить полученные результаты. Сравнить измеренные значения напряжений с данными, приведенными устройством «Электроника МС-8201» и выведеным на экран монитора компьютера Uik (соответственно канал N1, канал N2, канал N3, канал N4). Рассчитать погрешность передачи информации

$$\delta U_i = \frac{|U_{ik} - U_i|}{U_i} \qquad \mathbf{I=1,2,3,4.} \qquad (1)$$

5) с клавиатуры IBM PC ввести значения напряжений передаваемых устройством«Электроника МС-8401» на 1-ый и 2-ой каналы, подключенные к вольтметрам 15. сравнить значения напряжений, вводимых с устройства «Электроника МС-8401» и измеренные вольтметром на его выходе. Рассчитать по формуле 1 погрешность передачи информации.

Содержание отчета

1. Функциональные схемы «Электроника МС-8201» и «Электроника МС-8401» рис.2 и4.
2.Краткое изложение принципа работы основных блоков «Электроника МС-8201» и «Электроника МС-8401».
1. Результаты проведенных измерений
2. Выводы по лабораторной работе и анализ полученных результатов.

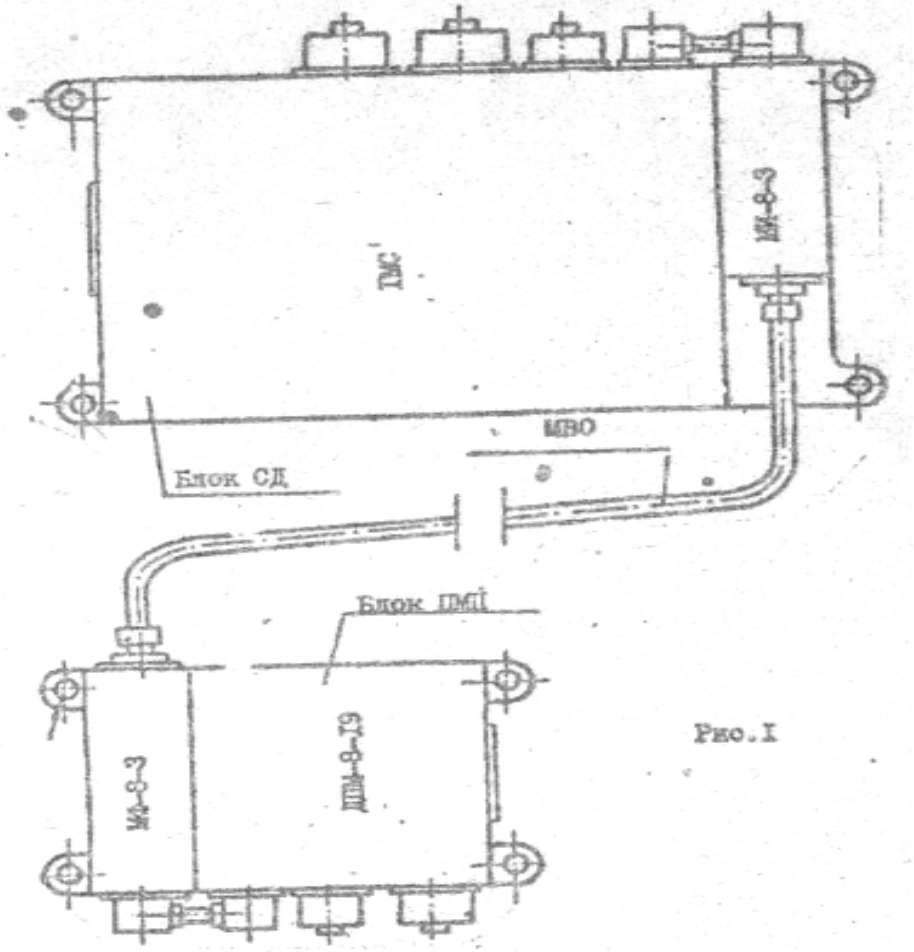
ГМС
МИ-8-3
МВО
Блок СД
Блок ПМП
МЭ-8-3
ДПМ-8-19

