

УДК 004.312

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ CAN-СЕТИ ДЛЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Н.Г. Кудрявцев, Д.В. Кудин, Е.О. Учайкин

В данной работе рассматривается протокол последовательной передачи данных CAN (Controller Area Network). Предлагается автоматный способ описания множества взаимодействий при реализации процедур мониторинга и сбора данных в сети измерительного геофизического оборудования. Приводится краткое описание разработанного сетевого CAN-модуля.

Ключевые слова: CAN, геофизическая обсерватория, распределенная измерительная система.

Введение

При создании геофизических измерительных комплексов (в нашем случае при оборудовании геофизических обсерваторий) возникает проблема сбора данных с размещенного на значительной территории измерительного и вспомогательного оборудования. В течение длительного времени эта задача решалась использованием либо протокола RS-232, либо, в лучшем случае, протокола RS-485. Оба эти подхода имеют существенные недостатки, связанные с трудностями обеспечения логической помехозащитности и сложностями реализации простой сетевой архитектуры взаимодействий между устройствами сбора данных и управляющими компьютерами геофизического комплекса.

В данной работе предлагается использовать для организации взаимодействия устройств при распределенных измерениях CAN протокол [1], который многие годы успешно применяется в автомобильной промышленности и в других отраслях производства.

Описание программно-аппаратного обеспечения для реализации протокола

Соединение измерительных модулей обсерватории в CAN сеть позволяет абстрагироваться от физической среды передачи данных и делает систему легко расширяемой. Принцип неразрушающего арбитража сообщений, реализованный в CAN протоколе, гарантирует своевременную доставку измерительных данных, контроль целостности, надежное функционирование в условиях многомодульной сети. Данный протокол представляет собой совокупность программно-аппаратных средств, которые обеспечивают как физическую среду передачи данных по проводному соединению, так и логический канал передачи данных.

На рисунке 1. представлена блок-схема фрагмента CAN-сети, разработанной на базе

микроконтроллеров. Надо отметить, что при реализации протокола могут быть использованы микроконтроллеры как со встроенным интерфейсом CAN так и без него

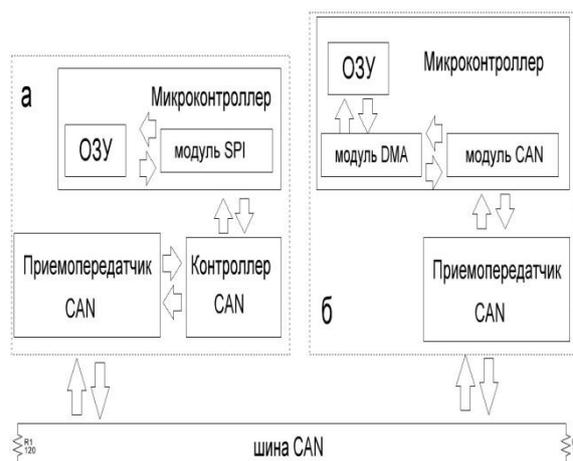


Рисунок 1 - Блок-схема CAN сети

Легкость доработки и использования готовых микроконтроллерных модулей с незначительной CAN-надстройкой, управляемой через SPI-интерфейс, предоставляет широкие возможности для модернизации уже готовых коммуникационных модулей и адаптации их для работы в CAN-сети.

Универсальный CAN-модуль

В лаборатории робототехники Горно-Алтайского государственного университета было разработано программно-аппаратное обеспечение модуля передачи данных для развертывания автоматизированной геофизической обсерватории. Данный модуль состоит из приемопередатчика физического уровня CAN, реализованного на микроконтроллере PIC24 и общей шины передачи сообщений.

Упрощенный граф переходов автомата CAN представлен на рисунке 2.

