

# Asteroid

Банк каналов для Asterisk/Freeswitch

## Руководство пользователя

Версия 2.9

12.01.2016

Разработчик и производитель: ООО «Парабел»  
630090, Новосибирск-90, а/я 126  
<http://www.parabel.ru>  
Email: [info@parabel.ru](mailto: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 .....	5
Рисунки .....	5
1. Введение .....	6
1.1 Устройство модуля TDMoE .....	8
1.2 Рекомендации по подключению Asteroid через порт Ethernet .....	9
2. Технические характеристики .....	11
2.1. Общие параметры .....	11
2.2. Параметры интерфейса Ethernet .....	11
2.3. Параметры портов FXS/FXO .....	11
2.4. Параметры портов GSM .....	11
2.5. Параметры консоли .....	11
3. Подключение устройства .....	12
3.1. Расположение органов управления, индикации и разъемов .....	12
3.2. Описание разъемов .....	16
4. Соответствие портов и каналов в различных модификациях устройства .....	17
5. Конфигурация устройства через консоль .....	18
5.1. Подключение консоли .....	18
5.2. Главное меню программы конфигурации .....	18
5.3. Общие настройки .....	19
5.4. Настройки портов FXS/FXO/GSM .....	19
5.6. Сохранение/Восстановление настроек .....	19
5.7. Средства тестирования и диагностики .....	20
6. Мониторинг работы устройства .....	21
7. Подключение к Asterisk .....	22
8. Работа с GSM каналами .....	23
8.1 Индикация .....	24
8.2 Структура модуля .....	25
8.3 Включение и инициализация модуля .....	26
8.4 Сигнализация и передача номерной информации .....	26
8.4.1 Входящий вызов (GSM -> Asterisk) .....	27
8.4.2 Исходящий вызов (Asterisk -> GSM) .....	28
8.5 Конфигурация DAHDI/Asterisk для GSM модуля .....	32
8.5.1 Конфигурация DAHDI .....	32
8.5.2 Конфигурация Asterisk .....	32
9. Подключение точка-точка .....	33
9.1. Подключение через Ethernet .....	33
10. Использование аппаратного эхоподавления .....	34
11. Обновление прошивки устройства .....	35
12. Комплектация устройства .....	35
Приложение В. Пример файла system.conf .....	37
Приложение С. Проверка связи Asteroid + DAHDI .....	38
Приложение D. Пример разделки кабеля для подключения телефонных портов Asteroid .....	39
Приложение E. Установка SIM карт в модуль GSM .....	40

## Таблицы

Табл. 1. Варианты исполнения .....	7
Табл. 3. Сигналы разъема ETHERNET/E1 .....	16
Табл. 4. Сигналы портов FXS/FXO .....	16
Табл. 5. Сигналы разъема USB консоли .....	16
Табл. 7. Статусная информация модуля TDMoE .....	21
Табл. 8. Статусная информация портов FXS/FXO .....	21

## Рисунки

Рис. 1. Внутренняя архитектура Asteroid .....	6
Рис. 2. Структура модуля TDMoE .....	8
Рис. 3. Кольцевой буфер .....	8
Рис. 4. Передняя панель .....	13
Рис. 5. Задняя панель .....	15
Рис. 6. Главное меню .....	18
Рис. 9. Структура модуля эхоподавления .....	34

## 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 Asterisk/Freeswitch. 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**.

