

ELF2-AE

Внешний интерфейс E1 для Asterisk/CallWeaver

Руководство пользователя

Версия 1.1

16.07.2008

ТУ6656-001-71499641-2006

Декларация № Д-СПД-0710

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! Не рекомендуется использование устройства на физических линиях связи, не оборудованных устройствами грозозащиты.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение	7
1.1 Устройство модуля TDMoE framer	8
1.2 Рекомендации по подключению ELF2-AE через порт Ethernet	10
2. Технические характеристики.....	11
2.1. Общие параметры	11
2.2. Параметры интерфейса E1a	11
2.3. Параметры интерфейса Ethernet.....	11
2.4. Параметры консоли RS232	11
3. Подключение устройства	12
3.1. Расположение органов управления, индикации и разъемов.....	12
3.2. Описание разъемов	12
4. Конфигурация устройства.....	13
4.1. Подключение консоли.....	13
4.2. Главное меню программы конфигурации	13
4.3. Общие настройки.....	14
4.4. Настройки порта E1a	14
4.5 Сохранение/Восстановление настроек	15
4.6. Средства тестирования и диагностики	15
5. Мониторинг работы устройства.....	16
6. Настройка Zaptel/Asterisk.....	17
6.1 Введение	17
6.3 Синхронизация zaptel	18
6.3.1 Синхронизация zaptel – ELF2-AE ведущий	20
6.3.1 Синхронизация zaptel – ELF2-AE ведомый	21
6.4 Статистика zaptel/ztdynamic.....	21
6.5 Настройка подключения к Asterisk	22
6.7 Исправления zaptel.....	23
7. Обновление прошивки устройства.....	24
8. Комплектация устройства	24
9. Упаковка	24
Приложение А. Схемы применения.....	25
Центр обработки вызовов (call center) и организация сервисов Interactive Voice Responce (IVR)	
.....	25
Узел доступа клиентов по линии E1	25
Корпоративная АТС с выходом в VOIP сеть	26
VOIP-шлюз	26
Приложение В. Конфигурация zaptel (CAS)	27
Приложение С. Конфигурация zaptel (CCS)	27
Приложение D. Конфигурация zaptel (точка доступа).....	28
Приложение Е. Проверка связи ELF2-AE + zaptel	29

Таблицы

Табл. 1. Сигналы разъема E1A	12
Табл. 2. Сигналы разъема Ethernet	13
Табл. 3. Сигналы разъемы консоли	13
Табл. 4. Статусная информация портов E1	16
Табл. 5. Статусная информация модуля TDMoE.....	16

Рисунки

Рис. 1. Внутренняя архитектура ELF2-AE	7
Рис. 2. Структура модуля TDMoE.....	8
Рис. 3. Кольцевой буфер.....	8
Рис. 4. Передняя панель	12
Рис. 5. Задняя панель	12
Рис. 6. Главное меню	14
Рис. 7. Режим Lloop	15
Рис. 8. Режим Rloop	15
Рис. 9. Внутренняя архитектура Zaptel	17

1. Введение

Внешний интерфейс ELF2-AE – устройство, предназначенное для ввода/вывода синхронных потоков E1 (G.704) по протоколу **TDMoE** (**TDMoX** через **Ethernet**) в IP АТС **Asterisk/CallWeaver**.

ELF2-AE, совместно с **Asterisk/CallWeaver** обеспечивает функционал АТС, IP АТС, кросс коммутатора E1, точки доступа E1, и многое другое. В качестве сигнализации может использоваться либо **CAS** либо **CCS**.

Физическое подключение ELF2-AE к **Asterisk** серверу осуществляется с помощью **Ethernet** по протоколу **TDMoE** (**TDMoX** через **Ethernet**).

