



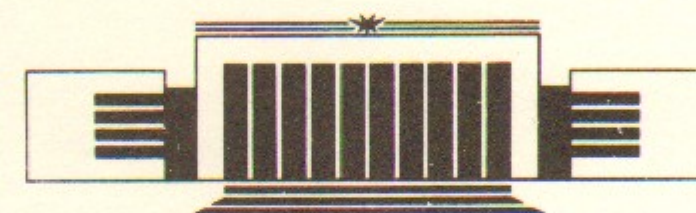
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

6

В.В. Каргальцев

АЦП ДЛЯ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ
ДАТЧИКОВ АЦП8 (Ц0610)

ПРЕПРИНТ 88-111



НОВОСИБИРСК

АЦП для потенциометрических датчиков АЦП8 (Ц0610)

В.В. Каргальцев

Институт ядерной физики
630090, Новосибирск 90, СССР

АННОТАЦИЯ

Описан КАМАК-модуль АЦП8 для обслуживания потенциометрических датчиков. Приведены рекомендации по его использованию для контроля положения электромеханических приводов.

Рассматривается устройство ввода в ЭВМ типа джойстик и возможность его применения в системах автоматизации электрофизических установок.

КАМАК-модуль АЦП8 предназначен для контроля состояния механических приводов (пробники, коммутаторы), оборудованных потенциометрическими датчиками положения. АЦП8 представляет собой комбинированный прибор и особенно удобен в небольших автоматизированных системах управления (от одного до четырех контролируемых приводов). АЦП8 может использоваться также для обслуживания устройств управления типа джойстик, в которых положение ручки отображается потенциометрическим датчиком.

Контроль состояния электромеханического привода должен обеспечивать возможность определения его положения, представляемого, обычно, аналоговым сигналом, и состояния конечных выключателей, ограничивающих ход привода. Кроме того, необходимо диагностировать аварийные ситуации — обрыв или замыкание проводов питания двигателя привода, перегрузку двигателя в результате механического заклинивания.

В большинстве случаев для определения положения достаточно точности измерения 0.1%, что позволяет, например, для пробников ускорителя БЭП обеспечить разрешение 0.1 мм при максимальном ходе 50 мм.

В датчиках положения желательно применять проволочные потенциометры, имеющие линейную характеристику и стабильность порядка 0.1% в типичном рабочем диапазоне температур. Разрешение 0.1% обеспечивается при применении потенциометров с номиналом сопротивления выше 4 кОм. Удобны следующие малогабаритные типы потенциометров:

СП5-21, СП5-21А — однооборотный, без упоров, линейность 0.5%, износостойчивость 50 тыс. циклов, 10 тыс. час;

ПТП1 — однооборотный, без упоров, линейность 0.5%, износостойчивость 250 тыс. циклов, допустимая скорость вращения 100 об/мин.

Эти типы потенциометров крепятся за корпус и имеют две шарикоподшипниковые опоры оси движка. Рабочий угол поворота 330°.

СП5-39, СП5-39А — десятиоборотный, с упорами, линейность 0.1—0.2%, износостойчивость 15 тыс. час.

АЦП

В состав АЦП8 входит десятиразрядный АЦП (1113ПВ1), оборудованный восьмиканальным коммутатором. Блок предназначен для контроля медленно изменяющихся сигналов, и поэтому (для удобства работы с ним) АЦП работает непрерывно. Он циклически (период 0.8 мс) опрашивает все каналы и результаты измерений заносит в буферную память, которая всегда доступна для чтения. Во избежание искажения информации приняты меры для предотвращения записи в буфер в момент его чтения.

Такой режим работы значительно упрощает процедуру общения с блоком: не требуется запускать АЦП и ждать окончания измерения.

АЦП имеет высокое входное сопротивление, входные сигналы подаются на коммутатор через фильтры. Такое решение препятствует возникновению ложных результатов (провалов) при временном пропадании контакта в потенциометре датчика.

Диапазон измерения АЦП от +5.11 до -5.12 В, дискретность 10.00 мВ.

Результат выдается в двоичном коде:

+5.11 В	# 0000,
0 В	# 0777,
-5.12 В	# 1777.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОТЕНЦИОМЕТРОВ

Для питания потенциометров контролируемых датчиков можно использовать встроенный в АЦП8 двухканальный источник опор-

ного напряжения. Напряжения на выходах источника +5.00 В и -5.00 В, что соответствует выходным кодам АЦП # 0012 и # 1765. Потенциометр подключается крайними точками к выходам источников, а сигнал со средней точки подается на вход АЦП. Источник обеспечивает ток в нагрузку до 20 мА, что позволяет подключать восемь датчиков с сопротивлением выше 4 кОм.

