

Среда разработки телефонных модемов

При разработке модемов возникает необходимость в программной тестовой среде, обеспечивающей функционирование разрабатываемых программных модемов в удобном для отладки и тестирования режиме. Функционально, среда разработки состоит из следующих элементов: двух датапамп (софт модемов), эмулятора телефонного канала, источника и анализатора передаваемых данных, парсера скриптов конфигурирования среды, средств сохранения входных/выходных данных/отчетов, журнала тестирования и т.д.

Среда используется в процессе разработки и отладки кода на ПК и при портировании разработанного кода на целевую платформу. Функциональные блоки среды, такие как например BER тестер, могут использоваться и в самом разработанном модеме. Код должен быть оптимизирован для использования на целевой платформе, с учетом ограничений по памяти, быстродействию, скорости ввода/вывода и др.

Полнофункциональная тестовая среда для разработки телефонных модемов может быть скачена по ссылке <http://powerdsp.narod.ru/modem/sredarazr.zip>. Данная тестовая среда использовалась, например, для разработки модема V.32/V.32bis. Среда разработки может быть собрана на ПК под MS Visual C 2008 Express и на DSP Texas Instruments семейства 55XX под Code Composer Studio 3.3. Код оптимизирован на уровне языка C с использованием intrinsic и pragma и алгоритмической оптимизации. С минимальными переделками, код может использоваться на платформах TI 64XX и 54XX. Для обеспечения полной функциональности, в качестве модема в тестовую среду включен FSK модем V.23 из известного пакета SpanDSP.

Функциональные блоки среды

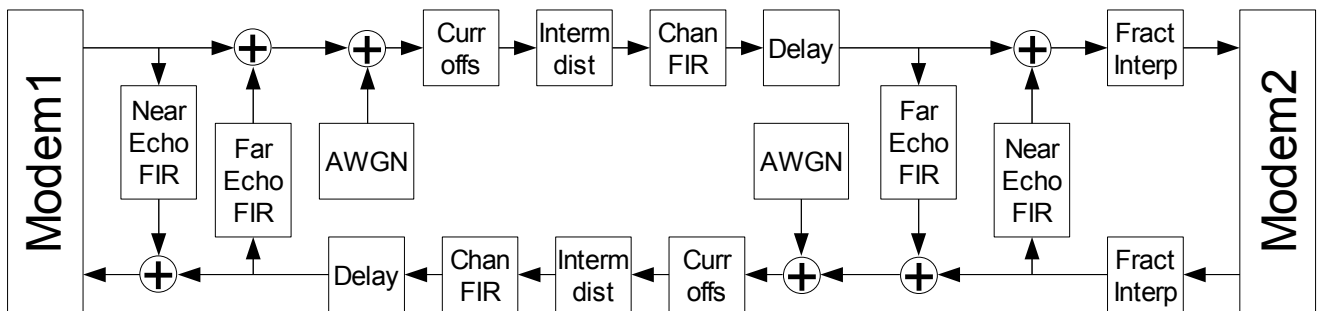
Пара модемов

Тестовая среда предназначена для разработки полно-дуплексных модемов и включает два экземпляра программных модемов, один из которых работает как вызываемый, другой как вызывающий. Среда обеспечивает создание, конфигурирование, получение текущего состояния модемов и другие необходимые функции управления модемами. Предполагается, что все функции модема выполняются в единственной функции, которая генерирует выходные отсчеты модулятора и берет входные отсчеты для демодулятора, отсчеты обрабатываются фиксированными блоками длиной по 10 мс, частота семплирования 8000 Гц. Принимаемые и передаваемые данные запрашиваются модемом с помощью callback функции. Эта же функция вызывается модемом для информирования тестовой среды или фреймвока о изменениях состояния модема. Предполагается, что модем имеет интерфейс схожий с TI XDAS, для обеспечения независимости среды разработки от конкретного типа модема, обращения к модему выполняются через функциональную прослойку — wrapper.

Эмулятор телефонного канала

Эмулятор телефонного канала предназначен для моделирования искажений сигнала, возникающих при работе модемов через телефонную линию. Функциональная схема

симулятора представлена на рисунке:



Симулятор моделирует следующие искажения сигнала:

1. аддитивный белый Гауссовский шум в полос 600 - 3300 Гц,
2. сдвиг несущей частоты,
3. нелинейные искажения 2-ого и 3-его порядка,
4. искажения формы АЧХ канала и затухание,
5. задержка в канале,
6. дальнее и ближнее эхо.

Модель канала симметрична, в том смысле что одинаковый алгоритм и общие параметры используются для симуляции искажений сигнала от модема 1 к модему 2 и в обратном направлении. При разработке эмулятора использовались рекомендации ITU-T V.56/bis/ter и M.1020 – M.1040.

Обычно для удобства, моделирование различия бодовых скоростей модемов так же реализуется в симуляторе, хотя это различие и не является искажением, создаваемым самим каналом. Моделирование различия бодовых скоростей будет добавлено в ближайшее время. Данный эмулятор не позволяет симулировать импульсный шум, фазовый джитер и гармонические помехи.

Более подробно эмулятор канала описан в документе <http://powerdsp.narod.ru/modem/emulkanala.pdf>.

BER тестер

В качестве источника и приемника передаваемых модемами данных используется BER тестер. Тестер проводит измерения с помощью следующих тестовых последовательностей, описанных в рекомендации ITU-T O.153:

1. все 0 и все 1,
2. чередующиеся 0 и 1 с соотношением 1:1, 1:3, 1:7, 3:1 и 7:1,
3. псевдослучайных последовательностей длиной 511, 2047 и 1048575 бит.