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

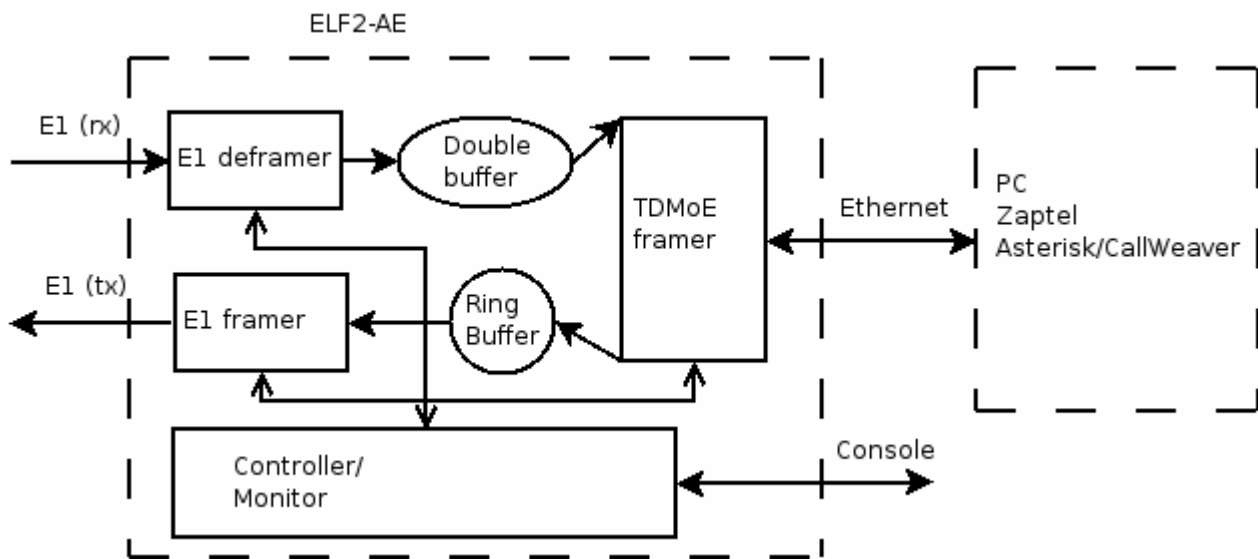


Рис. 1. Внутренняя архитектура ELF2-AE

Рассмотрим взаимодействие ELF2-AE и **Asterisk** через **Ethernet**.

Накопив данные и сигнализацию из потока E1, ELF2-AE отправляет **TDMoE** пакеты через **Ethernet**. Полученные в PC **TDMoE** пакеты поступают в драйвер **zaptel**. Драйвер **zaptel** подавляет эхо (если необходимо), осуществляет кросс-коммутацию канальных интервалов, обрабатывает виртуальные сетевые интерфейсы 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 **zaptel** получает от **Asterisk** сигнализацию и голос, упаковывает их в **TDMoE** пакеты, отправляет **TDMoE** пакеты в **Ethernet**. ELF2-AE передает данные и сигнализацию в поток E1.

Резюмируя, ELF2-AE занимается доставкой сигнализации и голоса между портом E1 и портами **Ethernet**. Обработку сигнализации (Loop Start, PRI, SS7) осуществляет **Asterisk**.

Примерный список возможных применений ELF2-AE см. в “Приложение А. Схемы применения”

Стоит также отметить, что устройства подобного типа имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными PCI картами. Например, возможна горячая замена интерфейса и добавление новых портов E1 без перезагрузки сервера.

При создании **Asterisk** серверов с резервированием, основной и резервные серверы могут использовать общий пул устройств ELF2-AE, что позволяет снизить общую стоимость системы.

ELF2-AE выпускается в настольном и стоечном исполнении.

1.1 Устройство модуля TDMoE framer

Для преобразования данных синхронного потока шины E1 в пакеты, данные накапливаются в одном из двух буферов **DB** (см. “Рис. 2. Структура модуля TDMoE”). Данные из другого ранее заполненного буфера, передаются в Ethernet в формате **TDMoE** пакета. В одном пакете Ethernet передаются 8 фреймов E1 и темп передачи пакетов будет, соответственно, 1 КГц.

