1 слайд

Титульный

2 слайд

Целью дипломного проекта является разработка дуплексной низкоскоростной системы связи для применения в комплексах БПЛА. Данная система связи должна обеспечивать связь дальностью не менее 100 км, с вероятностью битовой ошибки не менее 10-6 . Скорость передачи данных должна быть не меньше 20 кБит/с

3 Слайд

(Про первый рисунок) Система КТР предназначена для пересылки командно-телеметрической информации между устройством и комплексом управления. В качестве первых могут выступать БПЛА. На сегодняшний день БПЛА активно развиваются. Для удовлетворения требований по пропускной способности канала связи и его дальности при передаче как данных телеметрии, так и данных полезной нагрузки, необходимо расширять полосу частот приемопередающего оборудования и использовать спектрально-эффективные методы модуляции. К таким относятся двухпозиционные методы, многопозиционные методы, модуляции с расширенным спектром. Для увеличения помехоустойчивости передаваемых сообщений используются различные методы кодирования: линейное, сверточное и т.д.

4 Слайд

В устройстве используются приемопередатчики, работающие с модуляцией LoRa.

Широкополосный радиосигнал LoRa представляет собой сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ)

Физический радиоинтерфейс LoRa основан на использовании широкополосных радиосигналов с большой базой B, много большей единицы

Передатчики LoRa формируют CSS радиосигналы с шириной спектра 125, 250 или 500 кГц

Принцип передачи символов информации блока данных физического уровня посредством широкополосного радиосигнала LoRa заключается в частотном смещении относительно опорного ЛЧМ радиосигнала

5 Слайд

Рассказать про схему

6 Слайд

Рассказать про плату

7 Слайд

Разрабатываемое приложение должно выполнять следующие действия:

- Прослушивать последовательные интерфейсы, в ожидании новых данных и обрабатывать их.

- Получать и обрабатывать данные получаемые от радиомодуля

- Отправлять данные в последовательные интерфейсы и радиомодуль.

- Контролировать синхронизацию устройства.

Учитывая все необходимые требования становится очевидным необходимость использования операционных систем.

8 Слайд

Рассказать про диаграмму потоков

В общем случае система ведет себя следующим образом:

- При запуске устройство инициализируются радиомодуль, последовательные интерфейсы, создаются все необходимые службы ядра ОС;

- Далее начинается процесс синхронизации аппаратных таймеров устройств, который закончится после того, как одно из устройств примет синхро-кадр и ответит на него;

- После синхронизации устройство переходит в стандартный режим работы в котором оно ожидает данные из последовательных портов в ожидании сообщений от пользователя и одновременно прослушивает радио эфир в ожидании от сообщений от удаленного устройства;

- В случае приема данных через последовательный порт, процедура обработки сообщений из данного интерфейса декодирует их и кладет указатель на эти данные в очередь для аппликейшена, которая в свою очередь кодируют их необходимым образом и кладет в очередь для радио. После чего процедура радио обнаруживая, что в очереди появились новые данные достает их оттуда, кодирует необходимым образом и отправляет

- В случае приема радиосообщения процедура радио кладет в очередь указатель на эти данные в очередь для процедуры аппликейшена где данные декодируются и отправляются в очередь выбранного последовательного порта. После чего процедура последовательного порта обнаруживая, что в очереди появились новые данные достает их оттуда, кодирует необходимым образом и отправляет.

9 Слайд

Так как первоначально радиомодем SX1276 был выключен требуется произвести его инициализацию. Каждое из устройств на этом этапе имеет одинаковые права. После каждое из устройсв генерирует случайное число, уходит в сон на это значение времени и после пробуждения запускает приём с заданным тайм-аутом. Далее программа ожидает прерывания от радиомодема, сигнализирующее либо о событии приема (RX\_DONE, RX\_TIMEOUT, RX\_ERROR), либо о событии передачи (TX\_DONE, TX\_TIMEOUT). Далее рассмотрим действия программы в зависимости от принятого события.

**RX\_DONE**

Программа анализирует принятый кадр. Если принятый кадр является кадром MASTER\_REQ, то программа корректирует синхронизирующий таймер, становится ведомым устройством, отправляет кадр SLAVE\_RESP и переходит в стандартный режим работы. Если принятый кадр был кадром SLAVE\_RESP, то устройство остается ведущим и переходит к стандартому режиму работы. Если же принятый кадр не является ни кадром MASTER\_REQ, ни кадром SLAVE\_RESP, то устройство перезапускает аппаратный таймер и отправляет кадр MASTER\_REQ, продолжая считать себя ведущим устройством.

**TX\_DONE**

Программа переводит радиомодем в режим приёма.

**TX\_TIMEOUT**

Данное событие связано с аппаратной невозможностью радиомодема отправить кадр, радиомодем сбрасывается и инициализируется по новой. После инициализации делается рандомная задержка и запускается прием на заданное время.

**RX\_TIMEOUT**

Время отведенное под прием закончилось. Кадр не был принят. Выполняется перезапуск аппаратного таймера и отправляется кадр MASTER\_REQ.

**RX\_ERROR**

Не сошлась контрольная сумма. Выполняются те же действия что и для RX\_TIMEOUT.

10 Слайд

В расчёте участвуют три временных точки: *t*A, *t*B, *t*C, а также время распространения кадра *timeOnAir*. Время *t*A является временем отправки синхронизирующего кадра. Это время выставляется в значении временной шкалы ведущего устройства:

Время *t*B рассчитывается исходя из известного времени затрачиваемого на распространение синхронизирующего кадра от передатчика к приемнику *timeOnAir* и времени *t*A:

Далее, чтобы посчитать оценку времени на стороне ведомого устройства необходимо учесть время *dTick*, затраченное на обработку синхронизирующего кадра. Это время рассчитывается исходя из разности времени приема прерывания от приемопередатчика и текущего времени, данное значение времени рассчитывается на стороне ведомого устройства. Итоговое, оценочное значение времени ведущего устройства на стороне ведомого: