

Asteroid

Банк каналов для Asterisk/Freeswitch

Руководство пользователя

Версия 2.6

11.11.2013

Firmware 2.2, FPGA 0xB rev. 0xE

Разработчик и производитель: ООО «Парабел»
630090, Новосибирск-90, а/я 126
<http://www.parabel.ru>
Email: info@parabel.ru
Тел/факс: +7-383-2138707

Внимание! Запрещено использование устройства на линиях связи, не оборудованных устройствами грозозащиты и выходящих за пределы одного здания

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблицы	6
Рисунки	6
1. Введение	7
1.1 Устройство модуля TDMoE	9
1.2 Рекомендации по подключению Asteroid через порт Ethernet	10
2. Технические характеристики	12
2.1. Общие параметры	12
2.2. Параметры интерфейса E1	12
2.3. Параметры интерфейса Ethernet	12
2.4. Параметры портов FXS/FXO	12
2.5. Параметры портов GSM	13
2.6. Параметры консоли	13
3. Подключение устройства	14
3.1. Расположение органов управления, индикации и разъемов	14
3.2. Описание разъемов	18
4. Соответствие портов и каналов в различных модификациях устройства	19
5. Конфигурация устройства через консоль	21
5.1. Подключение консоли	21
5.2. Главное меню программы конфигурации	21
5.3. Общие настройки	22
5.4. Настройки порта E1	22
5.5. Настройки портов FXS/FXO/GSM	22
5.6. Сохранение/Восстановление настроек	23
5.7. Средства тестирования и диагностики	23
6. Мониторинг работы устройства	24
7. Подключение к АТС/Asterisk	26
7.1 Введение	26
7.2 Настройка DAHDI для подключения Asteroid	26
7.3 Синхронизация DAHDI	27
7.3.1 Синхронизация DAHDI – Asteroid ведущий	29
7.3.1 Синхронизация DAHDI – Asteroid ведомый	29
7.4 Статистика DAHDI/dahdi_dynamic	30
7.5 Пошаговая настройка подключения к Asterisk	30
7.6 Подключение Asteroid через порт E1	32
7.7 Исправления DAHDI	32
8. Работа с GSM каналами	33
8.1 Индикация	33
8.2 Структура модуля	34
8.3 Включение и инициализация модуля	35
8.4 Сигнализация и передача номерной информации	35
8.4.1 Входящий вызов (GSM -> Asterisk)	36
8.4.2 Исходящий вызов (Asterisk -> GSM)	37
8.5 Конфигурация DAHDI/Asterisk для GSM модуля	41
8.5.1 Конфигурация DAHDI	41
8.5.2 Конфигурация Asterisk	41
9. Подключение точка-точка	42
9.1. Подключение через Ethernet	42
9.2. Подключение через E1	42
10. Использование аппаратного эхоподавления	43
11. Обновление прошивки устройства	44
12. Комплектация устройства	44

Приложение А. Схемы применения.....	45
Приложение В. Пример файла system.conf	46
Приложение С. Проверка связи Asteroid + DAHDI.....	47
Приложение D. Пример разделки кабеля для подключения телефонных портов Asteroid.....	48
Приложение Е. Установка SIM карт в модуль GSM	49

Таблицы

Табл. 1. Варианты исполнения	8
Табл. 2. Сигналы разъема ETHERNET/E1 для модификаций с портом E1	18
Табл. 3. Сигналы разъема ETHERNET/E1 для модификаций без порта E1	18
Табл. 4. Сигналы портов FXS/FXO	18
Табл. 5. Сигналы разъема USB консоли	18
Табл. 6. Статусная информация портов E1	24
Табл. 7. Статусная информация модуля TDMoE	25
Табл. 8. Статусная информация портов FXS/FXO	25

Рисунки

Рис. 1. Внутренняя архитектура Asteroid	7
Рис. 2. Структура модуля TDMoE	9
Рис. 3. Кольцевой буфер	9
Рис. 4. Передняя панель	15
Рис. 5. Задняя панель	17
Рис. 6. Главное меню	21
Рис. 7. Режим Lloop	23
Рис. 8. Режим Rloop	23
Рис. 9. Внутренняя архитектура DAHDI	26
Рис. 10. Структура модуля эхоподавления	43

1. Введение

Банк каналов Asteroid представляет собой блок, устанавливаемый в стойку 19 дюймов, высотой 1 U, содержащий до 30 каналов FXS/FXO или до 4 каналов GSM.

Asteroid может использоваться для подключения телефонных линий и GSM каналов к традиционной АТС или к Asterisk/Freeswitch. Подключение к традиционной АТС осуществляется через порт E1. Подключение к Asterisk/Freeswitch осуществляется через порт Ethernet, с использованием протокола TDMoE. Кроме того, Asteroid может обеспечить подключение «точка-точка», без участия внешнего сервера.

На стыке с АТС, в групповом потоке, Asteroid использует сигнализацию Loop Start (для FXO/FXS каналов) или E&M (для GSM).

Далее в тексте, все написанное для **Asterisk** верно и для **Freeswitch**.

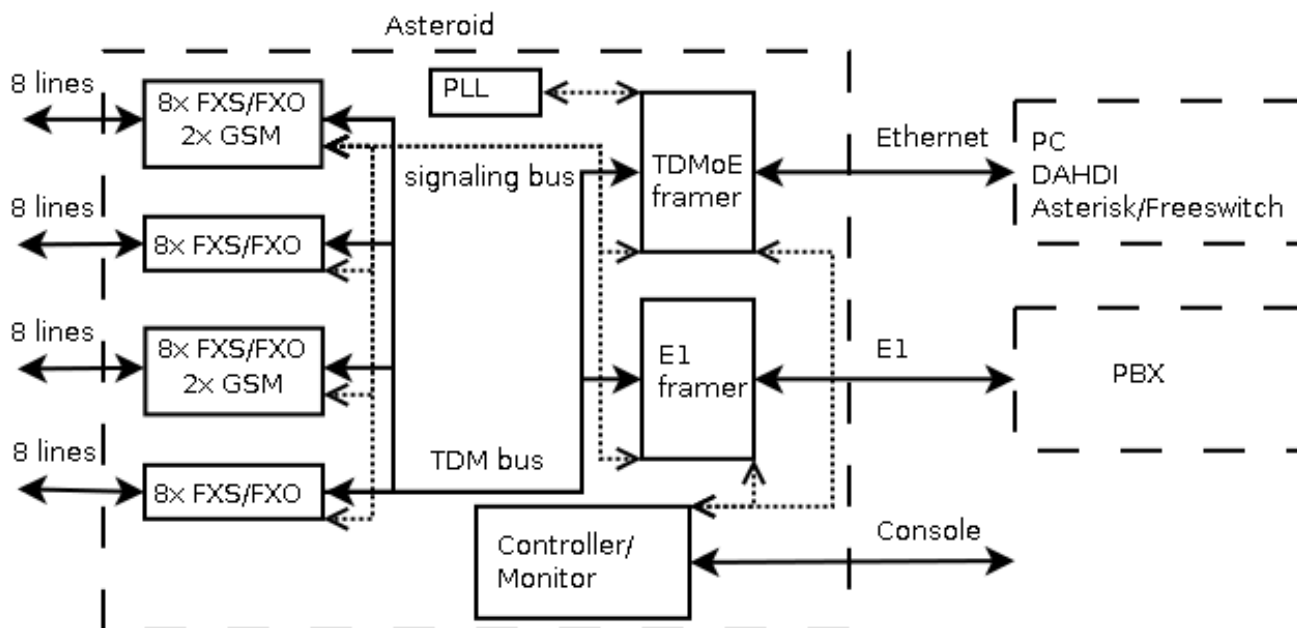


Рис. 1. Внутренняя архитектура Asteroid

Рассмотрим внутреннюю архитектуру подробнее.

Asteroid состоит из нескольких функциональных модулей: шины управления, шины сигнализации, шины данных. Шина управления используется для настройки и мониторинга модулей, шина сигнализации (signaling bus) используется для передачи телефонной сигнализации, шина данных (TDM bus) используется для передачи данных (голоса) и синхронизации.

Модуль “E1 framer” или “TDMoE framer” обеспечивает подключение Asteroid к АТС или **Asterisk**. На прием, модуль framer обрабатывает поступающие от АТС или **Asterisk** цифровые данные, формирует выделенные сигнализацию, синхронизацию и голос на шинах сигнализации и данных. На передачу, модуль framer формирует из шины данных и сигнализации цифровой поток, отправляемый для АТС или **Asterisk**.

Синхронизация, полученная от framer’a, используются для синхронизации всех модулей Asteroid. Если устройство Asteroid настроено как ведомое от порта Ethernet, то задачей модуля “TDMoE framer”, также, является **Фазовая Автоматическая Подстройка Частоты (ФАПЧ, PLL)**, осуществляемая с целью избежать потери голосовых кадров.

Обработанная сигнализация и голос с шин сигнализации и данных поступает на модули FXS/FXO/GSM. Исходя из информации, полученной по шине сигнализации, эти модули

устанавливают состояние соответствующего телефонного порта, а также декодируют по А-закону полученный из шины данных звуковой поток. В обратном направлении, модули FXS/FXO/GSM обрабатывают изменения на аналоговых портах, выдают голос и сигнализацию на шины данных и сигнализации.

Модули FXS могут распознавать поднятие трубки абонентом, распознавать набор номера импульсным методом, генерировать звонок абоненту. Модули FXO могут распознавать звонок от АТС, набирать номер импульсным набором. Тональный набор реализован в голосовом канале и аппаратной обработки не требует. Модули GSM реализуют радиоканал, протокол GSM и осуществляют конверсию сигнализации GSM в E&M.

Для настройки параметров, отображения статусной информации и загрузки программного обеспечения в Asteroid используется микроконтроллер.

Рассмотрим взаимодействие Asteroid и Asterisk через Ethernet. Asteroid отправляет TDMoE пакеты через Ethernet. Полученные в PC TDMoE пакеты поступают в драйвер DAHDI. Драйвер DAHDI подавляет эхо (если необходимо), и передает сигнализацию и голос в Asterisk. Asterisk, получив сигнализацию и голос, выполняет все функции классической АТС, VoIP АТС, центра обработки вызовов, и пр. В обратную сторону, драйвер DAHDI получает от Asterisk сигнализацию и голос, упаковывает их в TDMoE пакеты, отправляет TDMoE пакеты в Ethernet.

Таким образом, Asteroid занимается доставкой сигнализации и голоса между портами FXS/FXO/GSM и портами Ethernet или E1, не разбирая логики самой сигнализации. Обработку сигнализации (Loop Start или E&M) осуществляет Asterisk, или любая другая АТС (при использовании E1).

Стоит отметить, что, используя подключение через Ethernet, возможна горячая замена банка каналов Asteroid и добавление новых банков каналов без перезагрузки сервера. При создании Asterisk серверов с резервированием, основной и резервные серверы могут использовать общий пул устройств Asteroid, что позволяет снизить общую стоимость системы.

Asteroid выпускается в нескольких вариантах исполнения (*):

Наименование	Порты FXS	Порты FXO	Порты GSM	E1	Эхо подавление
Asteroid-0L4S	30	0	0	-	-
Asteroid-4L0S	0	30	0	-	-
Asteroid-1L3S	22	8	0	-	-
Asteroid-0L4S-EC	30	0	0	-	+
Asteroid-4L0S-EC	0	30	0	-	+
Asteroid-1L3S-EC	22	8	0	-	+
Asteroid-0L4S-E1	30	0	0	+	-
Asteroid-4L0S-E1	0	30	0	+	-
Asteroid-1L3S-E1	22	8	0	+	-
Asteroid-1G3S-EC	23	0	2	-	+
Asteroid-1GLS-EC	16	7	2	-	+
Asteroid-2G2S-EC	16	0	4	-	+

Табл. 1. Варианты исполнения

* - во всех вариантах исполнения присутствует порт Ethernet.

1.1 Устройство модуля TDMoE

Для преобразования данных синхронного потока шины TDM в пакеты, данные накапливаются в одном из двух буферов **DB** (см. Рис.2). Данные из другого ранее заполненного буфера, передаются в Ethernet в формате TDMoE пакета. В одном пакете Ethernet передаются 8 фреймов TDM и темп передачи пакетов будет, соответственно, 1 КГц.