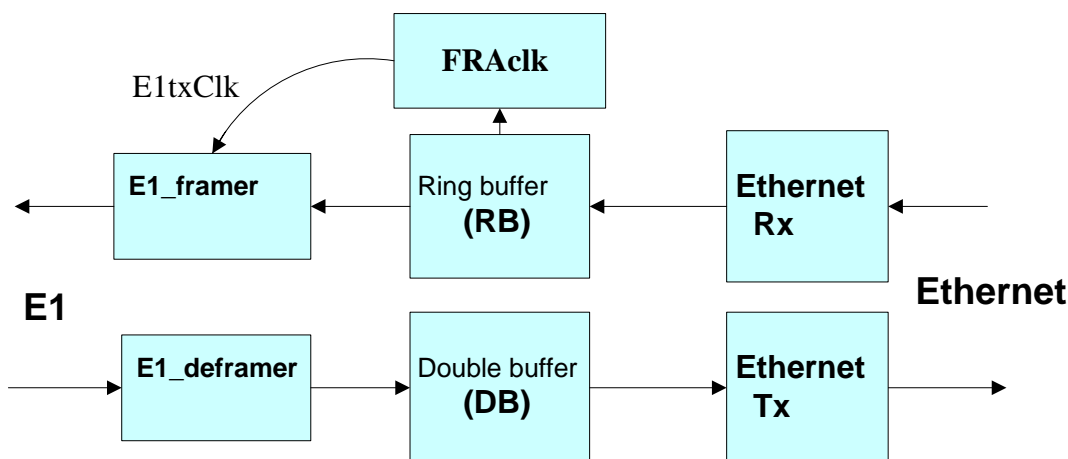


Рис. 2. Структура модуля TDMoE

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 E1. Указатель адреса **PntR** указывает очередной буфер для чтения и инкрементируется на единицу после передачи в шину E1 текущего буфера.

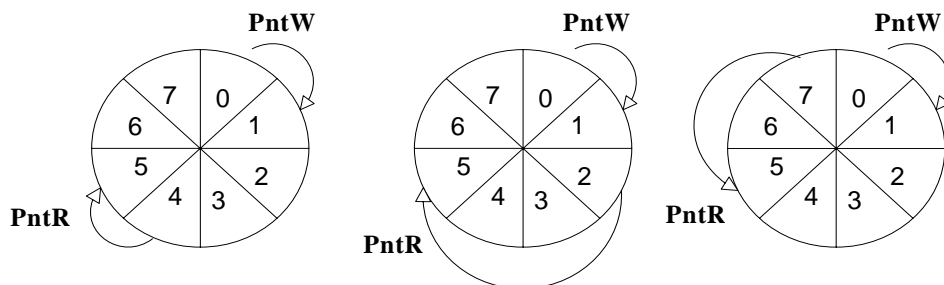


Рис. 3. Кольцевой буфер

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 E1, 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 $SkipErr=SkipErr+1$.

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 $E1\ E1txClk$. 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 ELF2-AE (ELF2-AE ведущий).

Для исключения “проскальзываний”, в случае, когда ELF2-AE является ведомым, должна быть разрешена работа цифрового регулятора **FRACK(PLL)**. При этом, порт $E1^1$ должен иметь настройку $clock\ source=internal$. Регулятор управляется указателями кольцевого буфера. Если рассогласование **PntW** и **PntR** равно 4, $E1txClk$ равна частоте внутреннего кварцевого генератора, деленной на 12 ($24576/12 = 2048\text{кГц}$). При других рассогласованиях **PntW** и **PntR**, один раз в миллисекунду делается укорачивание или удлинение одного цикла $E1txClk$ на величину $40\text{ns} * VCO$. Конфигурационный параметр VCO^2 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:

Первое устройство ELF2-AE_1 сконфигурировано как $clock\ source = internal$, $VCO=0$. Внутренняя синхронизация **Asterisk** должна быть настроена от потока **TDMoE** устройства ELF2-AE_1. Второе устройство ELF2-AE_2 должно быть в этом случае сконфигурировано как $clock\ source = internal$, $VCO=2$. ELF2-AE_2 “воспроизводит” частоту ELF2-AE_1.