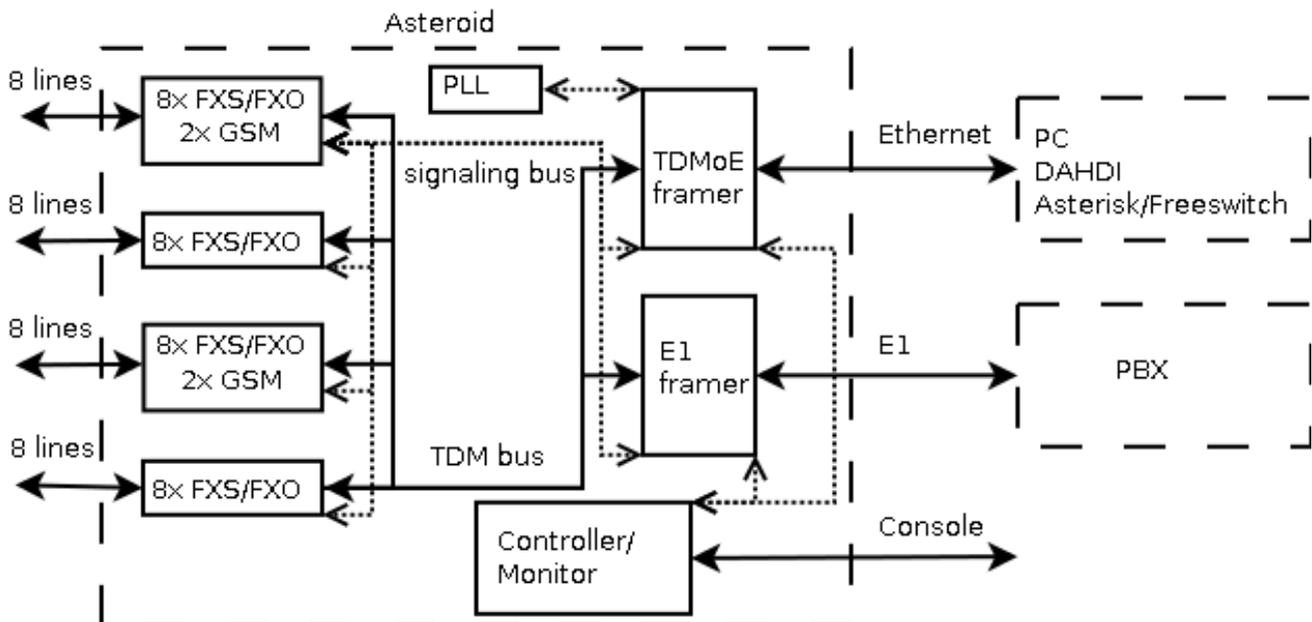


Рис. 1. Внутренняя архитектура Asteroid

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 “TDMoE framer” обеспечивает подключение Asteroid к **Asterisk**. На прием, модуль framer обрабатывает поступающие **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’а, 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, не разбирая логики самой сигнализации. Обработку сигнализации (Loop Start или E&M) осуществляет Asterisk/DAHDI.

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	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-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.

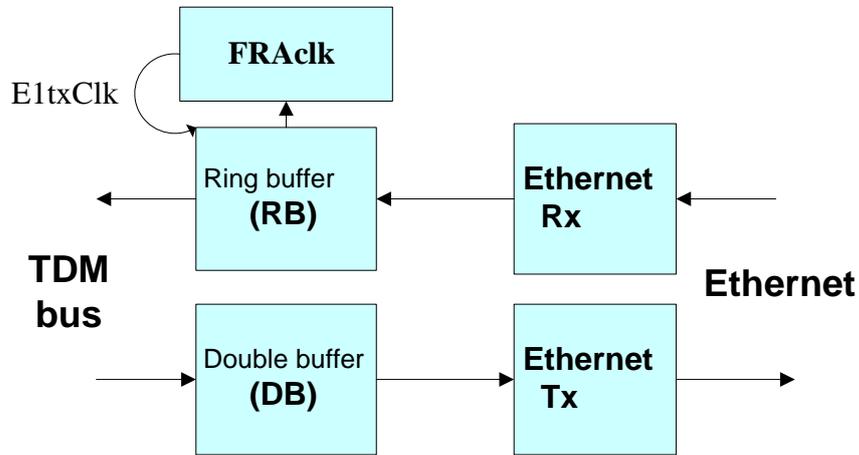


Рис. 2. Структура модуля TDMoE

Для обратного преобразования, пакеты **TDMoE** накапливаются в кольцевом буфере **RB** емкостью 8 пакетов ( $8 \times 30 \times 8$  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.

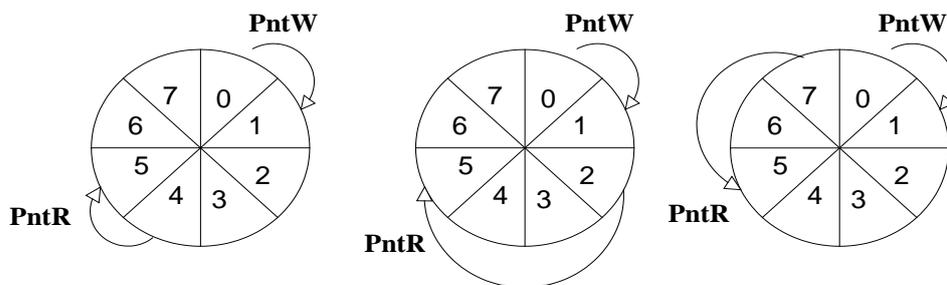


Рис. 3. Кольцевой буфер

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 E1<sup>1</sup> 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 VCO<sup>2</sup> 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

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

<sup>2</sup> 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 100baseTх 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 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

### 2.3. 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 дВ
отраженный сигнал (300..3400 Гц), FXO	не более -12 дВ
неравномерность АЧХ (относительно 1 кГц) в диапазоне 300..3400 Гц	+/- 1 dB
уровень шумов	не более -47 dBm
номинальный ток в линии (FXS)	20 mA
Сигнал звонка (FXS)	100 V (от пика до пика), 25 Гц