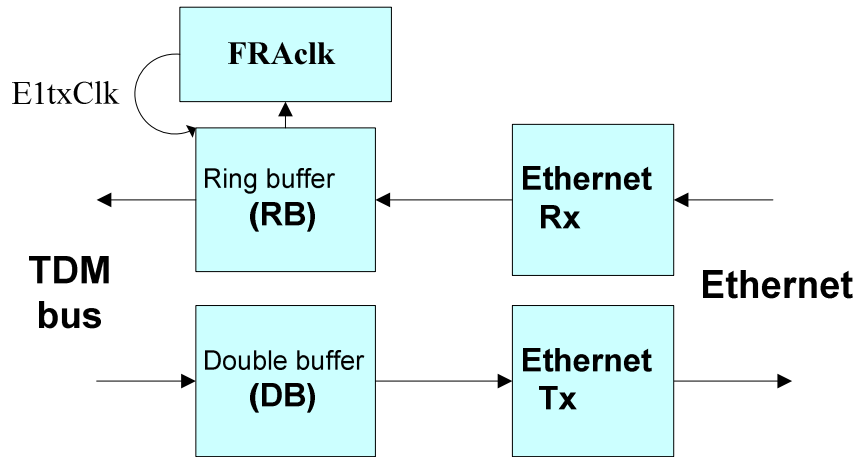


Рис. 2. Структура модуля TDMoE

Для обратного преобразования, пакеты TDMoE накапливаются в кольцевом буфере **RB** емкостью 8 пакетов (8*30*8 битов). Устройство буфера показано на Рис.3. Указатель адреса **PntW** указывает очередной буфер для записи и инкрементируется на единицу с приходом каждого следующего Ethernet пакета.

Одновременно, из кольцевого буфера идет выборка данных для синхронной передачи в шину TDM. Указатель адреса **PntR** указывает очередной буфер для чтения и инкрементируется на единицу после передачи в шину TDM текущего буфера.

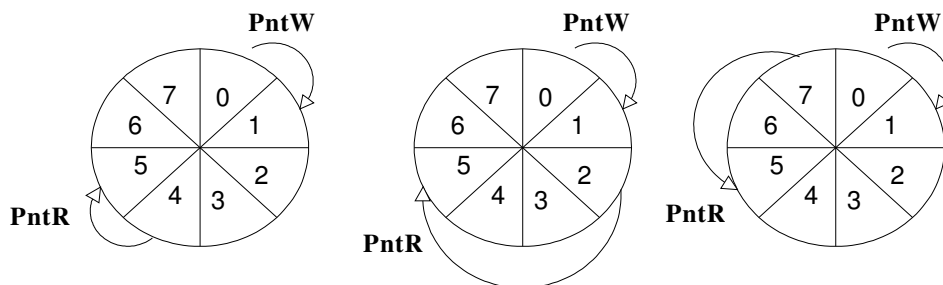


Рис. 3. Кольцевой буфер

Для идеальной работы конвертора, **PntW** должен опережать **PntR** примерно на половину емкости буфера (т.е. на 4 пакета). Но в реальности средний темп поступления пакетов по Ethernet отличается от темпа выдачи данных в шину TDM, определяемого внутренней частотой **E1txClk**.

Если указатель **PntR** достигнет значения **PntW+1**, то **PntR** не инкрементируется на 1, а инкрементируется на 3. В результате два пакета (один мультифрейм **E1**) будут утеряны. Эта ситуация отбрасывания (skip) фрагмента потока отражается в статистике ошибок **SkipErr=SkipEr+1**.

Если указатель **PntR** достигнет значения **PntW-1**, то **PntR** не инкрементируется на 1, а декрементируется на 2. В результате два пакета (один мультифрейм **E1**) будут повторно

переданы. Эта ситуация повтора (slip) фрагмента потока отражается в статистике ошибок SlipErr=SlipErr+1.

Темп “проскальзываний” определяется отклонением частоты приема пакетов от частоты передачи в шину TDM E1xCk. Например, при отклонении 15ppm, “проскальзывание” будет один раз в минуту. Такое “проскальзывание”, если оно случится не во время паузы телефонного разговора, будет слышно как щелчок. При работе ТЧ модема или факса произойдет сбой передачи (реально он не будет замечен, но повторная передача + затраты протокола приведут к понижению скорости соединения).

Заметим, что “проскальзываний” не будет, если синхронизация **Asterisk** производится от данного экземпляра Asteroid(Asteroid ведущий).

Для исключения “проскальзываний”, в случае, когда Asteroid является ведомым, должна быть разрешена работа цифрового регулятора **FRAClk(PLL)**. При этом, порт E1¹ должен иметь настройку clock source=internal. Регулятор управляется указателями кольцевого буфера. Если рассогласование **PntW** и **PntR** равно **4**, E1xCk равна частоте внутреннего кварцевого генератора, деленной на 12 (24576/12 = 2048кГц). При других рассогласованиях **PntW** и **PntR**, один раз в миллисекунду делается укорачивание или удлинение одного цикла E1xCk на величину 40ns * VCO. Конфигурационный параметр VCO² может быть задан **0** (нет регулирования), **1** (регулирование расхождения с ведущим не более 40 ppm) либо **2** (регулирование расхождения с ведущим не более 80 ppm).

При VCO=1, джиттер(на частоте 125Гц) выходного потока будет 0.08UI, а при VCO=2 будет 0.16UI. Оба значения удовлетворяют требованиям рекомендации G.823.

У конфигурационного параметра VCO есть еще одно диагностическое применение. При VCO = 8x (x- любая цифра), в поле статистики SkipErr будет отображаться максимальный период между пакетами Ethernet в микросекундах. При начальном запуске **Asterisk**, а также при возникновении проблем с синхронизацией, рекомендуется измерить этот период. Величина максимального периода более 1500, свидетельствует о большом джиттере пакетов. Это может быть вызвано установкой на сервере компонентов матобеспечения, недопустимых для совместной работы с **Asterisk** (например – XServer/X11).

Косвенным свидетельством большого джиттера, также, является наличие “проскальзываний” обоих типов SlipErr и SkipErr.

Как правило, в системе с синхронным обменом данными, одно из устройств является ведущим (задает синхронизацию остальных элементов системы).

Пример. Банк каналов Asteroid_1 сконфигурирован как clock source = internal, VCO=0, TDM Over Ethernet. Внутренняя синхронизация **Asterisk** должна быть настроена от потока **TDMoE** банка Asteroid_1. Второй банк каналов Asteroid_2 должен быть в этом случае сконфигурирован как clock source = internal, VCO=2, TDM Over Ethernet. Asteroid_2 “воспроизводит” частоту Asteroid_1.

1.2 Рекомендации по подключению Asteroid через порт Ethernet

Протокол TDMoE реализован непосредственно над MAC уровнем Ethernet, поэтому в тракте Ethernet между Asteroid и PC нельзя использовать маршрутизаторы (допустимы только хабы и коммутаторы).

К качеству передачи пакетов Ethernet (QoS) предъявляются высокие требования – джиттер задержки пакетов не более 1.5 мс. Реально это означает, что нужно применять выделенный порт

¹ См. “5.4. Настройки порта E1”. В режиме TDM Over Ethernet, шину **TDM** можно считать шиной **E1**.

² См. “5.3. Общие настройки”

Ethernet, к которому может быть подключено несколько РС с Asterisk и несколько Asteroid. Другой сетевой трафик в этом сегменте нежелателен.

Для сети 100baseTx количество подключенных узлов может быть до 20 шт , исходя из пропускной способности тракта Ethernet. Быстродействие РС и конфигурация Asterisk определяет реально работоспособное количество Asteroid в системе.

2. Технические характеристики

2.1. Общие параметры

параметр	значение
габариты	430x250x45 мм
вес	3 кг
энергопотребление	50 Вт
рабочий диапазон температур	от +5°C до +45°C
температура хранения и транспортировки	от -40°C до +70°C
относительная влажность	до 80%
напряжение питания (на разъеме AC)	220В +- 20%

2.2. Параметры интерфейса E1

параметр	значение
тип соединителя	RJ45, 8 контактов
тип линии	симметричная витая пара, 120 ом
номинальное напряжение импульса	3 В +- 10%
скорость передачи данных	2048 кбит/с +- 50 ppm
кодирование	AMI/HDB3
затухание сигнала, не более, (E1a)	-40 дБ
соответствие стандартам	МСЭ-Т G.703, G.704, G.706, G.732, G.823
форма импульса	по рекомендации G.703
размах фазового дрожания	по рекомендации G.823
структура кадров	по рекомендации G.704

2.3. Параметры интерфейса Ethernet

параметр	значение
тип соединителя	RJ45, 8 контактов
тип линии	симметричная витая пара (UTP)
скорость передачи данных, мбит/с	100
соответствие стандартам	IEEE 802.3
режимы работы	дуплекс, полудуплекс, автоопределение

2.4. Параметры портов FXS/FXO

кодирование	PCM А-закон (ITU-T G.711) PCM μ-закон (PUB-43801)
номинальный уровень сигнала	0 dBm +- 0.5 dB
номинальный импеданс линии	600 Ом
отраженный сигнал (300..3400 Гц), FXS	не более -20 дБ
отраженный сигнал (300..3400 Гц), FXO	не более -12 дБ
неравномерность АЧХ (относительно 1 кГц) в диапазоне 300..3400 Гц	+/- 1 дБ
уровень шумов	не более -47 dBm
номинальный ток в линии (FXS)	20 mA
Сигнал звонка (FXS)	100 V (от пика до пика), 25 Гц

2.5. Параметры портов GSM

Параметр	Значение
Диапазоны частот	850/900/1800/1900 МГц
Разъем для подключения внешней антенны	SMA «мама»
Индикация режимов работы	4 светодиода/канал
Поддержка Caller ID	Есть
Тип сигнализации на стороне Asterisk	E & M

2.6. Параметры консоли

Параметр	Значение
Стандарт	USB
Режим работы	Эмуляция последовательного порта
скорость передачи данных, в режиме эмуляции, кбит/с	38400
контроль потока	отсутствует

3. Подключение устройства

3.1. Расположение органов управления, индикации и разъемов

На передней панели устройства расположены:

- PORT1-31 – порты FXS/FXO, по 4 порта на каждый разъем RJ-45
- ETHERNET/E1 - 8-контактный разъем для подключения к локальной сети или линии E1
- ALRM - индикатор включения/потери несущей
- LINK - индикатор целостности линии Ethernet
- CONSOLE - USB разъем для подключения консоли

Примечание. Для модификаций устройства со встроенным портом E1, гнездо ETHERNET служит для подключения линии E1. Назначение выводов, как при подключении E1, так и при подключении к локальной сети, приведено в таблицах ниже.

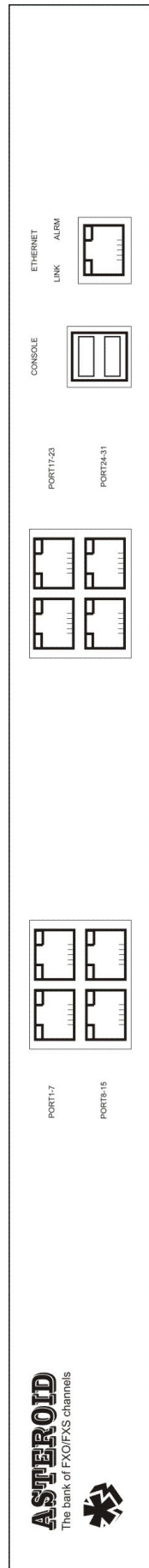


Рис. 4. Передняя панель

На задней панели расположены:

- AC 220V - гнездо для подключения питания
- ON/OFF - кнопка включения питания
- Вентилятор охлаждения

Примечание. Заземление устройства выполняется через заземляющую клемму разъема AC 220V. **Заземление должно быть выполнено обязательно!** Для питания используется стандартный компьютерный кабель питания с тремя жилами, одна из которых - земля.

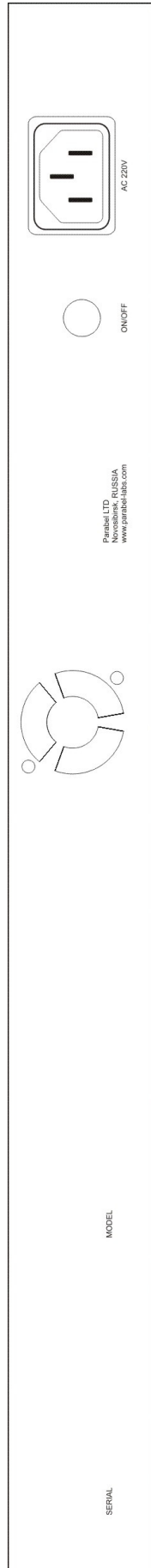


Рис. 5. Задняя панель

3.2. Описание разъемов

Контакт	Цепь	Направление
1	RX+	Вход
2	RX-	Вход
3		
4	TX+	Выход
5	TX+	Выход
6		
7		
8		

Табл. 2. Сигналы разъема ETHERNET/E1 для модификаций с портом E1

Контакт	Цепь	Направление
1	TX+	Выход
2	TX-	Выход
3	RX+	Вход
4,5		
6	RX-	Вход
7,8		

Табл. 3. Сигналы разъема ETHERNET/E1 для модификаций без порта E1

Контакт	Цепь
1	TIP3
2	RING3
3	TIP1
4	RING0
5	TIP0
6	RING1
7	TIP2
8	RING2

Табл. 4. Сигналы портов FXS/FXO

К каждому из 8-контактных разъемов подключается 4 телефонных пары (TIP/RING- пара), причем в качестве кабеля может быть использован стандартный патч-корд UTP или STP (см. [Приложение D](#)). Младшим по логике работы портам соответствует левый разъем, старшим портам – правый.