Рис.1

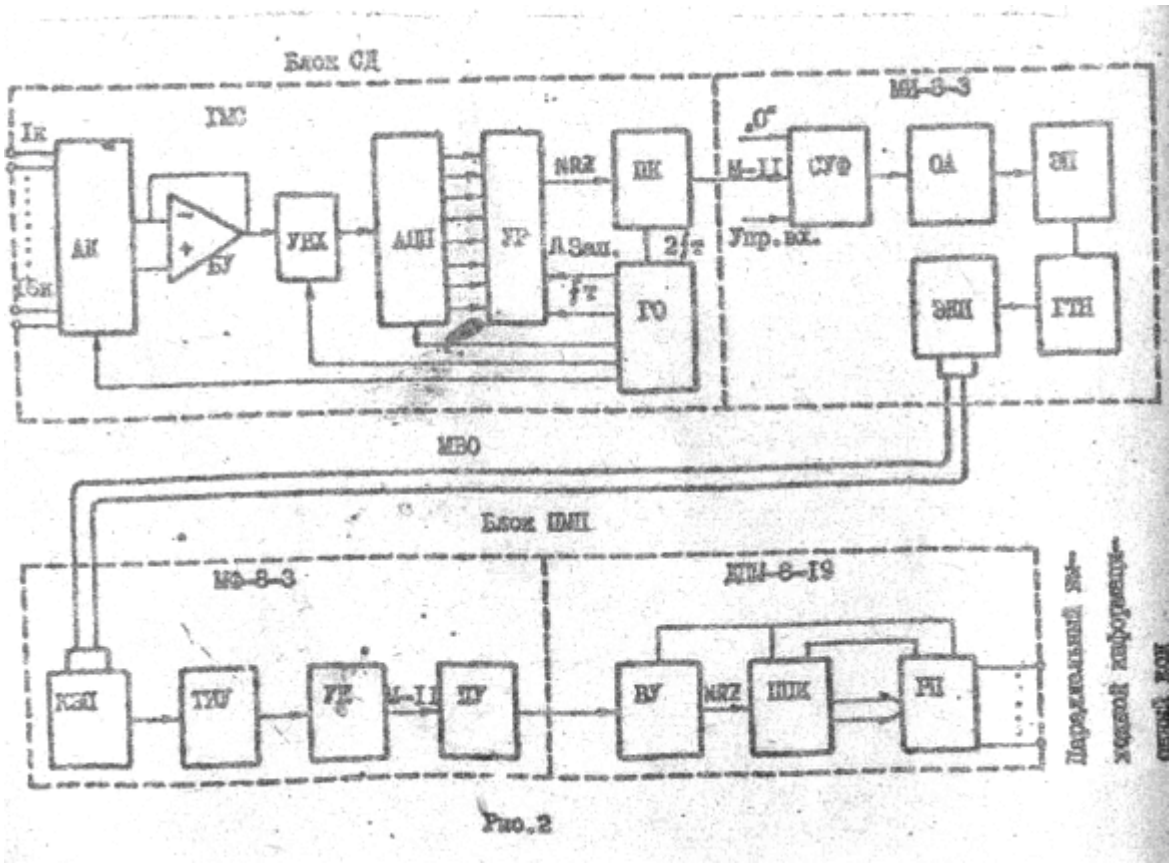
Блок СД
ГМС
МИ-8-3
Iк
Iбк
АК
БУ
УНК
АЦП
УР
NRZ
ПК
Л.Зап.
2/τ
f/τ
ГО
М-II
СУФ
ОА
ЗП
Упр.вх.
ЗКП
ГТН
МВО
Блок ПМП
МЭ-8-3
ДПМ-8-19
КЗП
ТПУ
УР
М-II
ПУ
ВУ
NRZ
ППК
РП

Рис.2

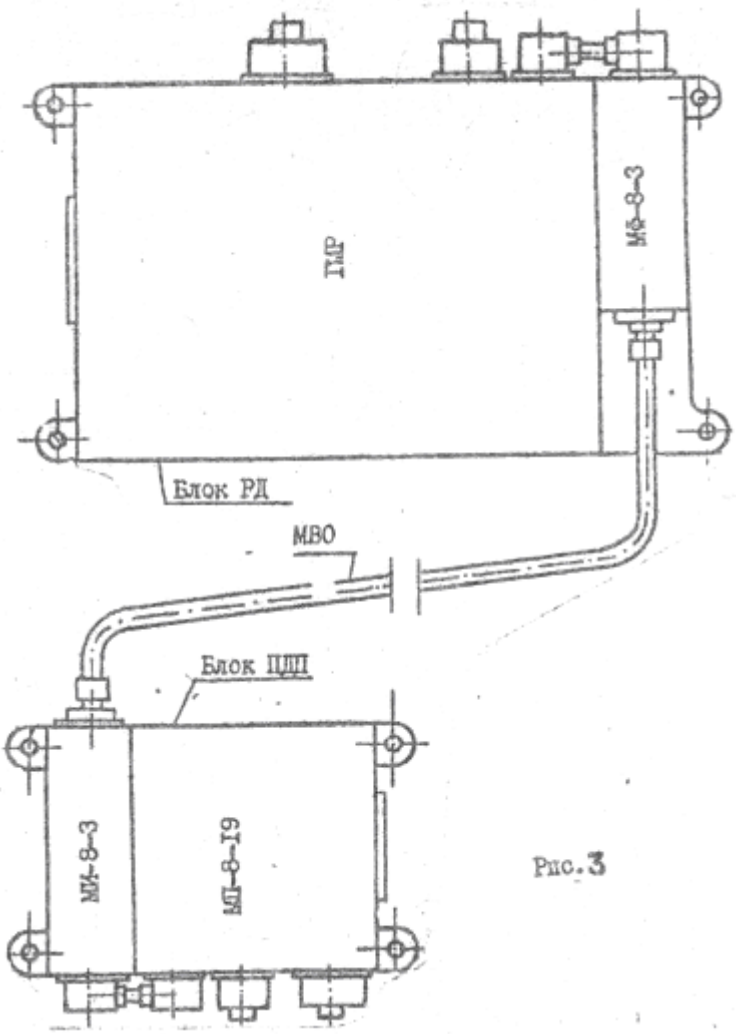
ГМР
МФ-8-3
Блок РД
МВО
Блок ЦДП
МИ-8-3
МП-8-19