### 2.4. 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

### 2.5. Параметры консоли

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
- ALRM - индикатор включения/потери несущей
- LINK - индикатор целостности линии Ethernet
- CONSOLE - USB разъем для подключения консоли

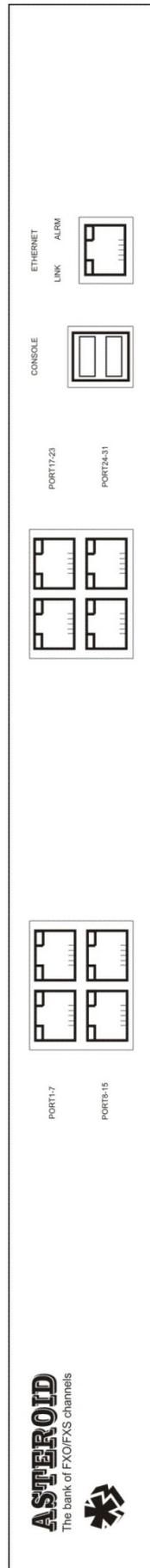


Рис. 4. Передняя панель

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.

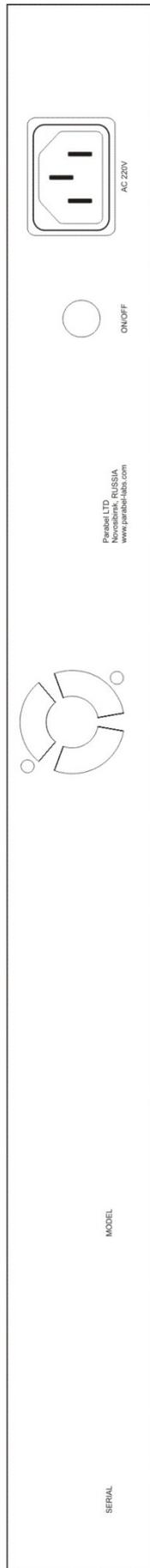


Рис. 5. Задняя панель

### 3.2. Описание разъемов

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

**Табл. 2. Сигналы разъема ETHERNET/E1**

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

**Табл. 3. 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 используется.**

КОНТАКТ	СИГНАЛ
1	
2	Data-
3	Data+
4	GND

**Табл. 4. 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 испо <b>л</b> зуется
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

## 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** – должен быть установлен в Off

**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 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 (А-закон или  $\mu$ -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/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	Комментарий
SkipErr	Skipped errors	Отброшено пакетов из <b>TDMoE</b> (средняя скорость <b>TDMoE</b> выше скорости внутренней шины TDM)
SlipErr	Slipped errors	Повторно передано пакетов (средняя скорость <b>TDMoE</b> ниже скорости внутренней шины TDM) <sup>3</sup>
RxNuErr	Received Numeration Errors	Нарушений нумерации пакетов в <b>TDMoE</b>
mac	MAC address	(Ethernet)MAC адрес Asteroid

Табл. 5. Статусная информация модуля TDMoE

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

Табл. 6. 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 .

<sup>3</sup> 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 Asterisk

Руководство по настройке сервера Asterisk является общим для всех устройств, работающих по протоколу TDMoE. По этой причине руководство вынесено в отдельный документ «Руководство пользователя по настройке DAHDI/Asterisk», доступный к скачиванию по ссылке:

<http://parabel.ru/d/manuals/dahdi/tdmox-ru.pdf>

Здесь приведем таблицу соответствия типов портов и протокола, который необходимо устанавливать при настройке DAHDI и Asterisk.

Тип Порта	Протокол DAHDI	Протокол Asterisk
FXS	fxols	fxo_ls
FXO	fxsls	fxs_ls
GSM	e&m	em

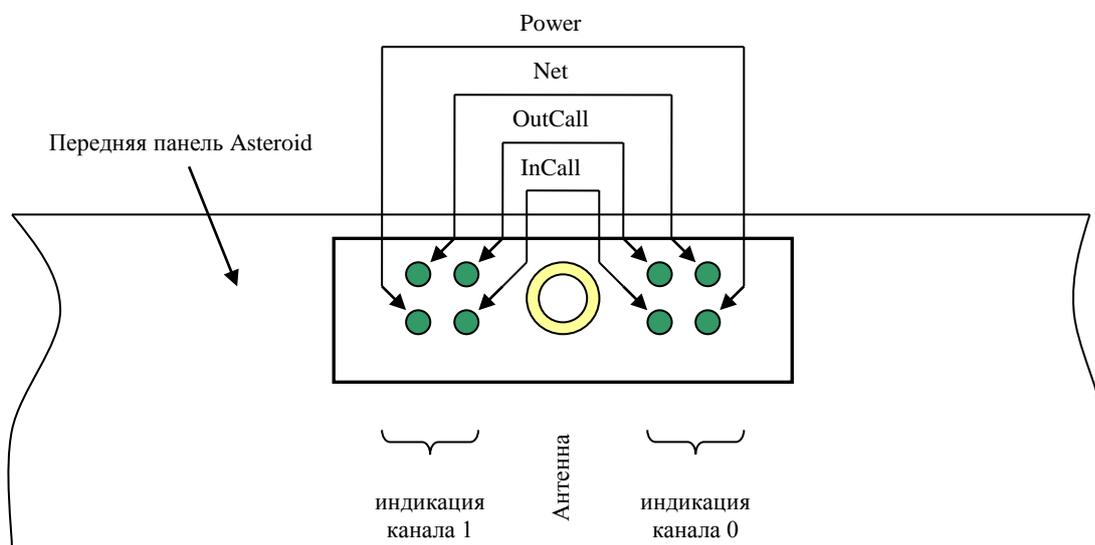
Пояснения к таблице.