ВНИМАНИЕ ! Порты 0 и 16 не используются.

контакт	сигнал
1	
2	Data-
3	Data+
4	GND

Табл. 5. Сигналы разъема USB консоли

4. Соответствие портов и каналов в различных модификациях устройства

Модель: Asteroid-1L3S, Asteroid-1L3S-EC	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
Port 0	Не используется
Port 1-7	1-7 /FXS
Port 8-15	8-15 /FXO
Port 16	Не используется
Port 17-23	16-22 /FXS
Port 24-31	23-30 /FXS

Модель: Asteroid-0L4S, Asteroid-0L4S-EC	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
Port 0	Не используется
Port 1-7	1-7 /FXS
Port 8-15	8-15 /FXS
Port 16	Не используется
Port 17-23	16-22 /FXS
Port 24-31	23-30 /FXS

Модель: Asteroid-4L0S, Asteroid-4L0S-EC	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
Port 0	Не используется
Port 1-7	1-7 /FXO
Port 8-15	8-15 /FXO
Port 16	Не используется
Port 17-23	16-22 /FXO
Port 24-31	23-30 /FXO

Модель: Asteroid-1G3S-EC	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
GSM 0	3 / E&M
GSM 1	7 /E&M
Port 8-15	8-15 /FXS
Port 16	Не используется
Port 17-23	16-22 /FXS
Port 24-31	23-30 /FXS

Модель: Asteroid-2G2S-EC	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
GSM 0	3 / E&M
GSM 1	7 /E&M
Port 8-15	8-15 /FXS
GSM 2	18 /E&M
GSM 3	22 /E&M
Port 24-31	23-30 /FXS

Модель: Asteroid-1GLS-EC	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
GSM 0	3 / E&M
GSM 1	7 /E&M
Port 8-15	8-15 /FXS
Port 16	Не используется
Port 17-23	16-22 /FXO
Port 24-31	23-30 /FXS

Модель: Asteroid-0L4S-E1	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
Port 0	Не используется
Port 1-7	1-7 /FXS
Port 8-15	8-15 /FXS
Port 16	Не используется
Port 17-23	17-23 /FXS
Port 24-31	24-31 /FXS

Модель: Asteroid-4L0S-E1	
Номер порта на разъеме	Канал DAHDI/ Тип канала
Port 0	Не используется
Port 1-7	1-7 /FXO
Port 8-15	8-15 /FXO
Port 16	Не используется
Port 17-23	17-23 /FXO
Port 24-31	24-31 /FXO

Модель: Asteroid-1L3S-E1	
Номер порта на разъеме	Канал E1/ Тип канала
Port 0	Не используется
Port 1-7	1-7 /FXS
Port 8-15	8-15 /FXO
Port 16	Не используется
Port 17-23	17-23 /FXS
Port 24-31	24-31 /FXS

5. Конфигурация устройства через консоль

5.1. Подключение консоли

Подключение консольного порта осуществляется к USB порту компьютера с помощью кабеля-переходника, входящего в комплект устройства. Консоль работает в режиме эмуляции последовательного порта (COM), поэтому после подключения кабеля в системе должен появиться дополнительный последовательный порт. Проконтролировать это можно в диспетчере устройств. В папке «Порты COM и LPT» появится устройство «USB Serial Port (COM3)». Если дополнительный порт не появился, необходимо установить драйвер USB устройства, который расположен в папке \\asteroid\USB_console_drv\ на диске, входящем в комплект устройства. Драйвер также можно скачать с сайта <http://www.ftdichip.com>.

После появления дополнительного порта, к нему необходимо подключиться терминальной программой Teraterm (или hyperterm) с параметрами 38400, 8b, 1s, np, flow control=off. Необходимо помнить, что после выключения/включения банка каналов, терминальную программу необходимо также перезапустить.

5.2. Главное меню программы конфигурации

После включения питания (или сброса) Asteroid выводит на консоль главное меню и переходит в режим ожидания. Настройка параметров банка каналов Asteroid осуществляется путем перехода по системе иерархических меню и выбора нужных параметров для редактирования. После редактирования параметров настройки можно сохранить в энергонезависимой памяти, для чего существует соответствующий пункт меню.

В верхней части экрана выводится версия прошивки и наиболее важные настройки и статусы линий. В нижней части экрана выводится текущее меню (см. "Рис. 6. Главное меню").

```
Asteroid monitor, v2.2 30/03/2010, Updates: http://parabel.ru/
Firmware: Asteroid{0xB}, Revision: 0x3, Temperature(C): 27
E1/A Cfg: Line code=HDB3, Clock=Internal, CRC4=On
Slots {0: ALaw,FXS 1: ALaw,FXO 2: ALaw,FXS 3: ALaw,FXS}
E1/A status: LOS=Off, LOF=Off, LOM=Off, LOC=Off, RAIS=Off, FrErr=0/0
TDMoE {status : SkipEr=0, SlipEr=0, RxNuEr=0 <> mac: 005555555500}
      1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1
FXO/FXS state:  BBBB... ..
```



```
1. Configuration >>
2. Status >>
3. Test >>
8. Start bootloader
9. Reset
```

Рис. 6. Главное меню

Для выбора пункта используйте цифры 0-9. Остальные клавиши будут игнорироваться. Для выхода из меню на уровень вверх нажмите 0.

5.3. Общие настройки

Configuration/Common/VCO – установка параметров ФАПЧ.

Режим работы ФАПЧ(PLL). Выключение ФАПЧ – значение VCO = 0.

Регулирование расхождения с ведущим не более 40 ppm – значение VCO = 1.

Регулирование расхождения с ведущим не более 80 ppm – значение VCO = 2.

Диагностический режим - VCO = 8x (x- любая цифра). В поле статистики SkipErr будет отображаться максимальный период между пакетами Ethernet в микросекундах.

Номинальная частота (ФАПЧ) - 2048000 Гц.

ФАПЧ работает только от потока TDMoE, при условии “Configuration/E1/Clock source = Internal”.

Configuration/Common/MAC – установка MAC адреса Ethernet порта устройства. Пользователь может самостоятельно выбрать MAC адрес, отличный от установленного производителем. При выборе адреса необходимо учитывать, что все TDMoE устройства в одной сети должны иметь уникальный адрес.

Configuration/Common/EC – включить (On) или выключить (Off) аппаратное эхоподавление. Данная настройка имеет смысл только для моделей Asteroid с опцией эхоподавления.

Configuration/Common/E1 – выбор порта E1 (On), или порта Ethernet (Off) для подключения Asteroid к АТС/Asterisk. Одновременно только один порт может использоваться для подключения.

Configuration/Common/DST MAC – адрес назначения. Если данное поле нулевое, адрес назначения определяется автоматически. Банк каналов в этом случае отвечает на пакеты от первого обратившегося по Ethernet сервера. Если поле не нулевое, прием/отправка пакетов будет осуществляться только от/в данный адрес. DST MAC необходимо назначать в случае соединения «точка-точка».

5.4. Настройки порта E1

Configuration/E1/Line code – установка требуемого линейного кода порта E1a (AMI или HDB3).

Configuration/E1/Clock source – выбор источника синхронизации E1. **Line** – синхронизация по приемному потоку E1, **Internal** – синхронизация по внутреннему источнику. В общепринятой терминологии, **Line** соответствует режиму **E1 slave**, **Internal** соответствует **E1 master**.

Configuration/E1/CRC4 – включить (on) или выключить (off) генерацию CRC4 в направлении передачи

5.5. Настройки портов FXS/FXO/GSM

Configuration/Slots/Slot N – отображает тип модуля (FXS или FXO), установленного в соответствующий слот. Модуль GSM опознается как FXO.

Configuration/Coding law/Slot N – выбор закона (A-закон или μ -закон) для слота 0..3.

5.6. Сохранение/Восстановление настроек

Configuration/Factory – восстановление заводских настроек (без сохранения)

Configuration/Restore – восстановление настроек из энергонезависимой памяти

Configuration/Save – сохранение настроек в энергонезависимой памяти

5.7. Средства тестирования и диагностики

Test/E1/Loop – включение внутреннего шлейфа на соответствующем порту E1 (см. “Рис. 7. Режим Loop”).

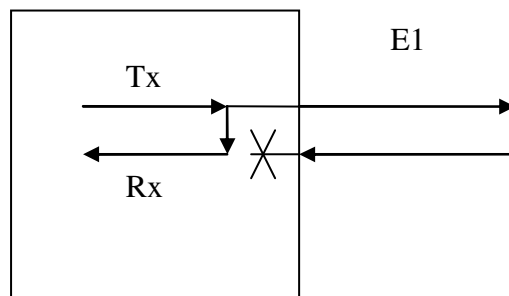


Рис. 7. Режим Loop

Test/E1/Rloop – включение удаленного шлейфа на соответствующем порту E1 (см. “Рис. 8. Режим Rloop”Рис. 8).

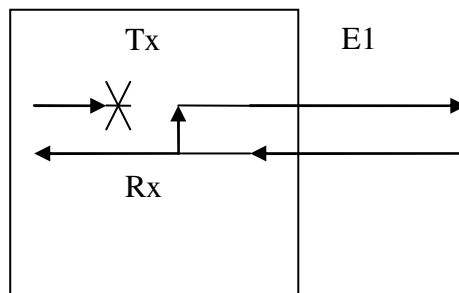


Рис. 8. Режим Rloop

Test/E1/TAOS – посылка сигнала аварии (все “1”)

Test/E1/Freq – замерить и отобразить частоту несущей E1 по отношению к внутренней опорной синхронизации устройства

Test/Port/Port #N – выбор тестируемого порта модулей FXS/FXO. Необходимо выбрать порт 0 после окончания тестирования, для возврата в рабочий режим.

Test/Port/Line ring – Включить (On) или выключить (Off) звонок (для модулей FXS).

Test/Port/Line hook – Поднять (On) или опустить (Off) трубку (для модулей FXO).

Test/Port/E1 tx hook – Выслать в E1 или Ethernet(TDMoE) сигнализацию, что труба поднята (On) или опущена (Off).

6. Мониторинг работы устройства

Статусная информация распечатывается в шапке экранного меню.

Поле	Расшифровка	Значение	Комментарий
LOS	Lost Of Signal	On	Нет сигнала E1
		Off	Сигнал E1 присутствует, нет аварии
LOF	Lost Of Frame ³	On	Не обнаружена структура фрейма G.704
		Off	Есть фреймовая синхронизация в соответствии с G.704
LOM	Lost Of Multiframe	On	Не обнаружена структура CAS мультифрейма
		Off	Есть синхронизация по CAS мультифрейму
LOC	Lost Of CRC4	On	Не обнаружена правильная последовательность CRC4
		Off	Обнаружена правильная последовательность CRC4
RAIS	Remote Alarm Indication Signal	On	Обнаружена ошибка фрейма ответной (принимающей) стороны
		Off	Нет ошибок фрейма ответной (принимающей) стороны
FrErr	Frame Errors	XX/YYYY	XX – 8 разрядный счетчик потерь цикловой сигнализации YYYY – 16 разрядный счетчик ошибок CRC4

Табл. 6. Статусная информация портов E1

³ При использовании порта Ethernet, LOS/LOF порта E1 отображают наличие и правильность пакетов TDMoE.

Поле	Расшифровка	Комментарий
SkipErr	Skipped errors	Отброшено пакетов из TDMoE (средняя скорость TDMoE выше скорости внутренней шины TDM)
SlipErr	Slipped errors	Повторно передано пакетов (средняя скорость TDMoE ниже скорости внутренней шины TDM) ⁴
RxNuErr	Received Numeration Errors	Нарушений нумерации пакетов в TDMoE
mac	MAC address	(Ethernet)MAC адрес Asteroid

Табл. 7. Статусная информация модуля TDMoE

Поле	Расшифровка	Комментарий
B	Busy	Поднята труба на порту FXS
R	Ringing	Есть звонок с порта FXO

Табл. 8. Статусная информация портов FXS/FXO

Примечания:

1. Обновление статуса происходит только при нажатии на клавиатуру.
2. Сброс счетчиков ошибок происходит при обращении к тестовому меню /Status/Clear .

⁴ Рост SkipErr или SlipErr возможен, если неправильно выбран источник часов для **DAHDI** и Asteroid. Одновременный рост SlipErr и SkipErr сигнализирует о сильной загрузке Ethernet оборудования (Switch), или некорректной обработке прерываний на PC с **DAHDI/Asterisk**.