Стабилитрон КС170А, используемый в опорном источнике, работает в персонально для него подобранном режиме^{*)}, соответствующем термостабильной точке при температуре окружающей среды 50 градусов. Это обеспечивает точность опорного напряжения 0.05% в рабочем диапазоне температур без термостатирования стабилитрона.

ВХОДНОЙ РЕГИСТР

Входной регистр АЦП8 предназначен для ввода в ЭВМ позиционной информации, задаваемой, обычно, состоянием подключенного ко входу механического контакта. Применительно к электро-механическим приводам такие сигналы отображают состояние концевых выключателей, отмечают выделенные промежуточные положения, указывают на аварийные ситуации.

R12	R11	R10	R9	R8	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1
S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	T4	T3	T2	T1

Рис. 1. Формат входного регистра.

Входной регистр (рис. 1) имеет размер 10 разрядов, читается командами F0.A8 и F0.A12 и состоит из двух частей:

— Статусный регистр S1—S8 (8 разрядов) описывает состояние сигналов на входах в момент чтения регистра. Замыкание входа на «Общ.» или ТТЛ уровень 0 при чтении регистра воспринимаются как 0. Статусный регистр обычно используется для определения текущего состояния контролируемого устройства, осуществляемого по инициативе ЭВМ.

^{*)} Массовое измерение параметров стабилитронов проводится на отдельном автоматизированном стенде. По результатам измерения легко подобрать номинал балластного резистора для конкретного стабилитрона в конкретной схеме опорного источника.

— Флаговый регистр T1—T4 (4 разряда), в котором единица в любом разряде возникает при появлении активного потенциала на соответствующем входе регистра (ТТЛ переход из 1 в 0 или замыкание входа на «Общ.») и сбрасывается только при чтении входного регистра командой F0.A8. («Подсматривающая» команда чтения F0.A12 флаговый регистр не сбрасывает.) Появление единицы в любом флаговом разряде может вызвать LAM-запрос.

Флаговый регистр предназначен для оповещения ЭВМ о внезапном или редком событии, определение которого методом периодического опроса нерационально. Флаговый регистр может также использоваться для синхронизации работы с медленным устройством.

Сигналы, поступающие на флаговый регистр, обрабатываются антидребезговыми схемами. Поэтому сигналы, имеющие длительность менее 30 мс, не воспринимаются, а при периоде следования, меньше 60 мс могут теряться.

Входной регистр не имеет гальванической развязки входной части (как, например, сборщик двоичных состояний P0601) и поэтому желательно, чтобы источники сигналов не были гальванически связаны с какими-либо землями.

LAM-ЗАПРОСЫ

LAM-запрос от АЦП8 может генерироваться двумя источниками.

- L1 Запрос от таймера. Встроенный таймер может использоваться для задания темпа работы в небольшой автоматизированной системе или для синхронизации частной задачи (например, программы работы с джойстиком). Таймер, если не заблокирован, работает непрерывно, выставляя запрос L1 с периодом 200 мс. L1 сбрасывается командой чтения любого канала АЦП (F0.A0 ÷ A7). Период таймера может быть изменен внутриблочной перемычкой в пределах от 25 мс до 12 с по сетке удвоения интервала.
- L2 Сопровождает появление 1 в любом из разрядов флагового регистра и сбрасывается командой чтения входного регистра F0.A8.

Любой источник запроса может быть заблокирован записью соответствующего кода в регистр маски LAM (F16.A0):

W2	W1
ML ₂	ML ₁

(ML_i=0 разрешает L_i)

ВНЕШНИЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Внешние подключения к АЦП8 осуществляются через четыре разъема на передней панели P1, P2, P3 и P4 типа PГ1Н-1-4 (ответный PШ2Н-1-23). Назначение контактов приведено в таблице:

Контакт	P1	P2	P3	P4	Назначение
1	+	+	+	+	(+) напр. опоры (вых.)
2	+	+	+	+	(-) напр. опоры (вых.)
3	+	+	+	+	«Общ.» (аналоговый)
4	1 канал	3 канал	5 канал	7 канал	входы АЦП
5	2 канал	4 канал	6 канал	8 канал	входы АЦП
6	+	+	+	+	«Общ.» (для вх. регистра)
7	T1	T2	T3	T4	входы флаг. регистра
8	T2	T1	T4	T3	входы флаг. регистра
9	S1	S3	S5	S7	входы стат. регистра
10	S2	S4	S6	S8	входы стат. регистра
11	S3	S1	S7	S5	входы стат. регистра
12	S4	S2	S8	S6	входы стат. регистра