«Протокол DAHDI» - протокол, который необходимо указывать в конфигурации DAHDI для данного модуля

«Протокол Asterisk» - протокол, который необходимо указывать в файле chan\_dahdi.conf для данного модуля (или в web интерфейсе).

## 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.

**Net** – индикация наличия GSM сети.

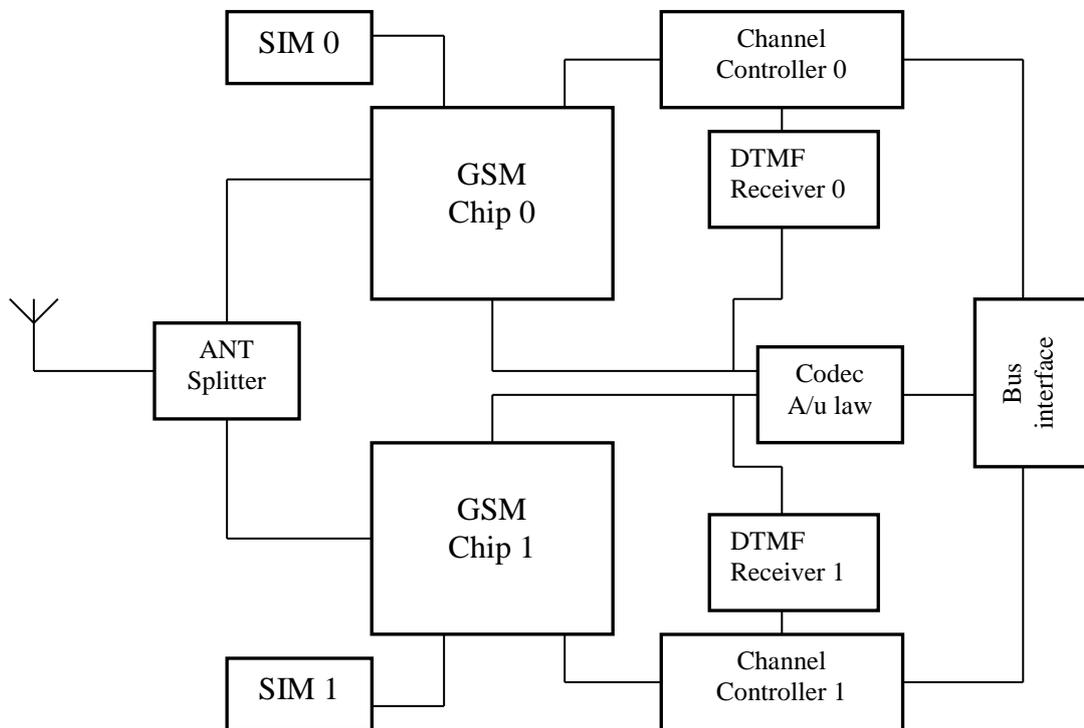
**InCall** – индикация входящего вызова.

**OutCall** – индикация исходящего вызова.

Комбинация светодиодов может индицировать различные состояния GSM канала.

Состояние канала	Как отображается	Комментарий
Отображение номера прошивки GSM контроллера	<b>InCall &amp; OutCall</b> мигают одновременно вспышками 0.5 с	Номер отображается при включении питания модуля. Количество вспышек обозначает номер прошивки. Опция появилась с номера 6.
Канал заблокирован из-за SIM карты	<b>InCall, OutCall</b> мигают попеременно вспышками 0.5с с общей паузой 5 с	SIM карта отсутствует, не читается или на ней установлен PIN код.
Канал ищет базовую станцию и пытается зарегистрироваться	Две вспышки <b>Net</b> длительностью 0.5 с и пауза 5 с	Если канал долго находится в этом состоянии, значит низкий уровень сигнала или SIM карта заблокирована у оператора
Низкий уровень сигнала	Одна вспышка <b>Net</b> длительностью 0.5 с и пауза 5 с	Связь возможна, но уровень сигнала очень низкий. Необходимо сменить ориентацию антенны или ее положение.
Готовность	<b>Power, Net</b> горят постоянно	Канал зарегистрировался в сети оператора, уровень сигнала хороший, канал готов принимать вызовы.
Входящий вызов	<b>Power, Net, InCall</b> горят постоянно	Поступил вызов GSM -> Asterisk
Исходящий вызов	<b>Power, Net, OutCall</b> горят постоянно	Поступил вызов Asterisk -> GSM