Рис. 3

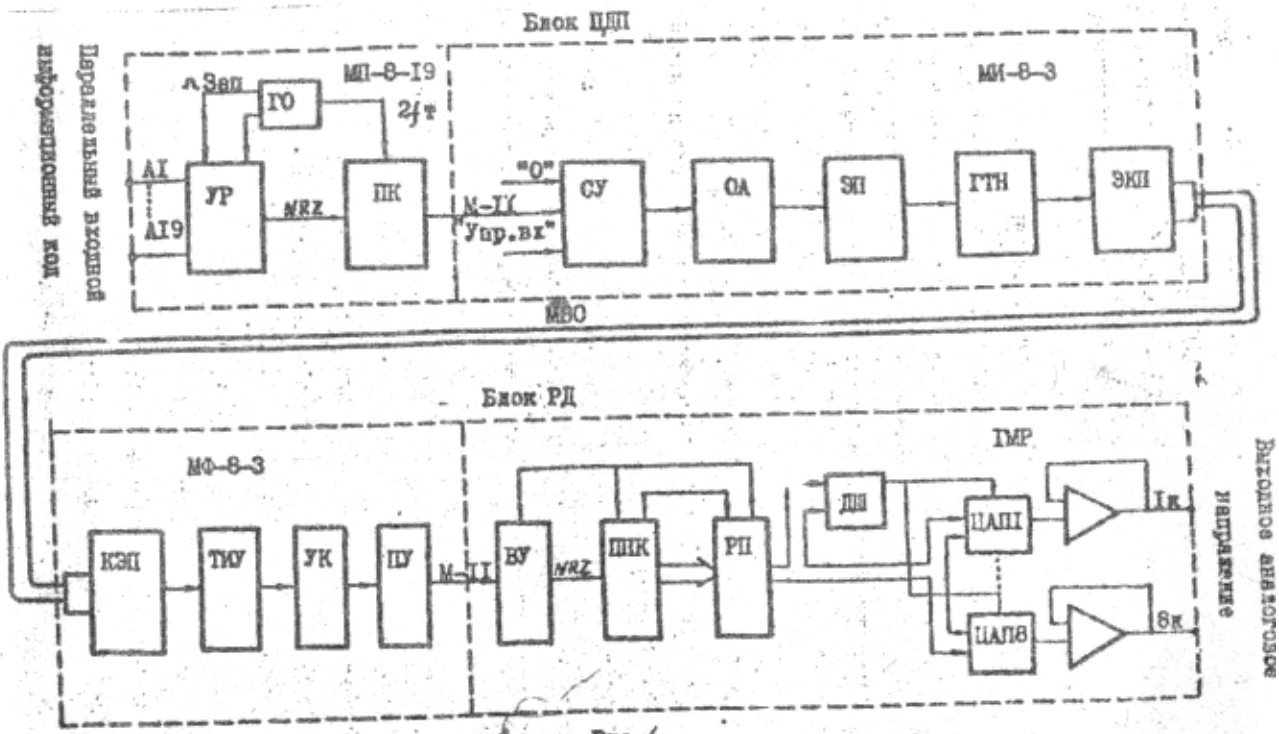
Блок ЦДП
МП-8-19
МИ-8-3
Зап
ГО
2fт
AI
AI9
УР
NRZ
ПК
"0"
М-II
"Упр.вх"
СУ
ОА
ЭП
ГТН
ЭКП
МВО
Параллельный входной информационный код
Блок РД
МФ-8-3
ГМР
КЭП
ТИУ
УК
ПУ
М-II
ВУ
NRZ
ПНК
РП
ДШ
ЦАП1
ЦАП8
1к
8к
Выходное аналоговое напряжение

Рис. 4