Такое распределение сигналов по разъемам позволяет подключить к АЦП8 до четырех однотипных устройств с малым набором сигналов (до двух аналоговых, один флаговый и два статусных). Это соответствует типичному набору сигналов привода пробника: один аналоговый сигнал показывает положение, один статусный указывает, что пробник находится в одном из крайних положений, второй статусный указывает на аварийную ситуацию. Флаговый сигнал может быть использован для оповещения о возникновении аварии. (Например, на флаговый вход можно подать тот же аварийный сигнал, что и на статусный вход).

Каждый разъем (но не все одновременно) позволяет подключить устройство, требующее большей логической мощности. Например, АЦП8 может одновременно обслуживать два джойстика

(рекомендуется использовать разъемы P2 и P4). Джойстик требует два аналоговых входа, два флаговых и четыре статусных.

При измерении аналоговых сигналов следует помнить, что АЦП не имеет гальванической развязки от сигнальных и силовых шин крейта, в котором он размещен. Поэтому источники сигналов должны быть изолированы от чужих «земель», что для потенциометрических датчиков легко реализуется.

При удаленном расположении датчиков следует экранировать соединительную трассу — провода, несущие измеряемый сигнал и подводящие питание к потенциометрам. Экран может быть общим и должен заземляться только в одном месте — около крейта, в котором размещен АЦП8. Заземление экрана через разъем АЦП8 (например, через контакт «Общ.») приводит к протеканию уравнивающих токов по «земельным» проводникам блока и крейта и, тем самым, к непредсказуемым результатам.

НАЛАДКА АЦП8

Тестирование и наладка АЦП8 производится на автоматизированном рабочем месте. В комплект аппаратуры рабочего места входят: интегрирующий АЦП (Ц0609), прецизионный ЦАП (Ц0643), коммутатор аналоговых сигналов (А0604) и специальный тестер, который подключается ко всем четырем входным разъемам АЦП8. Все оборудование подключено к ЭВМ рабочего места (Од-ренок).

Тестовая программа (#AJSS) осуществляет следующие процедуры:

— Проверка правильности соединений между контактами входных разъемов и печатной платой блока. Диагностируются обрывы, замыкание на шины питания, неправильные соединения и замыкания логических входов между собой.

— Проверка работоспособности входного регистра и контроль постоянных времени антидребезговых схем флагового регистра.

— Проверка наличия и величины опорного напряжения. При заметном отклонении напряжения от номинала программа рекомендует значения корректирующих резисторов для обоих источников.

— Проверка работоспособности входного аналогового коммутатора и калибровка АЦП. Калибровка осуществляется по двум точ-

кам (+5 В и -5 В) подбором в каждой точке входного напряжения, при котором происходит переход выходного кода АЦП на соседнее значение. Пороговые напряжения подбираются с точностью 1 мВ, разрешение АЦП 10 мВ. При отклонении коэффициента преобразования АЦП от нормального значения рекомендуется номинал корректирующего резистора.

— Проверка LAM-механизма. Контроль периода таймера.

— Проверка исправности тракта данных от АЦП. Диагностируются обрывы разрядных шин, их замыкание между собой и на шины питания, неисправность адресных шин буферного ЗУ.

Результаты каждого этапа работы тестовой программы выдаются на терминал. Выводится либо подтверждение работоспособности очередного проверяемого узла блока, либо описание его неисправности. Полное время работы программы около четырех минут.

ДЖОЙСТИК

Устройство управления «джойстик» рассматривается как вариант органа управления, альтернативный применяющейся сейчас в системах управления «ручке» и пока гипотетической «мыши».

«Ручка» преобразует в код угол поворота рабочего органа, точнее, квантует его, отмечая поворот на один квант («щелчок») сигналом, отправляемым в ЭВМ. (Типичное разрешение ручки 30—120 «щелчков» на оборот.) ЭВМ должна фиксировать эти сигналы в темпе работы «ручки» и формировать в соответствии с ними реальное управляющее воздействие. Такой подход вполне приемлем для небольших систем автоматизации, когда ресурсов ЭВМ хватает и на эту кропотливую работу.