## 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.

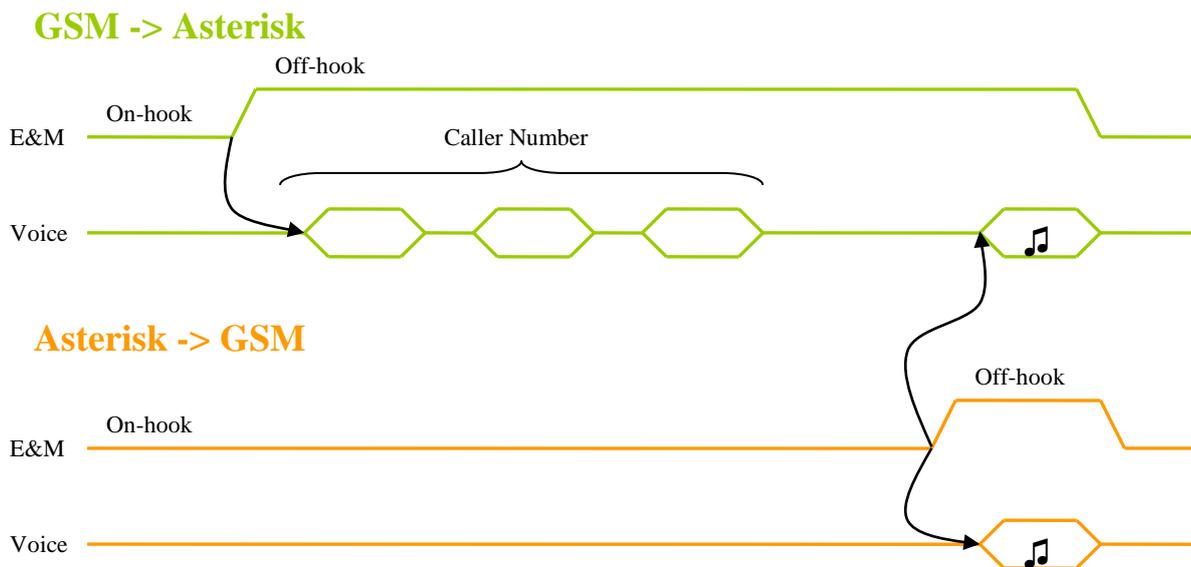
### 8.4.1 Входящий вызов (GSM -> Asterisk)

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

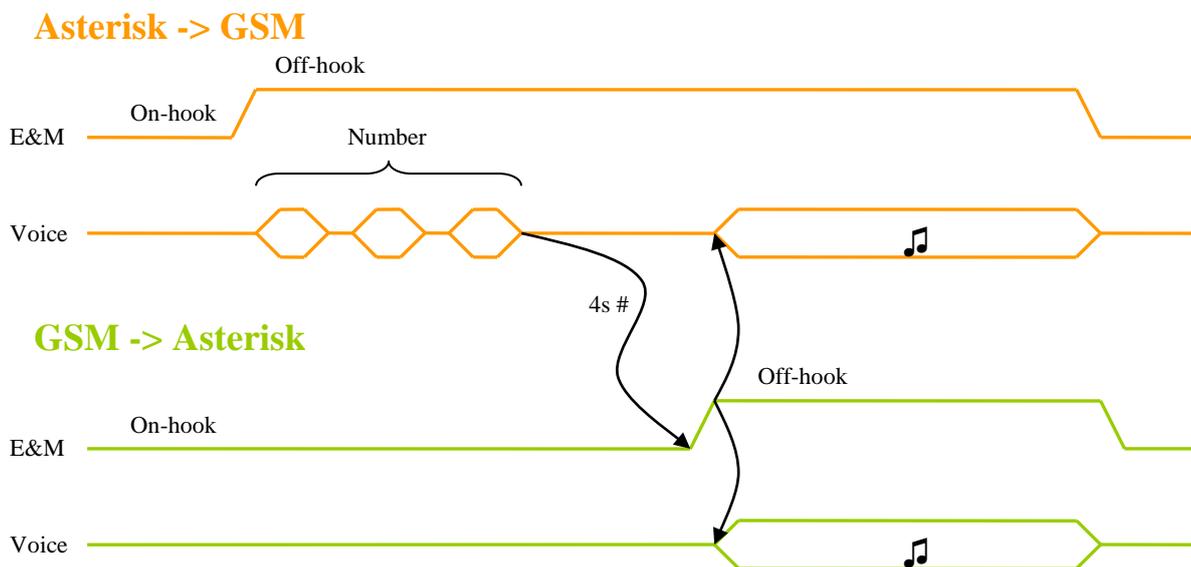
Поведением по умолчанию является сценарий «Single call».