РАЗДЕЛ III. КОМПОНЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

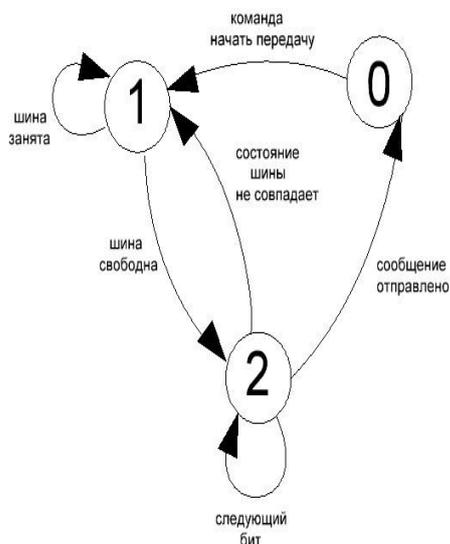


Рисунок 2 - Блок - схема алгоритма функционирования CAN модуля.

Приоритеты CAN сообщений в совокупности с широковещательной передачей сообщений позволяют решить задачу взаимной синхронизации времени на измерительных устройствах обсерватории.

Основной проблемой при разработке устройства было отсутствие встроенного протокола взаимодействия сетевых модулей на уровне передачи логических сообщений. Для решения данной проблемы были исследованы различные стандартные ситуации, возникающие при обмене данными во время взаимодействия измерительного оборудования и управляющих устройств [2].

В качестве исходных предпосылок при анализе множества элементарных сетевых транзакций была принята гипотеза о том, что любое устройство сети передает:

- Сообщение с информацией о времени измерения и число сообщений в пакете;
- Сообщение с данными измерений устройства;
- Сообщение с данными телеметрии

Для наглядного представления и удобной реализации протокол взаимодействия сетевых устройств было решено описать в виде конечного автомата, а последний, в свою очередь, представить в виде графа переходов.

В результате проведенного анализа было выделено конечное множество простейших сетевых транзакций, элементы которого были использованы в качестве вершин графа переходов автомата протокола взаимодействия (АПВ), представленного на Рисунок 3.

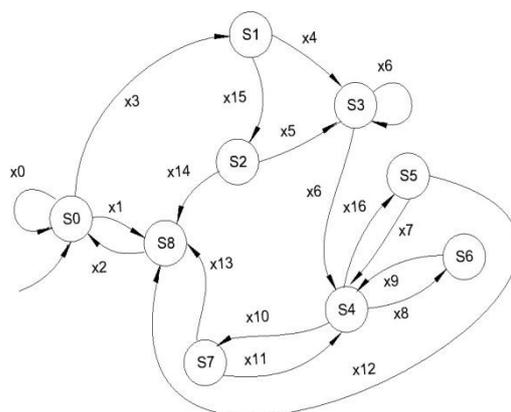


Рисунок 3 - Протокол взаимодействия

Из Рисунок 3 видно, что граф переходов АПВ имеет 9 базовых состояний {S0, ..., S8}, расшифровка которых приведена в Таблице 1.,

Таблица 1

S0	Загрузочное самотестирование
S1	Ожидание данных от GPS
S2	Ожидание сообщения точного времени
S3	Обнаружение устройств в сети
S4	Ожидание сообщений
S5	Периодическое самотестирование
S6	Получение и сохранение измерений
S7	Получение и анализ телеметрии
S8	Оповещение о сбое по SMS

В качестве элементов множества входных воздействий АПВ {x0, ..., x16}, было решено рассматривать результаты выполнения текущих (характеристических для каждого состояния автомата) операций. Например, для состояния S0-загрузочное самотестирование, характеристической операцией является проверка функциональных параметров системы: напряжения питания, потребляемого тока, выполнение контрольных сетевых транзакций и т.п. Если результатом хотя бы одной проверки будет отрицательный результат, то автоматически формируется сигнал, обозначенный на графе переходов автомата как воздействие X0, переводящее автомат из состояния S0 в состояние S8-оповещение SMS о сбое. Если же система пройдет все тесты успешно, то будет сформирован сигнал, обозначенный на графе как воздействие X2, и автомат перейдет в состояние S1 для продолжения функционирования в штатном режиме. Анализируя Таблицу 1, можно сделать вывод о том, что граф переходов содержит несколько состояний самодиагностики и самотестирования, из которых при отрицательном результате контрольных процедур происходит отправка тревож-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/2, 2012

ных SMS-сообщений. Это объясняется необходимостью оперативно реагировать на возможные неполадки в работе системы во время функционирования в автономном режиме.

