

ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ 24-РАЗРЯДНЫЙ СИНХРОНИЗИРОВАННЫЙ С МИРОВЫМ ВРЕМЕНЕМ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

© 2011 г. М. В. Филатов, С. В. Пильгаев, Ю. В. Федоренко

Полярный геофизический институт Кольского НЦ РАН

Россия, 184209, Апатиты Мурманской обл., ул. Академгородок, 26а

E-mail: mijgun@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.11.2010 г.

Описан 4-канальный 24-разрядный аналого-цифровой преобразователь с частотой дискретизации до 32 кГц, имеющий возможность привязки данных к Мировому Времени со среднеквадратичной ошибкой не более 1 мкс. Обмен данными с регистратором осуществляется через интерфейс Ethernet.

В настоящее время в сети геофизических станций Полярного геофизического института КНЦ РАН [1] для исследований геофизических сигналов в диапазоне частот от сотых долей до 200 Гц используется система сбора данных, описанная в [2, 3]. Система содержит регистратор, 22-разрядный аналого-цифровой преобразователь (а.ц.п.) [2] и синхронизирующее устройство [3], которое обеспечивает точность привязки к Мировому Времени со среднеквадратичной ошибкой, не превышающей 1 мкс. Недостатками а.ц.п. этой системы являются нелинейность амплитудно-частотной характеристики (а.ч.х.), отсутствие антиалиасингового фильтра и низкая частота преобразования [4]. Для расширения диапазона входных частот сигнала до 16 кГц, увеличения разрядности а.ц.п. до 24 и получения линейной а.ч.х. был разработан новый прибор SA32E-4C.

Принципиальная схема устройства приведена на рисунке. В устройстве применяются аналого-цифровые преобразователи последовательного приближения с передискретизацией AD7767-2 [5]. Микросхема а.ц.п. AD7767-2 преобразует в цифровой вид аналоговый дифференциальный сигнал в диапазоне напряжений от 0 до опорного напряжения 5 В. Особенности этой микросхемы являются низкое энергопотребление (8.5 мВт) и температурный дрейф (около 15 нВ/°С), наличие встроенного антиалиасингового фильтра и возможность синхронизации циклов аналого-цифрового преобразования нескольких микросхем (в данном случае 4), что позволяет исключить фазовые сдвиги между измеряемыми сигналами.

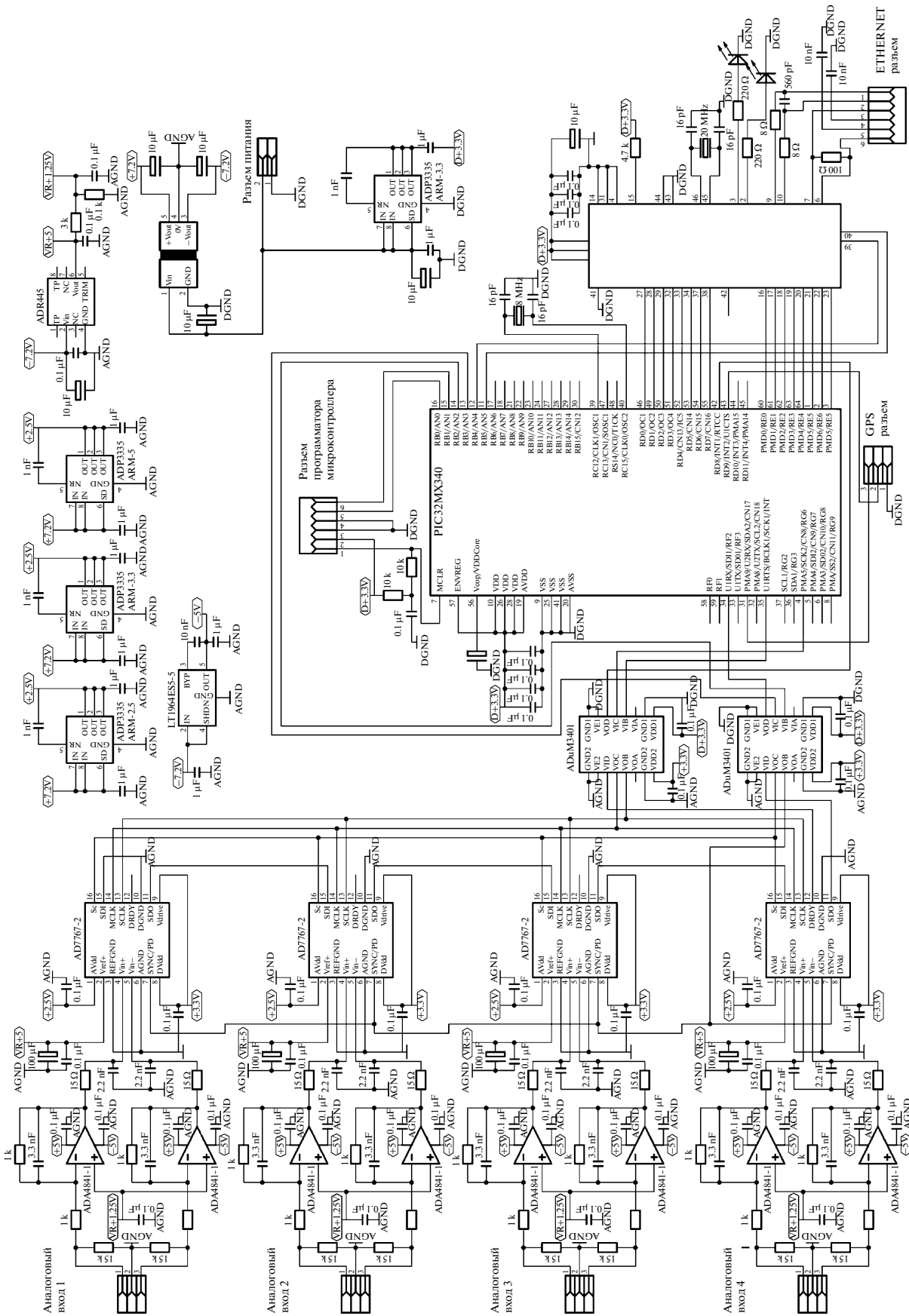
Выходные напряжения применяемых в геофизике датчиков, как правило, симметричны относительно земли и лежат в диапазоне от –2.5 до 2.5 В. Для согласования выходного напряжения датчика с допустимым напряжением входа а.ц.п. 0–5 В используются операционные усилители ADA4841.