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 посылки 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.



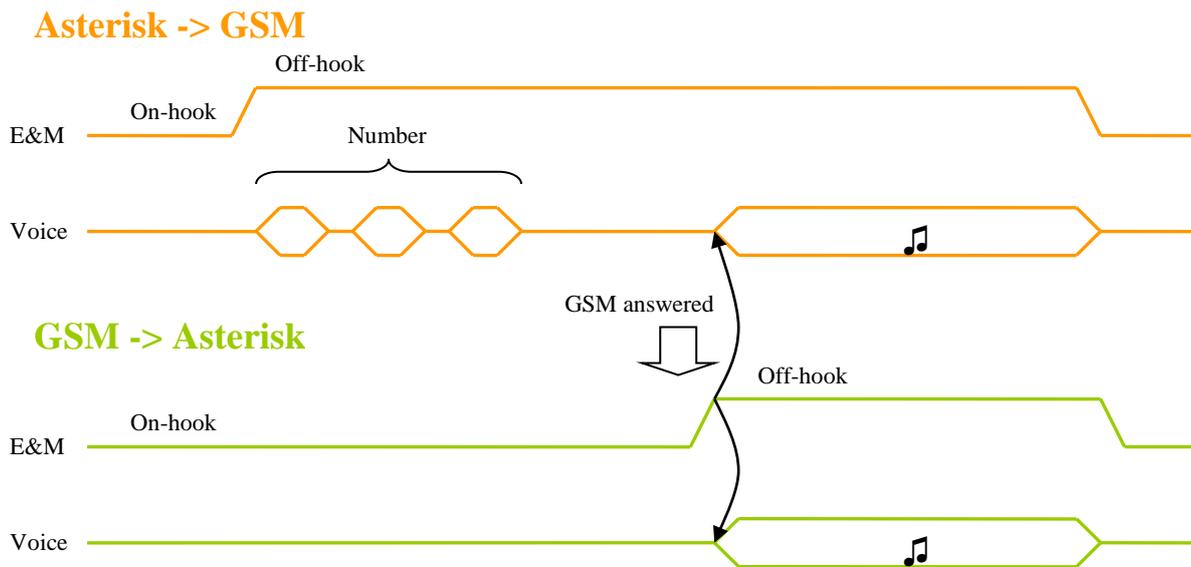
Сценарий Single Call может использоваться для адресного вызова одиночного абонента GSM или при сопроводительном трансфере звонка.

## 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.

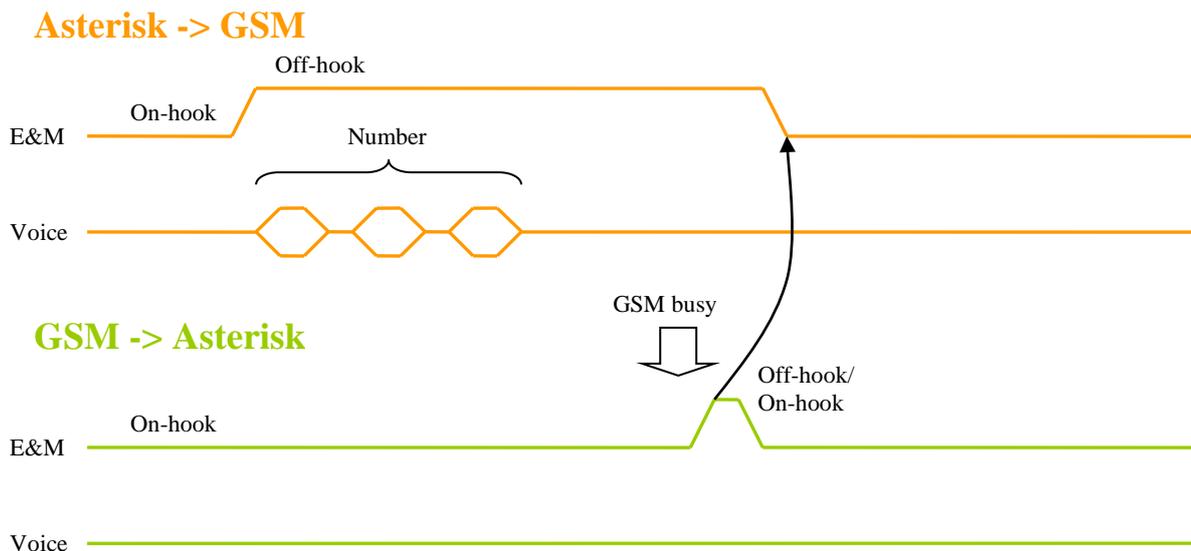
## Вызов по приоритету (Priority call)