7. Подключение к АТС/Asterisk

7.1 Введение

Как было сказано ранее, Asteroid является банком каналов, и может быть подключен или к АТС через порт E1, или к Asterisk через порт Ethernet или порт E1.

Рассмотрим в следующих главах подробнее настройку самой АТС и Asterisk. Подключение Asteroid к Asterisk серверу через порт E1 возможно, однако, рассматривать его отдельно мы не будем.

Внимание, все написанное ниже верно для DAHDI версии 2.2.1 и новее с исправлениями компании Парабел [<http://parabel.ru/download/>]. Подробнее см. “7.7 Исправления DAHDI”.

7.2 Настройка DAHDI для подключения Asteroid

Физическое подключение Asteroid к Asterisk серверу осуществляется через Ethernet по протоколу TDMoE (TDMoX через Ethernet). На уровне ядра операционной системы, взаимодействие между Asterisk и различным телефонным оборудованием осуществляется через драйвер DAHDI. Например, поддержка протокола TDMoE реализована в модулях **dahdi_dynamic** и **dahdi_dynamic_eth**, входящих в состав DAHDI.

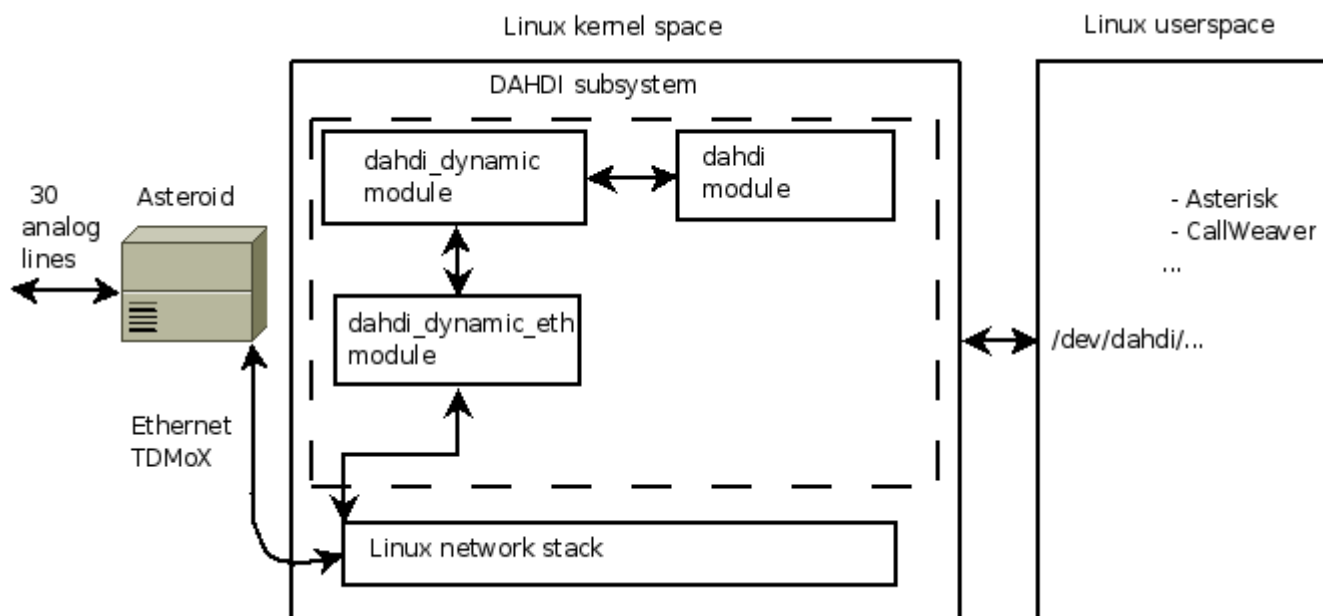


Рис. 9. Внутренняя архитектура DAHDI

Устройству Asteroid в драйвере DAHDI сопоставляется так называемый **Dynamic SPAN**—диапазон канальных интервалов (каналов, слотов), который описывается ключевым словом **dynamic** в файле конфигурации **system.conf**. Отличие от **SPAN** состоит в том, что **Dynamic SPAN** регистрируется динамически, при загрузке конфигурации утилитой **dahdi_cfg** (в то время как **SPAN** регистрируется при загрузке драйвера адаптера). В поле **dynamic** пользователь при конфигурации DAHDI задает параметры, описывающие соединение с Asteroid и порядок упаковки данных в TDMoE пакеты. Параметры разделены запятыми. Пример описания поля **dynamic** можно посмотреть в [Приложении В](#).

Первым параметром поля **dynamic** задается имя сетевого интерфейса, через который будет осуществляться связь с Asteroid.

Второй параметр задает MAC (Ethernet) адрес устройства Asteroid. Это тот же самый адрес, который был указан при конфигурации Asteroid через консольное меню. Если к **Asterisk** серверу подключено несколько устройств Asteroid, каждому необходимо выбрать отдельный MAC адрес и описать его в отдельном поле **dynamic**, т.е. описать отдельный **SPAN**.

Третий параметр задает количество канальных интервалов, которое обслуживает устройство Asteroid. Необходимо отметить, что между сервером **Asterisk** и Asteroid всегда передается одинаковое количество голосовых каналов – 30, независимо от того, используются они для телефонии или нет. Значение этого поля также сообщает устройству Asteroid, каким образом упаковывать биты телефонной сигнализации в **TDMoE** пакеты.

Четвертый параметр задает приоритет устройства, как источника синхронизации драйвера **dahdi_dynamic**.

Отметим также, что канальные интервалы в **Asterisk** имеют сквозную нумерацию. Например, если в системе установлено два устройства Asteroid, то первому устройству будут соответствовать каналы 1-30, второму 31-60.

Описанная выше конфигурация хранится в файле **/etc/dahdi/system.conf**. Для записи конфигурации используется программа **dahdi_cfg**. Получив настройки, драйвер **DAHDI** начинает передавать данные в Asteroid по указанному в конфигурации MAC адресу. Получив “свои” данные, Asteroid начинает передавать поток **TDMoE** обратно серверу.

7.3 Синхронизация **DAHDI**

Для четкости, введем базовые термины:

- Адаптер – плата, устанавливаемая в слот PCI, вводящая один или несколько потоков (аналоговых или цифровых) в PC.
- **SPAN** - диапазон канальных интервалов (каналов, слотов), сопоставляемый порту устройства в драйвере **DAHDI**. **SPAN** создается драйвером соответствующего устройства (например, драйвером адаптера **Quasar**, вводящим 2-8 портов E1), и конфигурируется строкой “span=” в файле конфигурации **system.conf**.
- **Dynamic SPAN** - диапазон канальных интервалов (каналов, слотов), сопоставляемый порту устройства в драйвере **DAHDI**. **Dynamic SPAN** регистрируется и конфигурируется строкой “dynamic =” в файле конфигурации **system.conf** динамически, при загрузке конфигурации утилитой **dahdi_cfg** (в то время как **SPAN** регистрируется при загрузке драйвера адаптера).

Драйвер **DAHDI** выполняет для **Asterisk** две функции – предоставляет данные и синхронизацию. Для **Asterisk** синхронизация необходима в первую очередь для конференций.

Синхронизация в **DAHDI** – один из самых тонких и важных моментов в настройке **DAHDI** и **Asterisk**. Правильная настройка **DAHDI** подразумевает выбор главного источника синхронизации и выбор второстепенных (резервных) источников синхронизации.

Важность настройки синхронизации обусловлена тем, что на уровне драйвера **DAHDI**, работа ведется с потоками от устройств (голос – это непрерывный поток данных), а не с пакетами (как в VoIP). То есть при расхождении синхронизации между разными потоками, данные будут рваными. Особенно это будет заметно при подключении факсов/модемов. Темп, с которым будут происходить потери (Skip) или повторы (Slip) голосовых кадров (фреймов) зависит от величины рассинхронизации потоков.

Синхронизация в **DAHDI** для канала не столь важна только в случаях, если выбранный канал отображен в систему как сетевое устройство (строка **nethdnc** в **system.conf**), или данные из канала поступают в **Asterisk** (не осуществляется кросс-коммутация каналов).

Для корректной работы, драйверу **DAHDI** необходим надежный (“хороший”) источник синхронизации. Таким источником может выступать либо аппаратное устройство, которому сопоставляется (**dynamic**)**SPAN**, либо внутренний таймер PC.

Драйвер **dahdi_dummy**⁵ – это виртуальный адаптер (**SPAN**), предоставляющий в **DAHDI** 0 каналов, синхронизуемый от внутреннего таймера PC.

Алгоритм выбора источника синхронизации (мастера) драйвером **DAHDI** следующий:

1. На каждой итерации (добавление **SPAN**, удаление **SPAN**, изменение состояния **SPAN**) происходит арбитраж. Мастером становится первый (в порядке регистрации) запущенный (инициализированный утилитой **dahdi_cfg**) **SPAN** без ошибок, с не нулевым количеством слотов (**каналов**).
2. Если нет **SPAN**'а удовлетворяющего условию 1, мастером становится виртуальный **SPAN** драйвера **dahdi_dummy**⁵ (внутренний таймер PC).

Сказанное выше, означает, что:

1. Поле **timing** в строке **span=...** не влияет на выбор мастера для **DAHDI**. Поле **timing** – рекомендация драйверу адаптера в выборе источника синхронизации для адаптера.
2. Адаптеры имеют приоритет выше, чем устройства **dahdi_dynamic**.
3. Устройства **dahdi_dynamic** могут быть как источником синхронизации, так и потребителями.

Теперь перейдем к синхронизации **TDMoE** устройств (устройств, обслуживаемых драйверами **dahdi_dynamic** и **dahdi_dynamic_eth**). Драйвер **dahdi_dynamic** имеет свою систему таймирования.

Выбор источника синхронизации **dahdi_dynamic** осуществляется по следующему алгоритму:

1. При загрузке **dahdi_dynamic**, источником синхронизации **dahdi_dynamic** становится драйвер **DAHDI**. Т.е. синхронизация поступает от **SPAN** устройств (адаптеров) или **dahdi_dummy**⁵ (внутренний таймер PC).
2. При создании нового **Dynamic SPAN** устройства осуществляется поиск нового источника синхронизации. Рабочее устройство **Dynamic SPAN** (НЕ в статусе **ALARM**), с наименьшим приоритетом (не равным 0) становится источником синхронизации для **dahdi_dynamic**. Также, это устройство (и только оно) может стать источником синхронизации для **DAHDI**.
3. Если в результате арбитража нет источников синхронизации, источником для **dahdi_dynamic** становится **DAHDI**.

Выдача данных из **dahdi_dynamic** в Ethernet производится по часам **dahdi_dynamic**. Из сказанного ясно, что для начала работы Asteroid (**dahdi_dynamic**) необходим “стартовый” импульс, т.е. необходим драйвер **dahdi_dummy**⁵ или адаптер.

Настройка синхронизации (таймирования) **TDMoE** устройств осуществляется в поле “**timing**” строки “**dynamic=**” конфигурационного файла (**system.conf**). Чем ниже цифра – тем выше приоритет. 0 означает не использовать устройство как источник синхронизации **dahdi_dynamic**.

⁵ В версии **DAHDI** следующей за 2.2.1, таймер PC будет интегрирован в драйвер **dahdi**, **dahdi_dummy** будет исключен.

При значении 0 в поле `timing`, **TDMoE** устройство должно подстраивать свои внутренние часы (свою синхронизацию) по входящим **TDMoE** пакетам.

При неправильной установке источников синхронизации (часов), возможны отбрасывания пакетов **TDMoE** (`SkipErr`), повторы пакетов **TDMoE** (`SlipErr`).

Общее правило для синхронизации – в цепочке любой длины должно выполняться правило: ведущий должен быть соединен с ведомым. Если это правило не выполняется, то будут происходить потери (`skip`) или повторы (`skip`) фреймов/кадров.

7.3.1 Синхронизация DAHDI – Asteroid ведущий

Рассмотрим схему включения устройства Asteroid в режиме ведущего. В файле `system.conf` банк каналов должен быть описан строкой:

```
dynamic=eth,eth1/00:55:55:55:55:00,30,1
```

Что соответствует **TDMoE** устройству, подключенному к сетевому порту `eth1` с адресом “00:55:55:55:55:00”.

Asteroid должен содержать следующие настройки:

```
Configuration/Common/MAC = 00:55:55:55:55:00
```

```
Configuration/Common/E1 = Off
```

```
Configuration/E1/Clock source = Internal
```

```
Configuration/Common/VCO = 0
```

После старта **DAHDI** и его конфигурации программой `dahdi_cfg`, `dahdi_dynamic` не получает пакетов от Asteroid, так как Asteroid не знает адрес сервера. Устройство находится в статусе `RED ALARM`.