Для уменьшения шума от цифровых цепей и обеспечения возможности проведения измерений при различающихся потенциалах земли датчиков в а.ц.п. применяется гальваническое разделение аналоговой и цифровой частей. Для изоляции сигнальных линий используются микросхемы ADuM3401CRWZ, а для развязки питания – преобразователь напряжения AM2D-0507DH.

Подсистема питания аналоговой части включает в себя положительные линейные стабилизаторы ADP3335ARM-2.5/3.3/5 и отрицательный линейный стабилизатор LT1964ES-5. Напряжения +5 и –5 В используются для питания операционных усилителей, +2.5 В – для питания микросхем а.ц.п., напряжение +3.3 В питает гальванические изоляторы и интерфейс а.ц.п. Опорное напряжение 5 В снимается с выхода микросхемы ADR445. Питание цифровой части обеспечивается линейным стабилизатором ADP3335ARM-3.3. При этом устройство питается от внешнего источника питания 5 В, 200 мА, что позволяет использовать в качестве внешнего источника питания USB- или PS/2-порт компьютера.

Прибор управляется микроконтроллером PIC32MX340F512 [6], который был выбран ввиду его высокой производительности и малого энергопотребления. Контроллер связан с микросхемами а.ц.п. шестью сигнальными линиями: CS, DRDY, SCLK, SDI, SYNC и MCLK.

После включения питания а.ц.п. находится в режиме ожидания запроса. При получении запроса с регистратора микроконтроллер устанавливает в ноль все микросхемы а.ц.п., посылая короткий отрицательный импульс по линии SYNC, после чего начинается непрерывное преобразование аналогового сигнала. Низкий уровень логического сигнала по линии DRDY устанавливает первая (от контроллера) микросхема а.ц.п., что сигнализирует об окончании очередного цикла преобразования и готовности данных. По сигналу



Принципиальная схема SA32E-4С. AD7767-2 – а.д.п.; PIC32MX340 – контроллер; SR2200 – Ethernet-контроллер; ADuM3401CRWZ – гальванический изолятор; AM2D-0507DN – DC/DC-преобразователь; ADR445 – источник опорного напряжения; ADP335ARM-2.5/3.3/5, LT1964ES-5 – линейные стабилизаторы.

готовности микроконтроллер разрешает передачу данных, выставляя низкий уровень на линии CS. Данные передаются по линии SDI через стандартный SPI-интерфейс и принимаются в кольцевой буфер, организованный в оперативной памяти микроконтроллера. Частота дискретизации а.ц.п. управляется изменением тактовой частоты, подаваемой на вход MCLK микросхем AD7767-2. Для генерации тактовой частоты используется порт SCK2 интерфейса SPI микроконтроллера.

Получаемые от преобразователей данные формируются в пакеты с указанием времени начала формирования данного пакета, как описано в [2, 3]. Каждый пакет содержит текущее время в секундах, а также время между первым байтом пакета и положительным фронтом секундного импульса, получаемого от GPS-приемника. Чтобы передать данные регистратору, используется стандартный протокол UDP (User Datagram Protocol). Для этого к пакету добавляются заголовок UDP и контрольная сумма UDP, после чего он передается в Ethernet-контроллер CP2200.

Устройство испытано при тактовых частотах, подаваемых на MCLK, от 16 до 1024 кГц, соответственно получены частоты дискретизации от 500 Гц до 32 кГц. Измеренная максимальная скорость передачи данных через Ethernet-интерфейс составляет 8 Мбит/с, а поток данных для четырех

а.ц.п. при частоте дискретизации 32 кГц равен примерно 3.6 Мбит/с, что обеспечивает большой запас по пропускной способности линии и возможности для повторной отправки пакетов как не принятых, так и принятых с неверной контрольной суммой.

Технические характеристики SA32E-4C. Максимальная частота дискретизации а.ц.п. 32 кГц; разрядность а.ц.п. 24; число аналоговых каналов – 4; диапазон напряжений входных сигналов от –2.5 до +2.5 В; точность привязки к Мировому Времени 1 мкс; питание 5 В, 200 мА; интерфейс обмена данными с регистратором – Ethernet; допустимая разность потенциалов между аналоговой и цифровой частями не более 560 В.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедь О.М., Пильгаев С.В., Федоренко Ю.В. // Вестн. КНЦ РАН. 2010. № 2. С. 72.
2. Федоренко Ю.В., Пильгаев С.В., Филатов М.В., Ахметов О.И. // ПТЭ. 2009. № 4. С. 179.
3. Пильгаев С.В., Ахметов О.И., Филатов М.В., Федоренко Ю.В. // ПТЭ. 2008. № 3. С. 175.
4. AD7716: Data Sheet Rev A. Analog Devices, Inc. 2005
5. AD7767 Data Sheet Rev C. Analog Devices, Inc. 2010
6. PIC32MX3XX/4XX Family data sheet. Microchip Technology, Inc. 2008.