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,eth0/00:55:55:55:55:00/0,30,1  
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 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**

## 10. Использование аппаратного эхоподавления

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

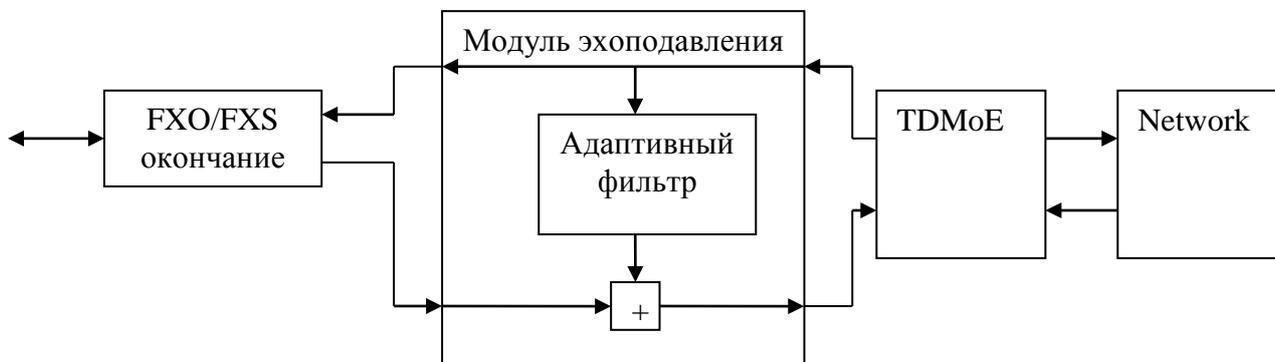


Рис. 7. Структура модуля эхоподавления

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

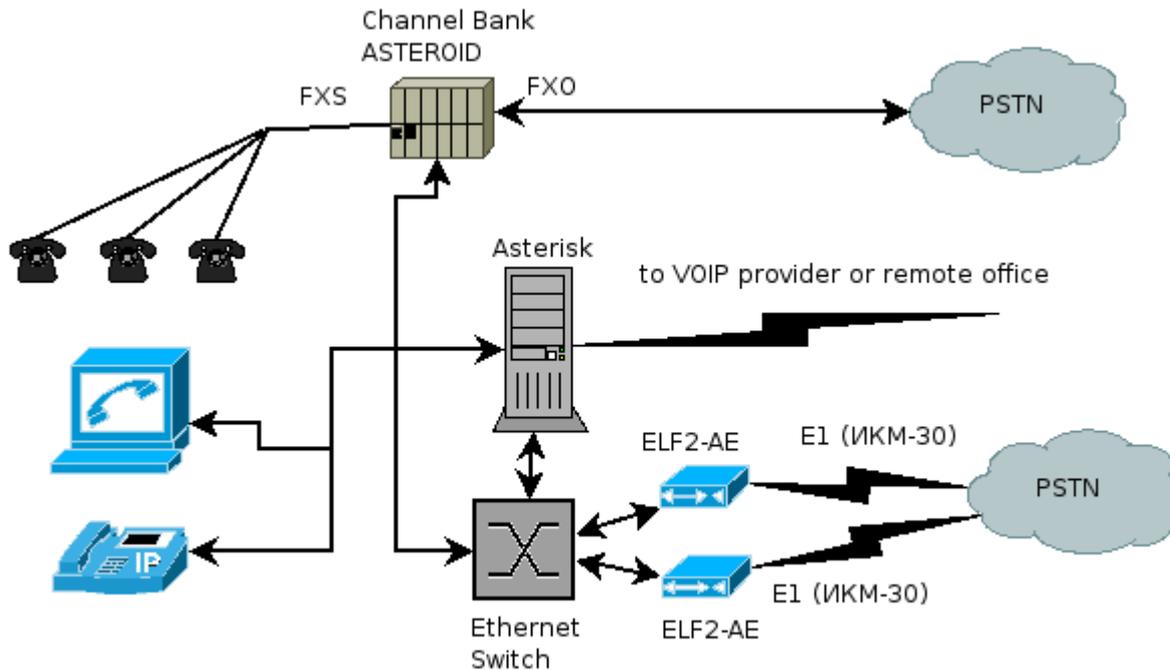
Устройство поставляется в следующей комплектации:

- 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 Cancellor
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:

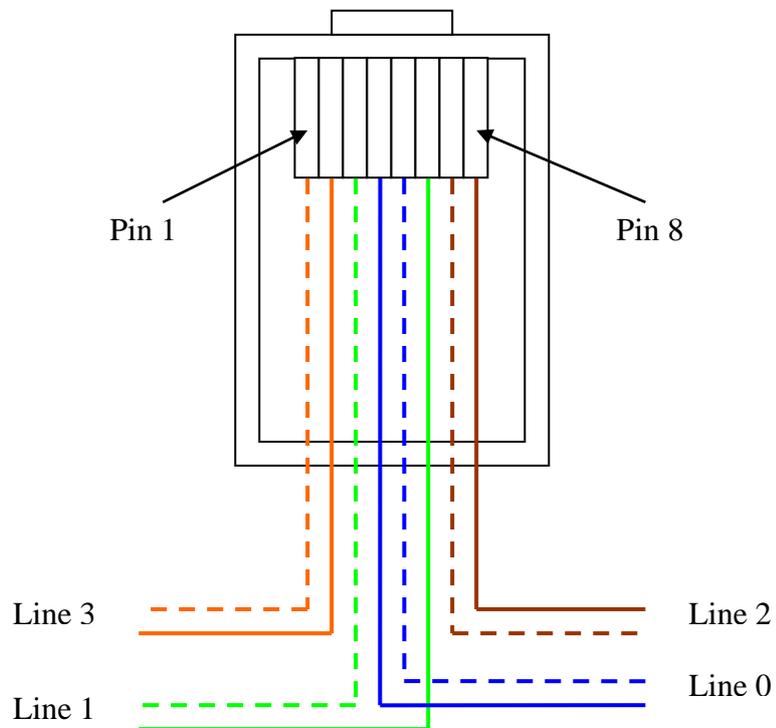
1. [Подключите Asteroid к PC.](#)  
Убедитесь, что горит светодиод Link.
2. [Сконфигурируйте устройство.](#)
3. Подготовьте и загрузите конфигурацию **DAHDI** (`dahdi_cfg -c system.conf`)
4. Запустите `dahdi_tool` (**SPAN** должен перейти в статус OK).
5. Обновляйте экран терминала Asteroid (пробелом).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

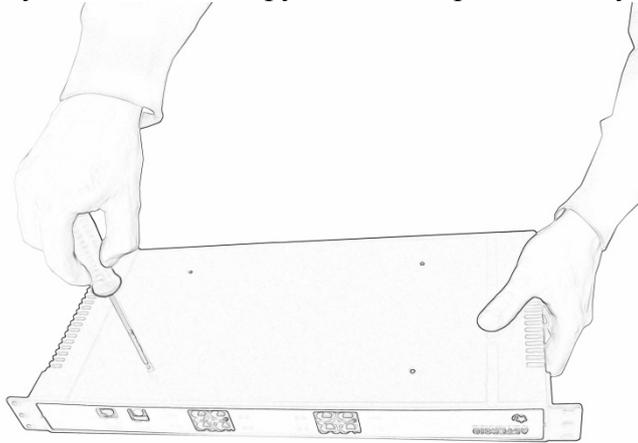


### Примечания.

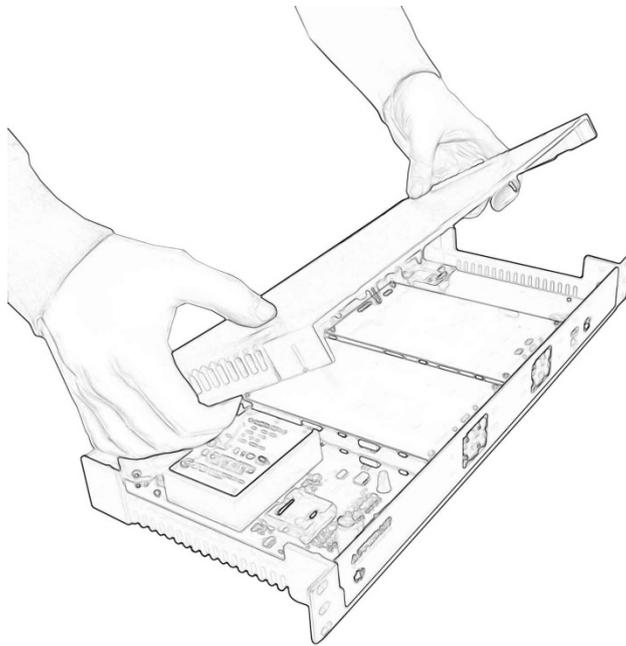
1. Для подключения может быть использован стандартный патч-корд для локальных сетей.
2. Показан вид разъема RJ45 с обратной стороны от защелки.

## 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