Поэтому сразу после старта драйвер **DAHDI** использует синхронизацию драйвера `dahdi_dummy`⁵ (внутренний таймер PC).

Драйвер `dahdi_dynamic`, в свою очередь, вынужден выбрать источником синхронизации драйвер **DAHDI**.

Получив синхронизацию, `dahdi_dynamic` начинает передавать данные в Asteroid. Asteroid принимает “свои” пакеты и начинает передавать пакеты **TDMoE** обратно серверу. Получив ответ от Asteroid, `dahdi_dynamic` выбирает Asteroid источником синхронизации, меняет статус на рабочий, и становится источником часов для **DAHDI**.

Результат – **DAHDI** и `dahdi_dynamic` используют синхронизацию от Asteroid.

7.3.1 Синхронизация DAHDI – Asteroid ведомый

Рассмотрим схему включения устройства Asteroid в режиме ведомого. `system.conf`.

```
dynamic=eth,eth1/00:55:55:55:55:00,30,0
```

В приведенном файле описано **TDMoE** устройство, подключенное к сетевому порту `eth1` с адресом “00:55:55:55:55:00”.

Asteroid должен содержать следующие настройки:

```
Configuration/Common/MAC = 00:55:55:55:55:00
```

```
Configuration/Common/E1 = Off
```

```
Configuration/E1/Clock source = Internal
```

```
Configuration/Common/VCO = 1 или 2
```

После старта **DAHDI** и его конфигурации программой **dahdi_cfg**, **dahdi_dynamic** не получает пакетов от Asteroid, так как Asteroid не знает адрес сервера. Устройство находится в статусе RED ALARM.

Поэтому сразу после старта драйвер **DAHDI** использует синхронизацию драйвера **dahdi_dummy**⁵ (внутренний таймер PC).

Драйвер **dahdi_dynamic**, в свою очередь, вынужден выбрать источником синхронизации драйвер **DAHDI**.

Получив синхронизацию, **dahdi_dynamic** начинает передавать данные в Asteroid. Asteroid принимает “свои” пакеты и начинает передавать пакеты **TDMoE** обратно серверу. Получив ответ от Asteroid, **dahdi_dynamic** выбирает Asteroid источником синхронизации, меняет статус на рабочий, и оставляет источником синхронизации **DAHDI**.

Результат – **DAHDI** и **dahdi_dynamic** используют синхронизацию от **dahdi_dummy**⁵ (внутренний таймер PC).

Роль модуля **dahdi_dummy**⁵ может исполнять любой SPAN, например, **Quasar**.

В приведенном примере, Asteroid будет подстраивать свои часы по темпу пакетов **TDMoE** с помощью **ФАПЧ**. Если **ФАПЧ** будет неспособен скомпенсировать расхождение темпа пакетов **TDMoE** и внутренних часов (синхронизации), будут расти ошибки SlipErr и(или) SkipErr.

7.4 Статистика DAHDI/dahdi_dynamic

Статистика драйвера DAHDI содержится в файлах /proc/DAHDI/SPAN, где SPAN – номер SPAN’а .

- (MASTER) означает, что SPAN является источником синхронизации DAHDI
- ClockSource означает, что SPAN является источником синхронизации остальных каналов на плате, к которой относится этот SPAN.

Статистика драйвера dahdi_dynamic содержится в файле /proc/dahdi/dahdi_dynamic_stats.

- **taskletrun**, **taskletsched**, **taskletexec** – счетчики исполнения tasklet’ов.
- **txerrors** – счетчик неисполненных tasklet’ов. Рост этого счетчика свидетельствует о высокой загрузке системы, или слипшихся (приходящих группами) пакетах Ethernet.
- **slip** – счетчик повторенных пакетов. Счетчик растет, если темп выдачи пакетов **TDMoE** выше темпа приема пакетов **TDMoE**.
- **skip** – счетчик пропущенных пакетов. Счетчик растет, если темп выдачи пакетов **TDMoE** ниже темпа приема пакетов **TDMoE**.
- **rxnuerr** – счетчик ошибок нумерации пакетов. Рост этого счетчика означает потерю пакетов Ethernet (каждый **TDMoE** пакет имеет номер).

Стоит отдельно отметить, что ненулевое значение счетчиков **slip**, **skip**, **rxnuerr**, **txerrors** не является признаком некорректной настройкой синхронизации. Признаком некорректной настройки синхронизации является рост значений этих счетчиков.

7.5 Пошаговая настройка подключения к Asterisk

Для подключения Asteroid к Asterisk через Ethernet необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить Asteroid к PC. См. главу [Подключение устройства](#). Убедиться, что горит светодиод Link
2. Настроить Asteroid, сохранить конфигурацию.
3. Настроить **DAHDI** и **Asterisk**.

Рассмотрим конфигурацию Asteroid подробнее.

Asteroid надо указать его mac адрес (адреса не должны дублироваться), что работать с АТС/Asterisk будем по протоколу **TDMoE (Configuration/Common/E1 = Off)**, выбрать режим синхронизации (**Configuration/E1/Clock source** и **Configuration/Common/VCO**), выбрать закон (**Configuration/Coding law/Slot N = А-закон / μ-закон**) для модулей. Закон в настройках Asteroid должен совпадать с законом для каналов в **system.conf**.

Перейдем к настройке **DAHDI**.

Драйверу **DAHDI** мы должны сообщить ряд параметров, таких как mac адрес Asteroid, количество каналов (всегда 30), приоритет (см. “7.3 Синхронизация DAHDI”).

Рассмотрим конфигурацию из [Приложения В](#). В конфигурации указано, что Asteroid подключен (напрямую, или через switch) к интерфейсу eth1, Asteroid имеет адрес “00:55:55:55:55:00”, для всех портов используется закон А-закон, порты 8-15 – порты FXO с сигнализацией Loop Start, порты 23-30 – порты FXS с сигнализацией Loop Start, с временными характеристиками для Франции. Также, указано, что **DAHDI** будет работать с Asteroid как с ведомым устройством. То есть, для данной конфигурации, Asteroid должен быть сконфигурирован **Clock source=Internal, VCO=1** или **2**.

Теперь настройки можно передать драйверу **DAHDI** (командой **dahdi_cfg**).

Утилита **dahdi_tool** покажет состояние всех устройств. Если устройство **TDMoE** находится в статусе RED ALARM, то от него не приходят **TDMoE** пакеты. Возможные причины – несовпадение адресов в конфигурации **DAHDI** и Asteroid, или отсутствие мастера у драйвера **DAHDI** (см. [Синхронизация DAHDI](#)).

Убедиться в отсутствие потерь пакетов можно в мониторе Asteroid, сбросив статистику, и обновляя экран. Счетчики ошибок **TDMoE** не должны расти.

Напомним еще раз способ отображения портов FXS/FXO на каналы **TDMoE**. FXS/FXO порты (1-15,17-31) отображаются в **TDMoE** (1-15,16-30). То есть порты 0 и 16 недоступны.

Настройка ввода данных из драйвера **DAHDI** в **Asterisk** осуществляется в файле **/etc/asterisk/chan_dahdi.conf**. В **Asterisk** принято указывать тип сигнализации, обрабатываемой ответной стороной. Так, для FXO порта Asteroid, подключенного к АТС надо указать тип **fxs_ls**.

```
callerid="From PSTN"
echocancel=yes
;rxgain=3.0
;txgain=6.0
signalling=fxs_ls
context=call_from_pstn
channel=8-15
```

В данном примере **Asterisk** будет обрабатывать звонки от каналов 8-15 с сигнализацией FXS Loop Start, с включенным эхоподавлением. Звонки будут попадать в контекст **call_from_pstn**.

В обратную сторону настройка осуществляется, например, в файле **extensions.conf**. Макрос “Dial(DAHDI/2)” осуществляет вызов на канал 2.

7.6 Подключение Asteroid через порт E1

Используя порт E1, Asteroid может быть подключен к АТС или к **Asterisk**.

В групповом потоке E1, Asteroid использует сигнализацию Loop Start – подмножество сигнализаций CAS (Channel Associated Signaling).

Необходимо сконфигурировать Asteroid для работы через порт E1, настроить модули FXS/FXO/GSM - используемый закон, источник синхронизации master/slave.

Далее, следует настроить АТС на использование сигнализации Loop Start для портов FXO/FXS или E&M для портов GSM,.

7.7 Исправления DAHDI

Пакет DAHDI версии 2.2.1 содержит ряд ошибок, не позволяющих полноценно использовать TDMoE. Оригинальный драйвер с исправлениям и эхоподавителем OSLEC доступен по адресу <http://parabel.ru/download/> .

Список ошибок:

- Добавлена статистика драйвера dahdi_dynamic в procfs.
- Реализован симметричный арбитраж источника синхронизации. Так, в оригинальном драйвере, источником становился первый загруженный SPAN, но при появлении ошибок на нем осуществлялся арбитраж. Таким образом, **dahdi_dummy**⁵ при загрузке становился источником навечно.
- Добавлен входящий буфер dahdi_dynamic для исключения потерь, вызванных дрожанием фазы двух или более TDMoE устройств.

Данные исправления отправлены на bugs.digium.com.

<https://issues.asterisk.org/view.php?id=13562>

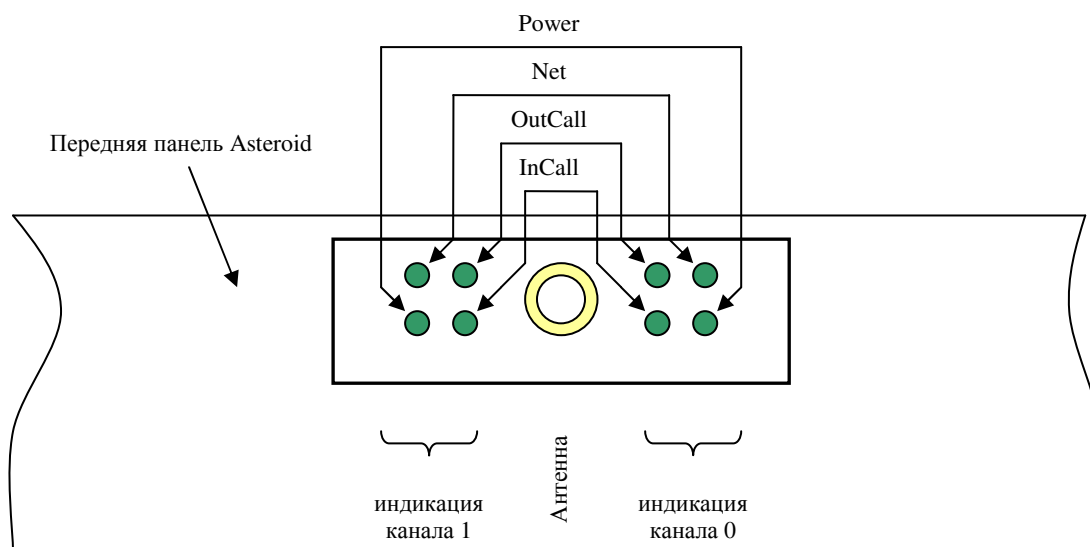
<https://issues.asterisk.org/view.php?id=13205>

<https://issues.asterisk.org/view.php?id=13206>

Данные исправления НЕ являются необходимыми, если у вас только одно устройство TDMoE, однако наличие статистики сильно облегчает пуск устройства.

8. Работа с GSM каналами

GSM каналы устанавливаются в Asteroid в виде модуля, объединяющего два канала GSM. На рисунке изображена передняя панель GSM модуля, на которую выведен антенный разъем и индикаторы режимов работы. Модуль использует внешнюю антенну, общую для обоих каналов. Тип антенного разъема – SMA, гнездо.



Внимание! Перед началом работы с GSM каналами необходимо открыть корпус Asteroid и вставить SIM карты (см. [Приложение E](#)).