В заключение хотелось бы сказать, что пробная реализация CAN-модуля показала работоспособность разработки на первых этапах стендовых испытаний. В дальнейшем после прохождения полного цикла испытаний планируется использование таких модулей в составе комплекса геофизических измерений на магнитометрической обсерватории Байган.

УДК 621.314.2:621.382.2

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ МОДУЛЬНОГО ТИПА

Г. Я. Михальченко, С. Г. Михальченко, В. П. Обрусник

Приведена методика анализа динамики импульсно-модуляционных систем энергообеспечения, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями с разрывами в правой части. Рассматриваются математические модели замкнутых систем регулирования напряжения, выполненные из параллельно включенных ключевых преобразователей, с различными типами модуляции.

Ключевые слова: модульный принцип построения силовых преобразователей, многофазная импульсная модуляция, решение кусочно-непрерывных дифференциальных уравнений динамики, бифуркационный анализ установившихся режимов функционирования системы.

Введение

Линейные системы автоматического регулирования (САР), с точки зрения устойчивости динамических процессов, характеризуются:

- понятием система устойчива или неустойчива;
- переходными процессами и их качественными (периодический или колебательный процесс) и количественными характеристиками (быстродействие, переуправление, затухание и др.).

Отметим, что в основе анализа устойчивости по Ляпунову и его первого метода в частности, положен расчет корней характеристических уравнений возмущенного движения и установлено, что если корни основной матрицы системы находятся внутри единичного круга, то последняя устойчива и наоборот.

С целью снижения трудоемкости проектирования замкнутых САР на основе методов Ляпунова А.М. [1] разработаны и успешно используются косвенные оценки динамики систем, в том числе по определению устойчивости – алгебраические и частотные критерии, которые позволяют ускоренно оценивать

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хадлстон К., Проектирование интеллектуальных датчиков с помощью Microchip dsPIC [Текст] /К.Хадлстон/ - МК-Пресс, 2008. - 320 с.
2. Карпов, Ю.Г. Теория автоматов. [Текст] /Ю.Г. Карпов/- СПб.: Питер, 2002. – 224 с.: ил.

к.т.н., доцент Кудрявцев Н.Г., e-mail:ngkudr@mail.ru, аспирант Кудин Д.В., e-mail:dvkudin@gmail.com, аспирант Учайкин Е.О., e-mail:evgeniy_uch@mail.ru, - Горно-Алтайский государственный университет.

корни характеристических уравнений, строить амплитудно- и фазочастотные характеристики (АФЧХ) и по этим косвенным критериям рассчитывать границы областей устойчивости системы в рассматриваемой области параметров.

Применительно к этим критериям эмпирическим путем установлены необходимые запасы устойчивости по амплитуде и фазе частотных характеристик, определены типы желаемых АФЧХ, при которых достигается тот или другой вид оптимизации переходных характеристик (технический, симметричный оптимум и др.). Примечательно, что эта информация о динамике линейных систем является необходимой и достаточной, т.е. полной.

Совершенно иная эволюция развития динамики характерна для импульсных САР, особенно быстродействующих источников питания, которые описываются нелинейными системами дифференциальных уравнений с разрывными компонентами. Наблюдаемые при этом динамические режимы в корне отличаются от процессов описываемых теорией линейных систем. В практической деятельности специалистам, как правило, приходится