В целом хорошо себя зарекомендовавшие в эксплуатации^{*)} «ручки» обычно используются в статическом режиме, т. е. при изменении уставки в регулируемый канал вносится добавка, пропорциональная углу поворота. Типичным является динамический диапазон уставок порядка 10000, и для нормальной работы «ручка» должна иметь несколько диапазонов с разным весом одного «щелчка». Обычно реализуется три диапазона с отношением весов 100:10:1, которые переключаются дополнительными клавишами.

^{*)} Захваткин Н.М. Система автоматизации ВЭПП-2М. Диссертация на соиск. учен. степени кандидата физ-мат. наук. ИЯФ СО, АН СССР. Новосибирск 1986 г.

«Мышь», так же, как и «ручка», используется в статическом режиме — добавка к результату пропорциональна ее перемещению. Представляется удобным использование «мыши» при редактировании графических документов, требующем точного позиционирования (автоматизация конструкторских работ, разводка печатных плат и т. д.).

При использовании этих устройств возникают тактильные обратные связи и легко наработываются идеомоторные навыки, позволяющие обходиться без утомляюще тщательного визуального контроля результата в цифровом виде.

Но, в отличие от «ручки», «мышь» не сидит на месте, и трудно себе представить наличие достаточно ровной и не заваленной бумагами площадки на пульте управления физической установкой, необходимой для удобной работы с «мышью».

Джойстик кодирует отклонение рабочего стержня от нейтрального состояния. К нейтральному состоянию, обычно вертикальному, стержень стремится под действием возвратной пружины. Как правило, джойстиком кодируются одновременно отклонения по двум координатам и можно различить четыре «чистых» направления: вперед, назад, вправо и влево.

Диапазон отклонения стержня конечен и обычно не превышает 45 градусов, поэтому естественно сопоставить каждому возможному его положению свой код. Технически возможно весь диапазон отклонения по одной координате разбить, например, на 1000 градаций, но на практике не имеет смысла различать более двухсот, так как перемещение стержня на меньший угол невозможно уверенно и воспроизводимо выполнить рукой.

При таком небольшом динамическом диапазоне джойстик практически невозможно использовать в статическом режиме, но вполне приемлемо в астатическом, когда угол наклона стержня задает скорость изменения регулируемой величины. Наличие нейтрального положения, соответствующего нулевой скорости изменения, облегчает эту задачу. Для обеспечения комфорта частота опроса джойстика (и отображения результата) должна быть не ниже 10 Гц. При этом создается иллюзия непрерывности процесса регулирования.

Джойстик предполагается активно использовать в качестве органа управления в системе автоматизации комплекса ускорителей ВЭПП-2М, где каждое рабочее место главного пульта будет оборудовано терминалом, клавишным позиционным устройством управления «меню», джойстиком и цветным графическим дисплеем

для визуальной обратной связи по регулируемому параметру. Значение изменяемой уставки выводится на дисплее в виде цифры и рядом, для наглядности, в виде линейной шкалы. Отрезок шкалы, помещающийся на экран, соответствует диапазону изменения регулируемого параметра, возможного для текущего режима работы установки.

Реально, при работе с каким-либо узлом установки, на дисплее выводится таким образом не один, а сразу несколько каналов управления («элемент»), соответствующих данному узлу. Оклоняя джойстик вперед-назад, оператор выбирает строчку с требуемым каналом (выбранный канал отмечается курсором). Наклон вправо-влево изменяет значение уставки в выбранном канале.

В более сложных каналах управления, требующих в качестве уставки не одно число, а целый массив, управляющее воздействие можно формировать с помощью джойстика в графическом виде. К таким каналам управления относятся, например, управление частотой и амплитудой ВЧ-напряжения на резонаторе импульсного синхротрона БЗМ (128 точек, 10 битов) или задание формы импульса тока слаботочной коррекции (256 точек, 12 битов).

Разработанный джойстик работает в комплекте с АЦП8, который оцифровывает положение двух потенциометров, отражающее наклон рабочего стержня по двум координатам. Кроме стержня, на джойстике размещены вспомогательные клавиши (приложение 1). Клавиши М1, М2 и М3 имеют независимую фиксацию (механическую или электрическую) и могут быть использованы для задания оператором режима работы джойстика. Клавиша ММ — модификатор режима — не имеет фиксации. Эти клавиши удобно подключить к статусной части входного регистра АЦП8.

Нефиксируемые кнопки R1 и R2 позволяют оператору отмечать интересующие его события или моменты времени и подключаются к флаговому входу регистра. Нажатие на кнопку приводит к генерации запроса на обслуживание.