8.1 Индикация

Оба канала имеют одинаковый набор индикаторов работы, состоящий из четырех светодиодов:

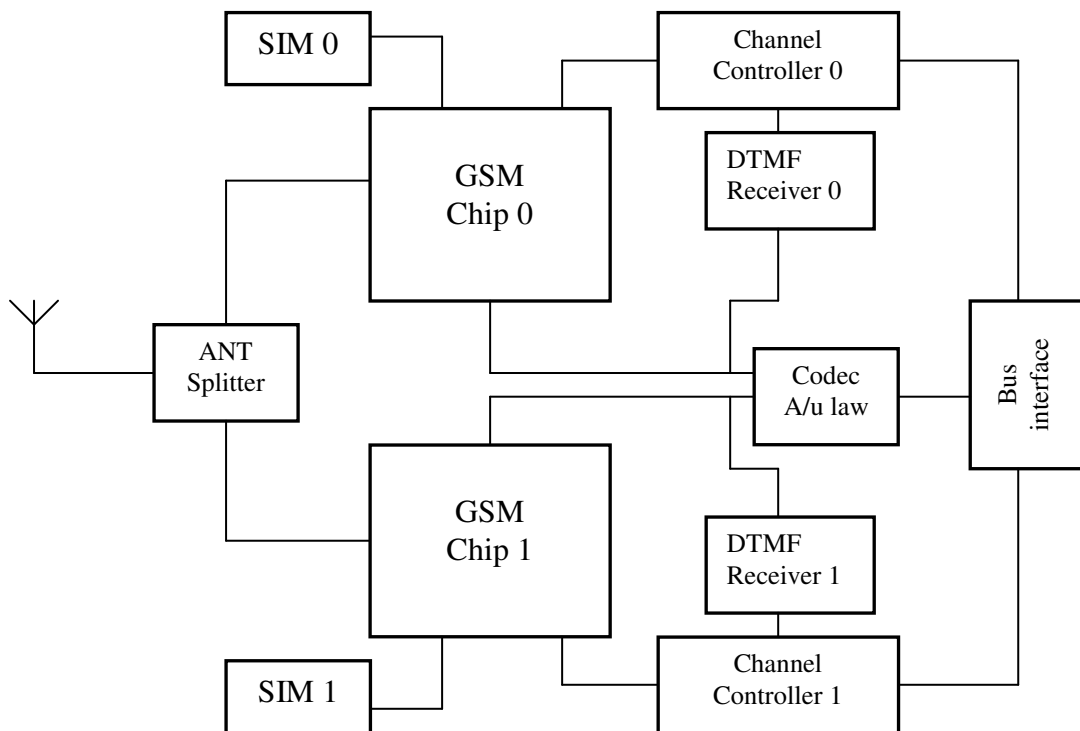
Power – индикация подачи питания на GSM канал. Загорается после загрузки программного обеспечения канала, при установленной SIM карте.

Net – индикация наличия GSM сети. Загорается при установленной SIM карте, достаточном уровне сигнала сети, если найден оператор связи и канал успешно зарегистрирован на базовой станции оператора.

InCall – индикация входящего вызова. Вызов инициирован GSM оператором в направлении Asterisk сервера. Светодиод гаснет после получения отбоя от обеих сторон.

OutCall – индикация исходящего вызова. Вызов инициирован Asterisk сервером в направлении GSM оператора. Светодиод гаснет после получения отбоя от обеих сторон.

8.2 Структура модуля



Модуль состоит из следующих функциональных элементов:

- Интерфейса к шине банка каналов
- Контроллеров каналов
- Кодера/декодера аналогового сигнала
- Приемников DTMF сигналов от Asterisk
- GSM чипов
- Сокетов SIM карт
- Антенного сплиттера

8.3 Включение и инициализация модуля

После включения модуля контроллеры канала производят инициализацию GSM чипа. Если инициализация успешна, загорается светодиод Power. После этого проходит проверка уровня сигнала сети. Если уровень менее -93dBm, контроллер впадает в цикл ожидания, из которого выходит после получения достаточного уровня сигнала, например, после перемещения внешней антенны в зону более уверенного приема. На следующем этапе происходит проверка регистрации в сети оператора, указанного в прошивке SIM карты. В случае успешной регистрации загорается светодиод Net, иначе запросы на регистрацию будут повторяться периодически. Таким образом, в нормальном режиме, о готовности канала к осуществлению вызовов можно судить по двум горящим светодиодам – Net и Power.

Обращаем внимание, что при отсутствии SIM карты, контроллер канала снимает питание с GSM чипа, светодиод Power гаснет. Устройство не поддерживает “горячую” замену SIM карты, после установки или замены карты необходимо повторное включение.

После инициализации канала, он может находиться в трех различных состояниях – ожидание вызова, обработка входящего вызова (GSM -> Asterisk) и обработка исходящего вызова (Asterisk -> GSM).

При включении модуля индикаторы InCall и OutCall также отображают номер версии программы контроллера канала. Количество одновременных миганий этих индикаторов соответствует номеру версии прошивки. Отсутствие миганий – версия 0, одно мигание – версия 1 и т.д. Мигания происходят с интервалами примерно 0.5 с.

8.4 Сигнализация и передача номерной информации

Между Asterisk и модулем GSM передача номера происходит по протоколу E & M. В рамках этого протокола, как модуль, так и Asterisk, могут передавать друг другу свое состояние в виде сигналов Off-hook (Начало вызова/канал активен) и On-hook (Отбой/канал не активен). Передача номера между сторонами осуществляется тонами DTMF по звуковому тракту. Внутри модуля, разбором и перекодированием сигнализаций между GSM чипом и Asterisk, занимается контроллер канала. Например, при входящем вызове, полученный из GSM сети Caller ID, зачитывается контроллером из GSM чипа и преобразуется в DTMF тоны, которые передаются в Asterisk. Переданы будут символы 0-9, а также *, #. Остальные символы, например префикс международного вызова “+”, будут проигнорированы.

При исходящем вызове, наоборот, DTMF тоны принимаются контроллером канала от Asterisk и передаются в GSM чип в виде команды набора номера. Набран может быть номер, содержащий символы 0-9, *, и длиной более 3 символов.

Кроме того, контроллер канала имеет несколько алгоритмов реакции на состояние вызываемого GSM абонента. Далее будут подробно рассмотрены алгоритмы входящего и исходящего вызова.

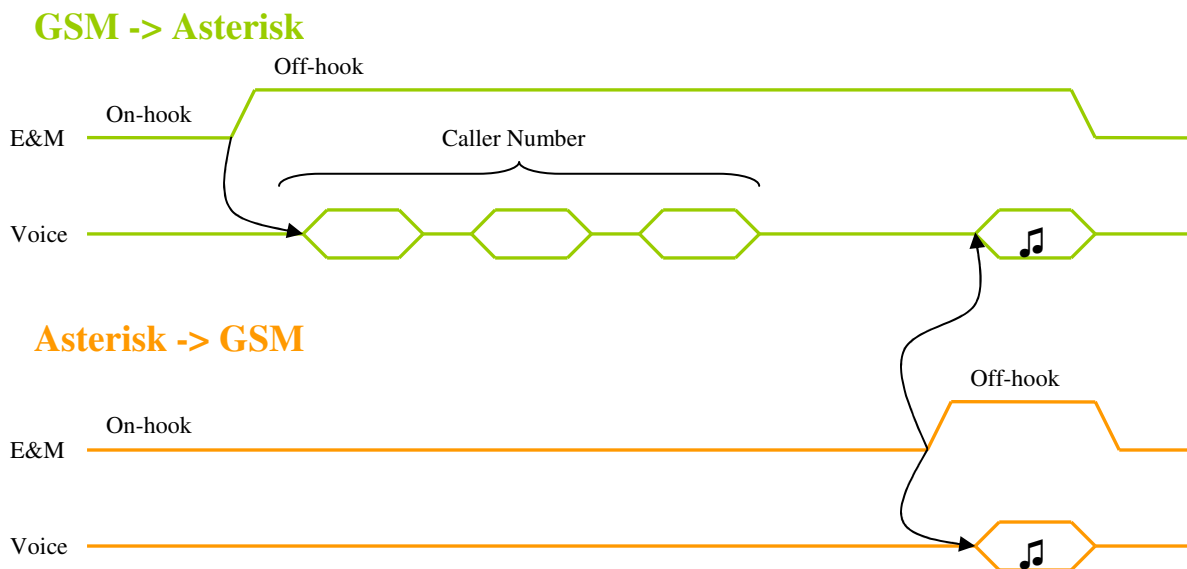
8.4.1 Входящий вызов (GSM -> Asterisk)

В исходном режиме Asterisk и канал находятся в состоянии On-hook. При поступлении вызова со стороны GSM сети, канал считывает номер звонящего абонента (Caller ID), после чего меняет состояние на Off-hook на внутренней линии E&M. Asterisk при получении Off-hook готов принять набор номера. Канал начинает отсылать Caller ID после паузы 300 мс, в виде тонов DTMF с временами: посылка/пауза 200 мс. Абонент GSM в это время находится в состоянии ожидания до тех пор, пока Asterisk на линии E&M не изменит состояние на Off-hook, что будет означать ответ абонента. Сигнал ответа абонента немедленно передается в сеть GSM, происходит сквозное включение звукового тракта.

Завершение вызова происходит по инициативе любой из сторон. При получении отбоя от GSM сети, канал формирует On-hook на внутренней линии E&M, что приводит к завершению вызова в Asterisk. И наоборот, при получении On-hook от Asterisk, канал отбивает абонента GSM.

Если необходимо сформировать отбой со стороны Asterisk без ответа абонента, он должен выглядеть как кратковременный Off-hook (более 300мс) с последующим On-hook.

На рисунке проиллюстрирован процесс установления соединения.



8.4.2 Исходящий вызов (Asterisk -> GSM)

Исходящий вызов может совершаться по трем сценариям, каждый из которых учитывает свои особенности работы GSM сети.

1. Group call - групповой вызов
2. Priority call –вызов по приоритету
3. Single call – одиночный вызов

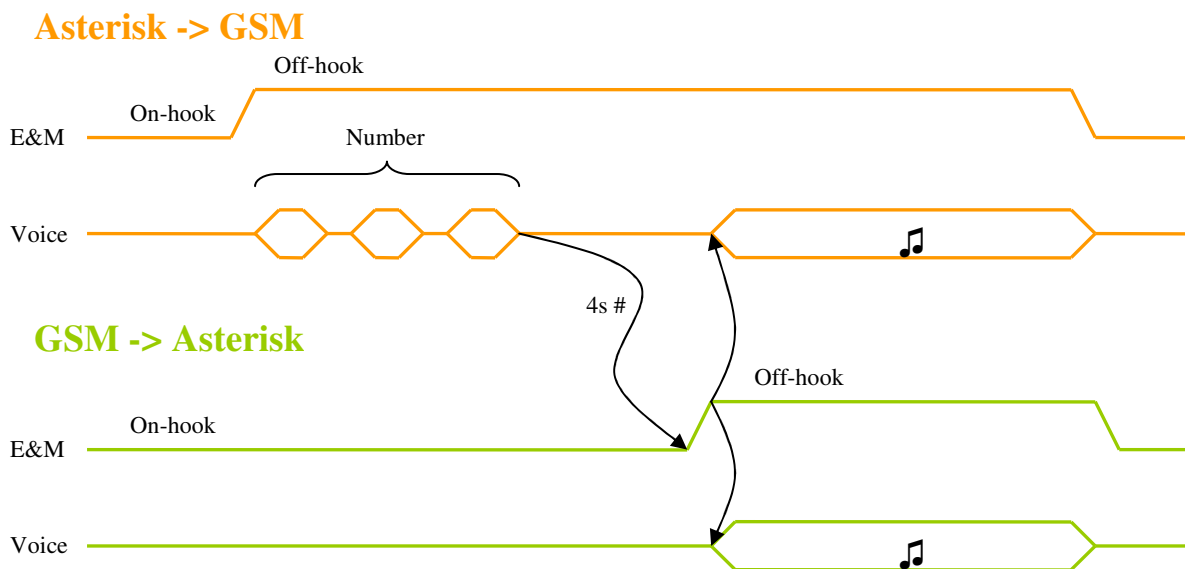
Поведением по умолчанию является сценарий «Single call».

Для совершения звонка по сценариям 1 или 2, перед номером вызываемого абонента необходимо использовать префиксы.

Одиночный вызов (Single call)

Набор номера инициируется Asterisk сервером посредством перехода внутренней линии E&M в состояние Off-hook. Цифры номера пересылаются в GSM канал в виде DTMF тонов по голосовому тракту. Признаком конца номера является таймаут 4 секунды или символ #. После приема полного номера канал инициирует звонок через GSM сеть. Сразу же после этого канал GSM на линии E&M изменяет состояние на Off-hook, что для Asterisk означает ответ абонента. Тем самым включается звуковой тракт, абонент Asterisk слышит сигнал послышки вызова, речевые ответы GSM станции и вызываемого абонента.

Завершение вызова происходит по инициативе любой из сторон. При получении отбоя от GSM сети, канал формирует On-hook на внутренней линии E&M, что приводит к завершению вызова в Asterisk. И наоборот, при получении On-hook от Asterisk, канал отбивает абонента GSM.