Последовательность “Quick Brown Fox” не реализована.

BER тестер считает общее количество принятых бит, количество ошибочных бит, число потерь синхронизации и количество потерянных бит, принятых во время потери синхронизации. Количество потерянных бит не учитывается при подсчете ошибок. Момент потери синхронизации обнаруживается по получению 8 или более ошибок из 24 бит, синхронизация восстанавливается по приему 8 совпадающих бит. Приемник

псевдослучайной последовательности самосинхронизирующийся.

Конфигурирование и запуск тестов

Конфигурирование среды разработки и запуск тестов выполняется с помощью текстовых команд, читаемых из файла. Командный файл состоит из одного или нескольких тестов, каждый тест заключается в работе модемов в течении определенного времени или пока не будет передано заданное количество бит. Перед началом каждого теста все внутренние данные среды переинициализируются, в качестве конфигурации по умолчанию берется конфигурация предыдущего теста.

Таким образом команды делятся на два типа: команды устанавливающие параметры среды и команды запускающие тесты. Команды конфигурирования задают параметры самой тестовой среды, эмулятора канала или модемов.

команда	аргумент	описание
Параметры среды		
savesamp0 savesamp1 savetrbits0 savetrbits1 savercbits0 savercbits1	0 - выкл, 1 - вкл	сохранение отсчетов, передаваемых и принимаемых бит в файл для модемов 0 и 1 соответственно.
logper	мс	интервал выдачи сообщений в журнал тестирования
Параметры эмулятора канала		
chtype	flat, good, midd, poor	тип канала
snr,	дБ	отношение сигнал/шум в полосе 600-3300Гц, фактически E _b /N ₀
currof	Гц	сдвиг несущей в канале
chatt	дБ	ослабление сигнала в канале
chdel	мс	задержка сигнала в канале
baudof	ppm	разница бодовых скоростей модемов - не реализовано
interm2,interm3	дБ	коэффициент нелинейных искажений 2-ого и 3-ого порядка
nearatt,faratt	дБ	ослабление ближнего и дальнего эха
Параметры модема - не реализовано		
Запуск тестов		
runms	мс	запустить тест на заданное время
runbits	бит	запустить тест пока не будет передано заданное количество бит

Пример файла тестирования:

```
chdel 0
chatt 0
chtype flat
currof 10.
interm2 80
interm3 80
nearatt 80
faratt 80
;baudof 0.
logper 5000
snr 6.
runbits 20000
snr 8.
runbits 50000
```

Как видно, данный файл исполняет 2 теста модема с SNR 6 и 8 дБ, длительности тестов выбраны из условия передачи достаточного количества бит для измерения коэффициента ошибок.

Обработка файла тестирования приводит к формированию следующего отчета о тестировании:

```
File log.txt open to write log
```

```
Open cfg file cfg.txt
```

```
New session
```

```
Log period: 5000 ms, duration: 20000 bits
```

```
SNR 6.00 dB, channel type 'flat'
```

```
Channel attenuation: 0.00, delay: 0 ms dB
```

```
Carrier offset: 10.000 Hz, baud offset: 0.00 ppm
```

```
Echo attenuation near: 80.77 dB, far: 80.77 dB
```

```
Intermodulation distortions 2-nd: 80.77 dB, 3-rd: 80.77 dB
```

```
|-----|-----|-----|-----|-----|
| Time | Tr | Rc | BER | estSNR |
| 5000 | 6000 | 5960 | 0.026174 |
| 10000 | 12000 | 11960 | 0.026421 |
| 15000 | 18000 | 17960 | 0.023775 |
|-----|-----|-----|-----|
```

```
SNR: 6.00 dB, BER: 0.023600-0.024550
```

```
Total bits: 20000+20000, errors: 472+491, sync losts: 0+1, lost bits: 0+24
```

```
New session
```

```
Log period: 5000 ms, duration: 50000 bits
```

```
SNR 8.00 dB, channel type 'flat'
```

```
Channel attenuation: 0.00, delay: 0 ms dB
```

```
Carrier offset: 10.000 Hz, baud offset: 0.00 ppm
```

```
Echo attenuation near: 80.77 dB, far: 80.77 dB
```

```
Intermodulation distortions 2-nd: 80.77 dB, 3-rd: 80.77 dB
```

```
|-----|-----|-----|-----|-----|
| Time | Tr | Rc | BER | estSNR |
| 5000 | 6000 | 5960 | 0.006544 |
| 10000 | 12000 | 11960 | 0.005602 |
| 15000 | 18000 | 17960 | 0.005067 |
|-----|-----|-----|-----|
```

```
|20000 |24000 |23960 |0.005259| |
|25000 |30000 |29960 |0.005073| |
|30000 |36000 |35960 |0.005006| |
|35000 |42000 |41960 |0.005148| |
|40000 |48000 |47960 |0.005129| |
|-----|-----|-----|-----|-----|
SNR: 8.00 dB, BER: 0.005140-0.005280
Total bits: 50000+50000, errors: 257+264, sync losts: 0+1, lost bits:
0+24
```

Наша компания занимается разработками на заказ встраиваемого ПО в области модемов, обработки речи и видео, телефонии и других областях использующих цифровую обработку сигналов. Имеется опыт разработки проводных модемов V.34, V.32, факс модемов V.17, V.29, KV модемов, специализированных модемов совместимых с аппаратурой TT-144, TgFM, П-327. Информация о модемных разработках представлена на странице <http://powerdsp.narod.ru/modem.html>, электронная почта powerdsp@narod.ru.