При разработке джойстика предполагалось сделать его полностью пассивным, не требующим питания. Было изготовлено несколько экземпляров с механическими кнопками и переключателями. Опытная эксплуатация (особенно показательны в этом плане детские экскурсии) подтвердила правильность выбора типа потенциометров (СП5-21А, 10—15 кОм) и кинематической схемы джойстика (конструктор Гаврилов Н.Г.). Практика выявила также абсолютную ненадежность всех доступных типов механических переключателей и кнопок.

Для серийного выпуска принято решение использовать бесконтактные клавиши типа ПБК2. В этом варианте джойстик требует дополнительное питание +5 В (0.2 А).

Все сигналы выводятся из джойстика через разъем РГ1Н-1-5. Типовая распайка соединительной косы джойстик—АЦП8 приведена в Приложении 1.

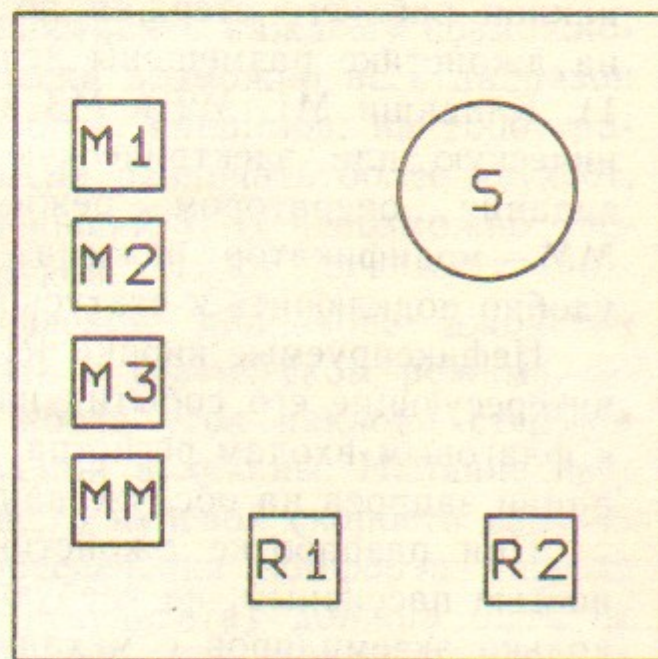
Приложение 1

ДЖОЙСТИК

● Устройство ввода в ЭВМ, воспринимающее отклонение рабочего стержня по двум координатам. Максимальное отклонение от нейтрального положения 35 градусов.

● Динамический диапазон ±200 градаций по каждой координате (при использовании совместно с АЦП8).

● Дополнительные клавиши для ввода вспомогательной информации:



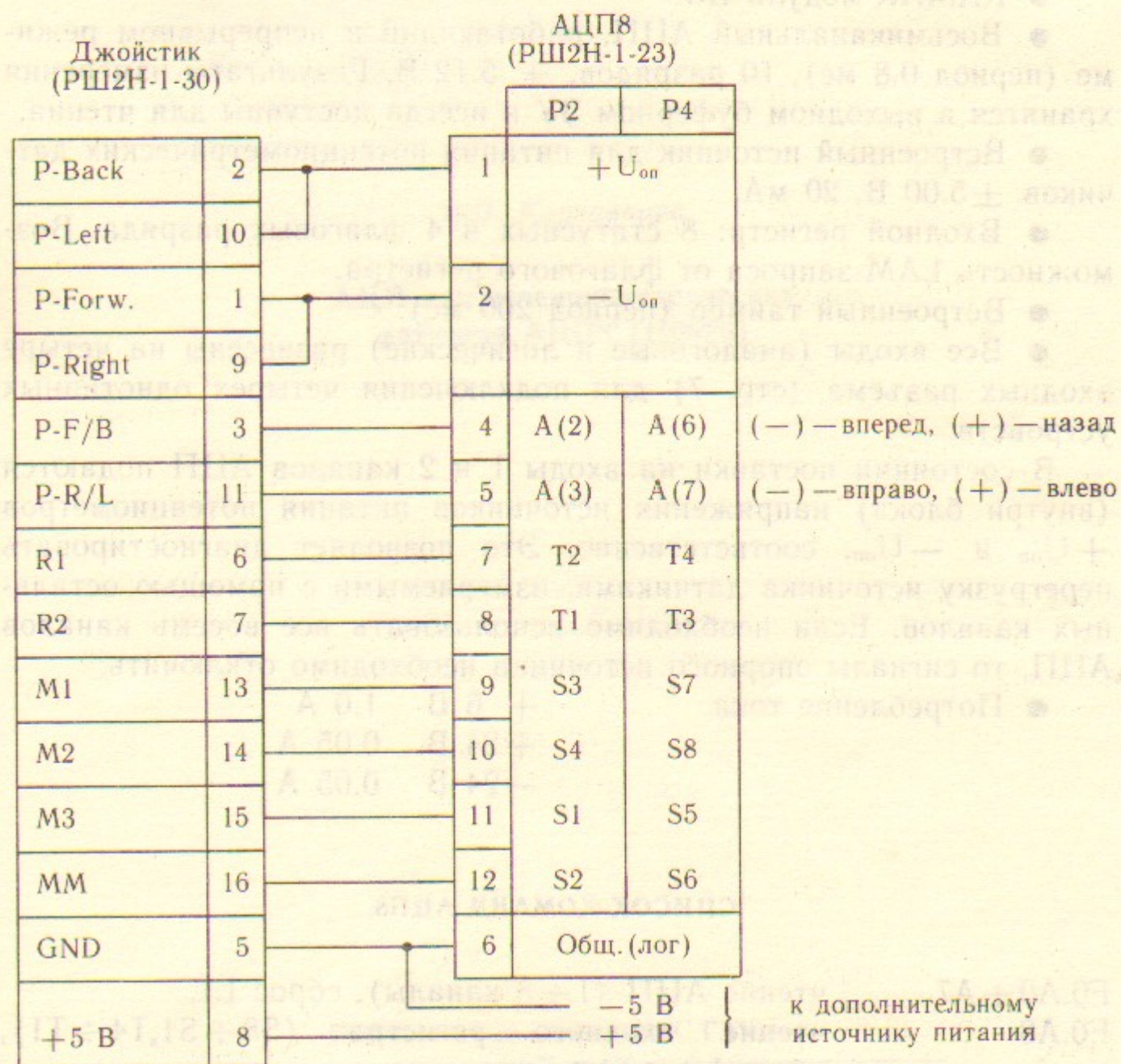
M1-M3 клавиши с фиксацией (режим работы)

MM клавиша без фиксации (модификатор режима)

R1, R2 кнопки без фиксации (генерация запроса на обслуживание)

S рабочий стержень

● Соединительный кабель ДЖОЙСТИК—АЦП8:



Приложение 2

АЦП8 (Ц0610)

- КАМАК-модуль 1М.
- Восьмиканальный АЦП, работающий в непрерывном режиме (период 0.8 мс), 10 разрядов, ± 5.12 В. Результаты измерения хранятся в выходном буферном ЗУ и всегда доступны для чтения.
- Встроенный источник для питания потенциометрических датчиков ± 5.00 В, 20 мА.
- Входной регистр: 8 статусных и 4 флаговых разряда. Возможность LAM-запроса от флагового регистра.
- Встроенный таймер (период 200 мс).
- Все входы (аналоговые и логические) разнесены на четыре входных разъема (стр. 7) для подключения четырех однотипных устройств.

В состоянии поставки на входы 1 и 2 каналов АЦП подаются (внутри блока) напряжения источников питания потенциометров $+U_{оп}$ и $-U_{оп}$, соответственно. Это позволяет диагностировать перегрузку источника датчиками, измеряемыми с помощью остальных каналов. Если необходимо использовать все восемь каналов АЦП, то сигналы опорного источника необходимо отключить.

- Потребление тока
- | | |
|-------|--------|
| + 6 В | 1.0 А |
| +24 В | 0.05 А |
| -24 В | 0.05 А |

СПИСОК КОМАНД АЦП8

F0.A0 ÷ A7	чтение АЦП (1 ÷ 8 каналы), сброс L1.
F0.A8	чтение входного регистра (S8 ÷ S1, T4 ÷ T1), сброс L2 и T1 ÷ T4.
F0.A12	чтение входного регистра без сброса L2 и T1 ÷ T4.
F16.A0	запись маски L (ML1, ML2; 0 — разрешает L).
Z	блокирует L (устанавливает 1 в регистр маски).
Q, C	не используются.

В.В. Каргальцев

АЦП для потенциометрических датчиков АЦП8 (Ц0610)

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 11 июля 1988 г.
Подписано в печать 29.08. 1988 г. МН 08447
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 1,1 печ.л., 0,9 уч.-изд.л.
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 111

Набрано в автоматизированной системе на базе фото-наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.