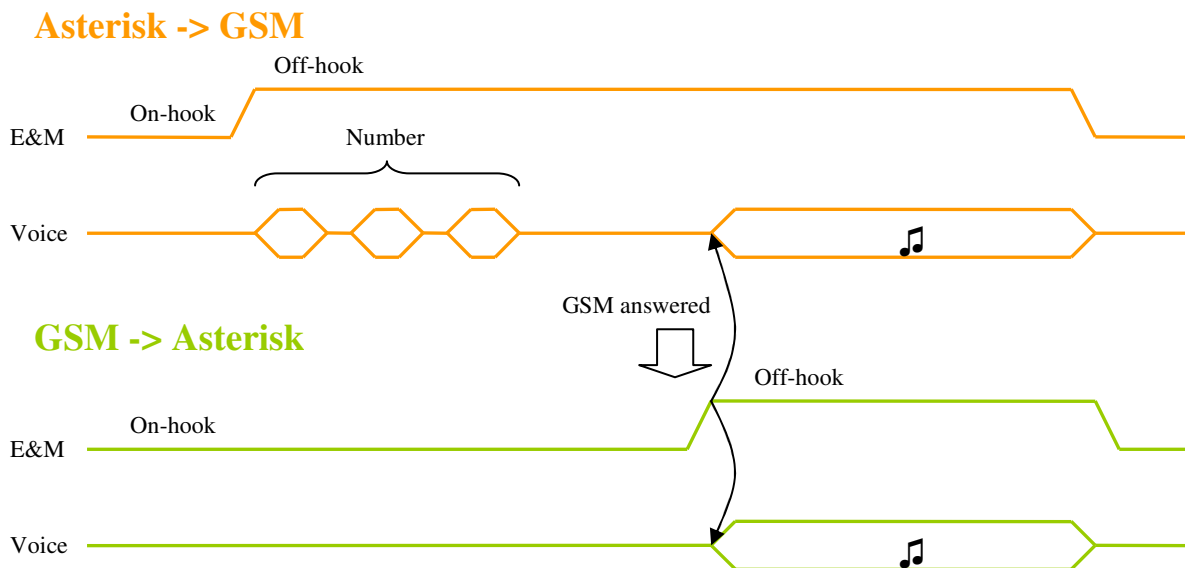
Сценарий Single Call может использоваться для адресного вызова одиночного абонента GSM или при сопроводительном трансфере звонка.

Групповой вызов (Group call)

Для вызова по сценарию Group call, перед номером вызываемого абонента нужно добавить префикс *1*. Например, чтобы набрать номер 1234567, в GSM канал нужно выслать последовательность *1*1234567, опционально завершив ее #.

Набор номера инициируется Asterisk сервером посредством перехода внутренней линии E&M в состояние Off-hook. Цифры номера пересылаются в GSM канал в виде DTMF тонов по голосовому тракту. Признаком конца номера является таймаут 4 секунды или символ #. После приема полного номера канал инициирует звонок через GSM сеть. С момента передачи номера и до ответа GSM абонента окончание вызова возможно только по инициативе Asterisk. Голосовые уведомления от сети GSM "абонент не доступен", "недостаточно средств для совершения звонка", а так же тоны уведомлений "занято" или "нет ответа" оказываются недоступны для вызывающего абонента, а последующее разъединение GSM вызова не влечет разрыва вызова Asterisk, уведомление игнорируются. Канал GSM изменяет состояние на Off-hook только при ответе GSM абонента. После ответа абонента включается звуковой тракт, возможен разговор.

В режиме разговора завершение вызова происходит по инициативе любой из сторон. При получении отбоя от GSM сети, канал формирует On-hook на внутренней линии E&M, что приводит к завершению вызова в Asterisk. И наоборот, при получении On-hook от Asterisk, канал отбивает абонента GSM.



Сценарий Group call может использоваться при вызове группы абонентов, когда несколько GSM каналов одновременно вызывают каждого члена группы. При этом необходимо, чтобы вызов продолжался до тех пор, пока хотя бы один вызываемый абонент не ответит.

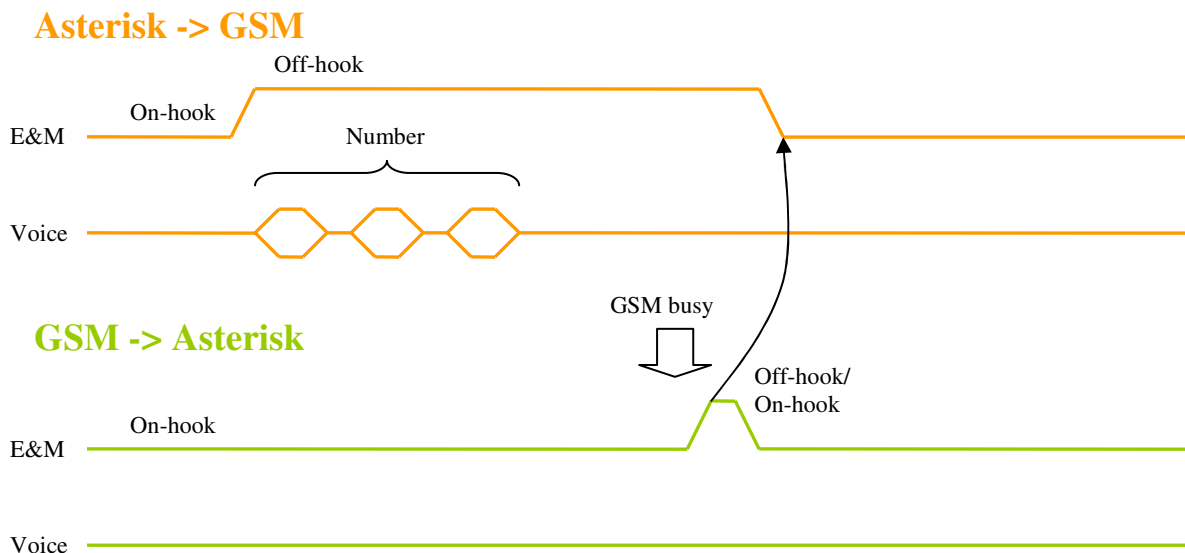
Вызов по приоритету (Priority call)

Для вызова по сценарию Priority call, перед номером вызываемого абонента нужно добавить префикс *2*. Например, чтобы набрать номер 1234567, в GSM канал нужно выслать последовательность *2*1234567, опционально завершив её #.

Набор номера инициируется Asterisk сервером посредством перехода внутренней линии E&M в состояние Off-hook. Цифры номера пересылаются в GSM канал в виде DTMF тонов по голосовому тракту. Признаком конца номера является таймаут 4 секунды или символ #. После приема полного номера канал включает GSM чип и инициирует звонок через GSM сеть. Начиная с этого момента GSM канал ожидает ответа GSM абонента. При уведомлениях от сети GSM "занято", "абонент не доступен", "нет ответа", "недостаточно средств" в сторону астериска отсылается кратковременный Off-hook с последующим On-hook, что сбрасывает соединение. Канал GSM изменяет состояние на Off-hook только при ответе GSM абонента. После ответа абонента включается звуковой тракт, возможен разговор.

Завершение вызова происходит по инициативе любой из сторон. При получении отбоя от GSM сети, канал формирует On-hook на внутренней линии E&M, что приводит к завершению вызова в Asterisk. И наоборот, при получении On-hook от Asterisk, канал отбивает абонента GSM.

Ситуация, когда абонент GSM занят, показана на временной диаграмме соединения.



Сценарий Priority call может использоваться в ситуациях, когда нужно вызвать нескольких абонентов (1,2,3) по очереди, в порядке приоритета. Если занят абонент 1, вызов переходит на абонента 2, затем на абонента 3. Заметим, что канал GSM повторные вызовы не совершает, это необходимо реализовать в сценариях соединений в Asterisk.

Сводная таблица режимов исходящего вызова.

Сценарий / Характеристика	Single call	Group call	Priority call
Префикс перед номером	*3* или без префикса	*1*	*2*
Включение звукового тракта	Сразу после набора номера	После ответа абонента GSM	После ответа абонента GSM
Реакция на GSM "занято", "абонент не доступен", "нет ответа", "недостаточно средств"	Слышны абонентом Asterisk, следует отбой вызова	Игнорируются, не слышны для абонента Asterisk	Сброс линии
Передача ответа абонента в Asterisk	Сразу после набора номера	После ответа абонента GSM	После ответа абонента GSM
Реакция на ответ абонента GSM	Игнорируется, все уже включено	Ответ абонента передается в сторону Asterisk, включается звуковой тракт	Ответ абонента передается в сторону Asterisk, включается звуковой тракт
Завершение соединения до получения ответа абонента GSM	Возможно с обеих сторон	Только по инициативе Asterisk	Возможно с обеих сторон
Завершение соединения после получения ответа абонента GSM (разговор)	Возможно с обеих сторон	Возможно с обеих сторон	Возможно с обеих сторон
Типовые ситуации	Одиночный вызов абонента GSM, сопроводительный трансфер	Вызов группы GSM абонентов, ожидание первого ответившего	Поочередный вызов нескольких абонентов, ожидание первого ответившего. Прямой трансфер.

8.5 Конфигурация DAHDI/Asterisk для GSM модуля

8.5.1 Конфигурация DAHDI

Для использования GSM модуля нужно описать каналы в файле `system.conf`. Для модуля указывается тип сигнализации `e&m`.

Для Asteroid-1G3S-EC:

```
dynamic=eth,eth0/00:55:55:55:00/0,30,1  
alaw=3,7  
e&m=3,7
```

8.5.2 Конфигурация Asterisk

В файле `chan_dahdi.conf` необходимо соответствующим образом описать каналы модуля GSM. На нашем примере, конфигурация будет выглядеть так:

```
==== GSM lines ====  
signalling=em  
context=from-gsm  
echocancel = no  
echocancelwhenbridged = no  
relaxdtmf=no  
callerid=  
txgain=-3.0  
channel=3  
channel=7
```

Заметим, что кроме указания сигнализации, дополнительно можно: отрегулировать уровни сигнала (`rxgain`, `txgain`); включить параметр `relaxdtmf`, для лучшего распознавания DTMF тонов.

В файле `extensions.conf` необходимо прописать сценарий для обработки вызова поступившего номера, для которого оказался не определен ни один сценарий:

```
exten => _,1,Answer(10)  
exten => _,n,NoOp("CID unknown: ${EXTEN}")  
exten => _,n,Hangup()
```

9. Подключение точка-точка

Asteroid может быть использован самостоятельно, без подключения к внешнему серверу Asterisk или АТС. Пара устройств, подключенных через порт E1 или порт Ethernet, образуют систему абонентского уплотнения.

Для подключений такого типа необходимо применять банки каналов с комплиментарной конфигурацией. Слот FXS на одной стороне должен соответствовать слоту FXO на другой стороне. В этом случае Asteroid обеспечит прозрачность сигнализации. Так, снятие трубки на стороне FXS приведет к замыканию линии на стороне FXO. В другом направлении, звонок на стороне FXO приведет к звонку на FXS.

Кроме того, синхронизация в банках каналов должна быть установлена, следуя схеме «ведущий-ведомый».

9.1. Подключение через Ethernet

Сетевая инфраструктура должна обеспечить задержку прохождения пакетов не более 4-6 мс. Таким образом, подключение «точка-точка» через Ethernet может быть использовано в пределах локальной сети или по оптическим линиям связи. Для настройки нужно установить следующие параметры:

Configuration/Common/E1 = Off

MAC адрес одного Asteroid должен соответствовать DST MAC - адресу другого Asteroid. При этом поля MAC и DST MAC не должны быть нулевыми.

Configuration/Common/MAC

Configuration/Common/DST MAC

Один из банков должен быть настроен в ведомом режиме:

Configuration/E1/Clock source = Internal

Configuration/Common/VCO = 1 или 2

Второй банк каналов должен быть ведущим:

Configuration/E1/Clock source = Internal

Configuration/Common/VCO = 0

9.2. Подключение через E1

Для настройки подключения нужно установить следующие параметры:

Configuration/Common/E1 = On

Один из банков настроить в ведущем режиме:

Configuration/E1/Clock source = Internal

Другой банк настроить в ведомом режиме:

Configuration/E1/Clock source = Line

10. Использование аппаратного эхоподавления

Модуль эхоподавления (далее – ЕС) предназначен для удаления отраженного сигнала, возникающего в FXS/FXO окончаниях (см. рисунок).

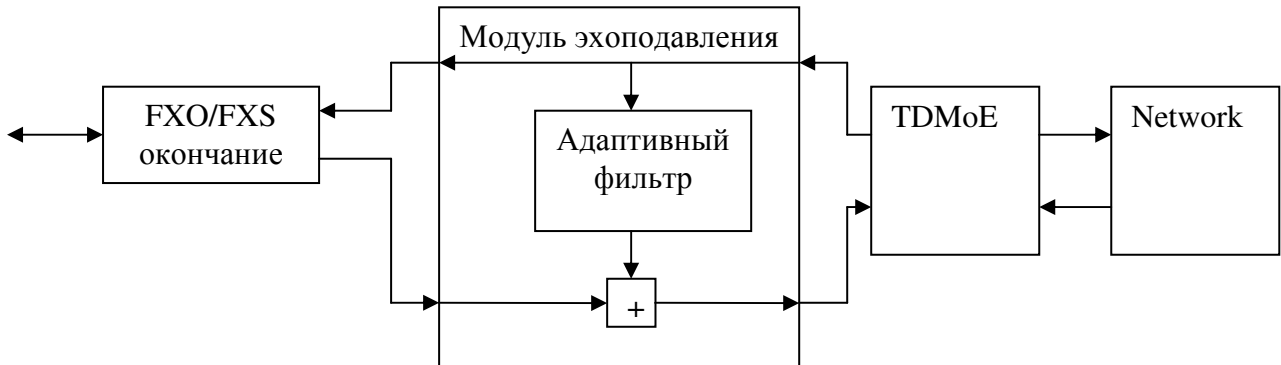


Рис. 10. Структура модуля эхоподавления

Эффект эха возникает из-за не идеальности аналоговой телефонной линии и при наличии существенных задержек прохождения сигнала от абонента к абоненту (более 30 мс). ЕС модуль удаляет отраженный сигнал из сигнала в направлении «линия -> сеть» и пропускает в неизменном виде сигнал в направлении «сеть -> линия». Таким образом, удаленный (сетевой) абонент не слышит собственный возвращенный сигнал.

Модуль ЕС имеет следующие характеристики:

- Подавление линейной составляющей эха на уровне -30 .. -40 дБ
- Глубина эхоподавления 256 мс
- Автоматическое отключение ЕС при обнаружении сигналов факса, модема

Модуль ЕС должен быть включен в соответствии с п.4.3.

Использование моделей Asteroid со встроенным эхоподавителем существенно снижает вычислительную нагрузку на сервер с Asterisk. Программное эхоподавление в Asterisk должно быть выключено путем изменения параметров в файле `/etc/asterisk/chan_dahdi.conf`:

```
echocancel=no
echocancelwhenbridged=no
echotraining=no
```

11. Обновление прошивки устройства

Для обновления прошивки:

1. Выясните модификацию устройства (по самой верхней строчке).
2. Скачайте необходимую прошивку и программу-программатор.
3. Подключите консольный кабель и перезагрузите устройство (подождите 5 секунд).
4. Загрузите прошивку командой **flashrs232 -i /dev/ttyS0 -w -f asteroid.bin**
Данная команда загрузит данные через порт com1.
5. Проверьте версию прошивки.
Так для устройства Asteroid в шапке меню должна быть напечатана строка:
Firmware: Asteroid {0xB}, Revision: XXX
6. Если предыдущий шаг прошел успешно – устройство уже перезагружено с новой прошивкой, и готово к работе.

12. Комплектация устройства

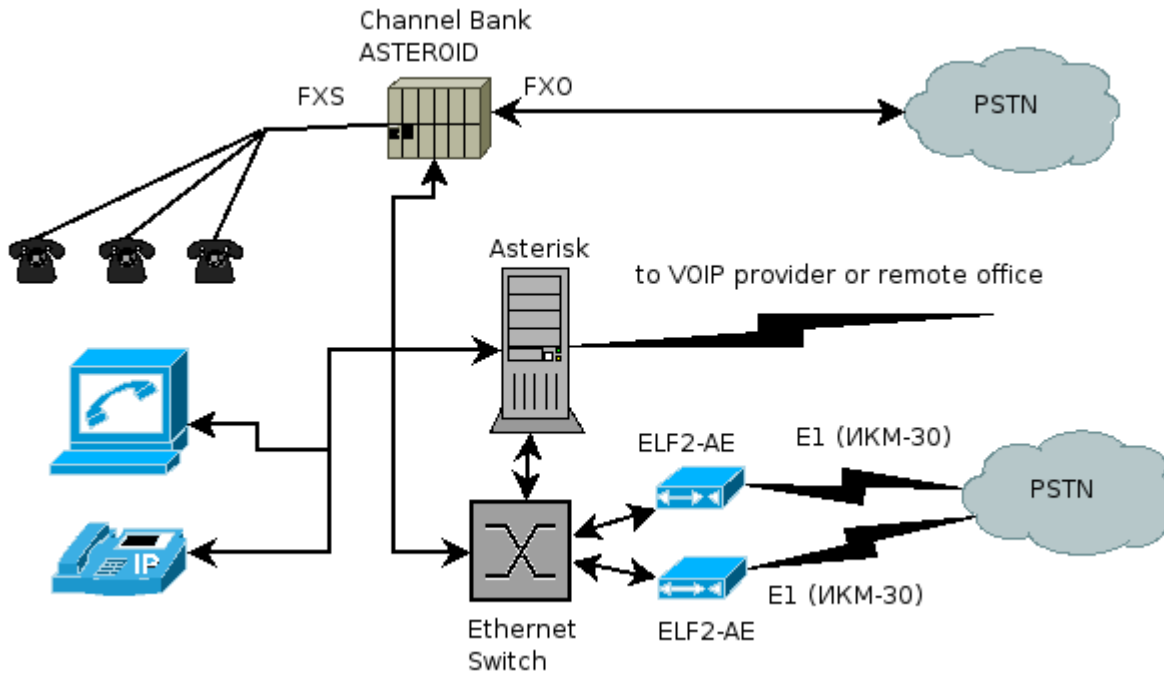
Устройство поставляется в следующей комплектации:

- ASTEROID – 1 шт.
- CD (DVD) с документацией – 1 шт
- Шнур питания (Евровилка) – 1 шт
- Консольный кабель USB – 1 шт.

Кабели для подключения FXO/FXS, антенны GSM не входят в комплект поставки и поставляются отдельно.

Приложение А. Схемы применения

Корпоративная АТС с выходом в VOIP сеть



В рамках данной схемы офис может быть подключен к сети провайдера IP телефонии или корпоративной VoIP сети компании. При этом достигается снижение затрат на телефонию. Возможен следующий сценарий, локальные пользователи набирают междугородный номер. ПО **Asterisk** получает запрашиваемый номер, и, выяснив, что звонок междугородный, направляет его через сеть провайдера IP телефонии. Если сеть VoIP недоступна - отправляет вызов через публичную телефонную сеть.

Приложение В. Пример файла system.conf

```
# Next come the dynamic span definitions, in the form:
# dynamic=<driver>,<address>,<numchans>,<timing>
#
# Where <driver> is the name of the driver (e.g. eth), <address> is the
# driver specific address (like a MAC for eth), <numchans> is the number
# of channels, and <timing> is a timing priority, like for a normal span.
# use "0" to not use this as a timing source, or prioritize them as
# primary, secondard, etc. Note that you MUST have a REAL DAHDI device
# if you are not using external timing.
#

# Creating dynamic SPAN rules:
# address is {ethernet device}/{ELF2-AE mac address}
# Set numchans == 31 to inband configure ELF2-AE to work in CCS mode.
# Set numchans == 30 to inband configure ELF2-AE/Asteroid to work in CAS mode.

# Creating dynamic SPAN on eth1 for ELF2-AE with mac 00:55:55:55:55:00
# in CAS mode with timing priority == 1.
dynamic=eth,eth1/00:55:55:55:55:00,30,1

# Setting ALAW for timeslots 1-30
alaw=1-30
# Setting the OSLEC Echo Canceller
echocanceller=oslec,1-30

# Setting loopstart FXO signaling (peer is FXS) on channels 8-15,
# loopstart FXS signaling (peer is FXO) on channels 23-30.
fxsls=8-15
fxols=23-30

# Setting correct zone info (tone info)
loadzone=ru
defaultzone=ru
```

Приложение С. Проверка связи Asteroid + DAHDI

Последовательность действий:

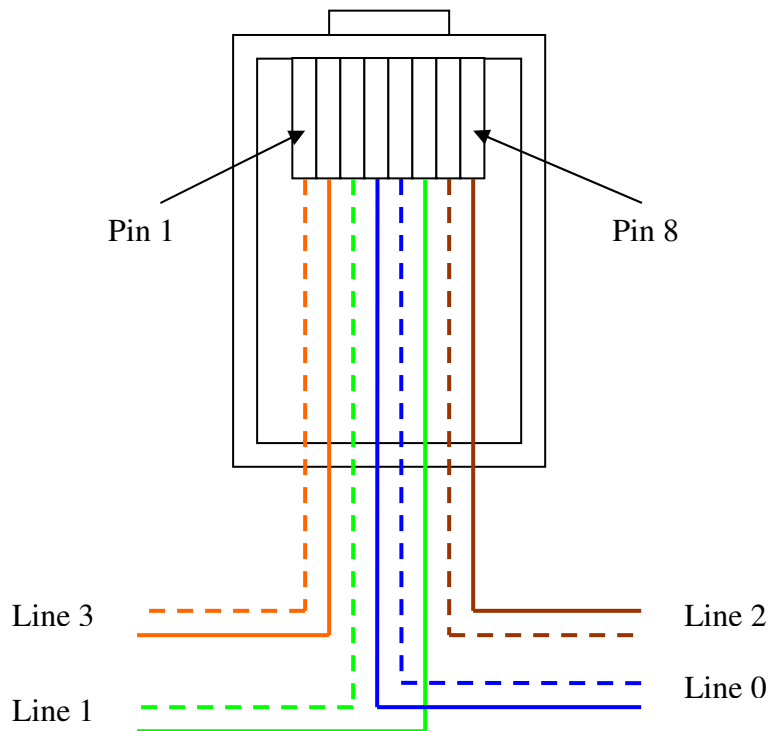
1. [Подключите Asteroid к PC.](#)
Убедитесь, что горит светодиод Link.
2. [Сконфигурируйте устройство.](#)
3. Подготовьте и загрузите конфигурацию **DAHDI** (`dahdi_cfg -c system.conf`)
4. Запустите `dahdi_tool` (**SPAN** должен перейти в статус OK).
5. Обновляйте экран терминала Asteroid (пробелом).
Счетчики `SlipErr`, `SkipErr`, `RxNuErr`, `FrErr` не должны расти.

Если **SPAN** находится в статусе RED alarm:

1. Проверьте, что mac адрес в мониторе Asteroid совпадает с адресом в **system.conf**
2. Убедитесь, что кабель Ethernet исправен (по статистике Ethernet в Linux и лампочке Link).

Рабочий **SPAN** получен, можно перейти к настройке **Asterisk**.

Приложение D. Пример разделки кабеля для подключения телефонных портов Asteroid.

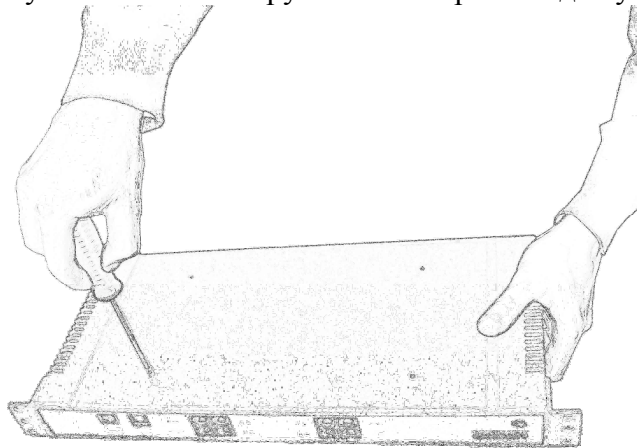


Примечания.

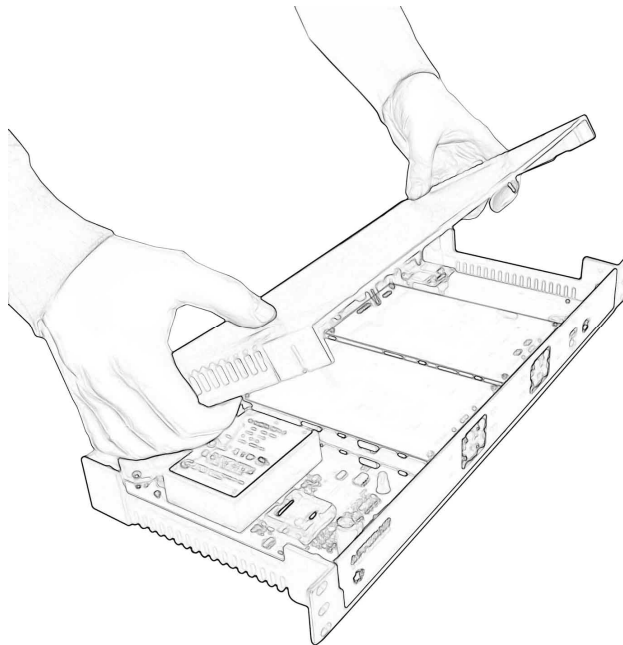
1. Для подключения может быть использован стандартный патч-корд для локальных сетей.
2. Показан вид разъема RJ45 с обратной стороны от защелки.

Приложение Е. Установка SIM карт в модуль GSM

1. Перевернуть Asteroid и открутить 4 самореза на дне устройства



2. Открыть верхнюю крышку



3. Вставить две SIM карты в держатели SIM0 и SIM1