¹ См. “4.4. Настройки порта E1a”.

² См. “4.3. Общие настройки”

1.2 Рекомендации по подключению ELF2-AE через порт Ethernet

Протокол TDMoE реализован непосредственно над MAC уровнем Ethernet, поэтому в тракте Ethernet между ELF2-AE 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 Ethernet, к которому может быть подключено несколько PC с Asterisk и несколько ELF2-AE. 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 PC и конфигурация Asterisk определяет реально работоспособное количество ELF2-AE в системе.

2. Технические характеристики

2.1. Общие параметры

Параметр	значение
габариты	140x110x35 мм
вес (без источника питания)	0.35 кг
энергопотребление	5 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 DC)	15В +/- 20%

2.2. Параметры интерфейса E1a

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
Затухание сигнала, не более, (E1b)	-6 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 консоли RS232

параметр	значение
режим работы	асинхронный, 8N1
скорость передачи данных, кбит/с	38400
контроль потока	отсутствует
электрические параметры сигналов	по рекомендации МСЭ-Т V.28

3. Подключение устройства

3.1. Расположение органов управления, индикации и разъемов

На передней панели расположены:

- кнопка сброса (Reset)
- индикатор включения питания (Power)
- индикатор режима 100 Мбит Ethernet (100TX)
- индикатор целостности линии Ethernet (Link)
- индикатор E1, канал а (E1-a)
- 6 контактный разъем консоли RJ-11



Рис. 4. Передняя панель

На задней панели расположены следующие разъемы:

- 8 - контактный разъем для подключения к сети Ethernet "витая пара" типа RJ-45
- 8 - контактный разъем порта E1A типа RJ-45
- гнездо для подключения источника питания (DC)



Рис. 5. Задняя панель

3.2. Описание разъемов

Контакт	Цепь
1	RX+
2	RX-
3	
4	TX+
5	TX+
6	
7	Земля
8	Земля

Табл. 1. Сигналы разъема E1A

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

Табл. 2. Сигналы разъема Ethernet

контакт	сигнал	направление
1	RXD	вход
2	TXD	выход
3	GND	
4	GND	
5		
6		

Табл. 3. Сигналы разъемы консоли

4. Конфигурация устройства

4.1. Подключение консоли

Подключение консольного порта осуществляется к последовательному порту компьютера с помощью кабеля-переходника RJ-11 \leftrightarrow DB-9. На компьютере необходимо запустить терминальную программу Teraterm (или подобную) с параметрами 38400, 8b, 1s, nr, flow control=off.

4.2. Главное меню программы конфигурации

После включения питания (или сброса) устройство выводит на консоль главное меню и переходит в режим ожидания. Настройка параметров устройства 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.

Экран разбит на 2 части.

В верхней части экрана выводится информация:

- версия ПО
- версия прошивки
- наиболее важные настройки и статусы линий

В нижней части экрана выводится текущее меню (см. Рис. 6).

```

ELF2-AE monitor, v0.14 18/04/2007, Updates: http://parabel.ru/

Firmware: ELF2-AST{0xA}, Revision: 0x6
E1/A Cfg: Line code=HDB3, Clock=Internal, CRC4=On
E1/B Cfg: Line code=HDB3, Clock=Internal, CRC4=On
E1/A status: LOS=Off, LOF=Off, LOM=Off, LOC=Off, RAIS=Off, FrErr=0/0
E1/B 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. 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.

4.3. 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.

Configuration/Common/Full duplex – включить (On) или выключить (Off) режим (принудительного) полного дуплекса для порта Ethernet.

4.4. Настройки порта E1a

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

4.5 Сохранение/Восстановление настроек

Configuration/Factory – восстановление заводских настроек (без сохранения)

Configuration/Restore – восстановление настроек из энергонезависимой памяти

Configuration/Save – сохранение настроек в энергонезависимой памяти

4.6. Средства тестирования и диагностики

Test/E1/Lloop – включение внутреннего шлейфа на соответствующем порту E1 (Рис. 7).

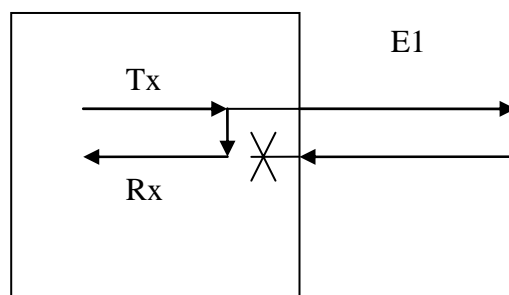


Рис. 7. Режим Lloop

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

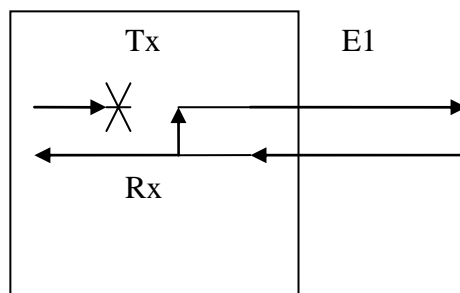


Рис. 8. Режим Rloop

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

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

5. Мониторинг работы устройства

Статусы портов E1 распечатываются в строке **E1 status** в шапке экранного меню. Расшифровка статусных полей приведена в Табл. 4.

Поле	Расшифровка	Значение	Комментарий
LOS	Lost Of Signal	On	Нет сигнала E1
		Off	Сигнал E1 присутствует, нет аварии
LOF	Lost Of Frame	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. 4. Статусная информация портов E1

Поле	Расшифровка	Комментарий
SkipErr	Skipped errors	Отброшено пакетов из TDMoE (средняя скорость TDMoE выше скорости E1) *
SlipErr	Slipped errors	Повторно передано пакетов (средняя скорость TDMoE ниже скорости E1) *
RxNuErr	Received Numeration Errors	Нарушений нумерации пакетов в TDMoE
mac	MAC address	(Ethernet)MAC адрес ELF2-AE

Табл. 5. Статусная информация модуля TDMoE

(*) Рост SkipErr или SlipErr возможен, если неправильно выбран источник часов для **zaptel** и ELF2-AE.

Одновременный рост SlipErr и SkipErr сигнализирует о сильной загрузке Ethernet оборудования (Switch), или некорректной обработке прерываний на PC с **zaptel/Asterisk**.

Примечания:

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

6. Настройка Zaptel/Asterisk

Внимание, все написанное ниже верно для zaptel версии 1.4.9.2 с исправлениями компании Парабел [<http://parabel.ru/download/>]. Подробнее см. “6.7 Исправления zaptel”.

6.1 Введение

Физическое подключение ELF2-AE 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 **zaptel**. Например, поддержка протокола **TDMoE** реализована в модулях **ztdynamic** и **ztd-eth**, входящих в состав **zaptel**.

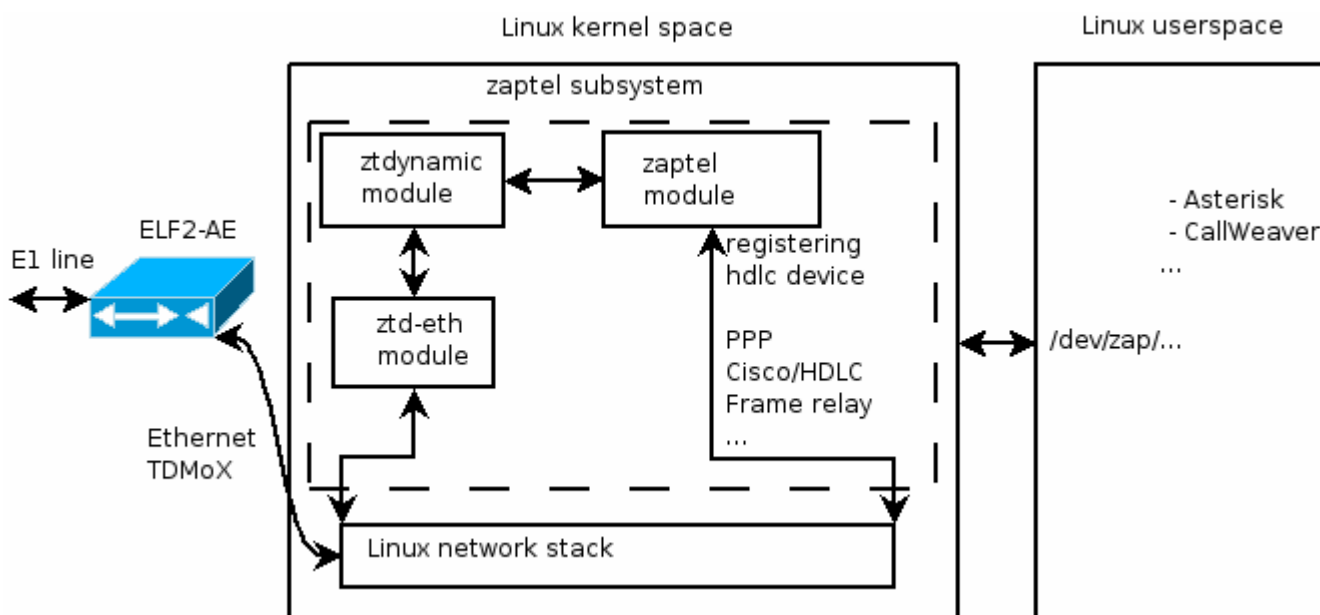


Рис. 9. Внутренняя архитектура Zaptel

Устройству ELF2-AE в драйвере **zaptel** сопоставляется так называемый **Dynamic SPAN**–диапазон канальных интервалов (TDM слотов), который описывается ключевым словом **dynamic** в файле конфигурации **zaptel.conf**. Отличие от **SPAN** состоит в том, что **Dynamic SPAN** регистрируется динамически, при загрузке конфигурации утилитой **ztcfg** (в то время как **SPAN** регистрируется при загрузке драйвера адаптера). В поле **dynamic** пользователь при конфигурации **zaptel** задает параметры, описывающие соединение с ELF2-AE и порядок упаковки данных в **TDMoE** пакеты. Параметры разделены запятыми. Примеры описания поля **dynamic** можно посмотреть в “Приложение В. Конфигурация zaptel (CAS)” и “Приложение С. Конфигурация zaptel (CCS)”.

Первым параметром поля **dynamic** задается имя сетевого интерфейса, через который будет осуществляться связь с ELF2-AE.

Второй параметр задает MAC (Ethernet) адрес устройства ELF2-AE. Это тот же самый адрес, который был указан при конфигурации ELF2-AE через консольное меню. Если к **Asterisk** серверу подключено несколько интерфейсов ELF2-AE, каждому необходимо выбрать отдельный MAC адрес и описать его в отдельном поле **dynamic**, т.е. описать отдельный **SPAN**.

Третий параметр поля **dynamic** задает количество канальных интервалов, которое обслуживает устройство ELF2-AE. Необходимо отметить, что между сервером **Asterisk** и ELF2-AE всегда передается одинаковое количество голосовых каналов – 30, независимо от того, используются они для телефонии или нет. Кроме голосовых каналов, один дополнительный канал

может выделяться для передачи **CCS** сигнализации. Таким образом, количество канальных интервалов в поле **dynamic** может принимать два фиксированных значения – 30 или 31. Значение этого поля также сообщает устройству ELF2-АЕ, каким образом упаковывать биты телефонной сигнализации в **TDMoE** фреймы. Остановимся на этом подробнее.

Существует два способа передачи телефонной сигнализации в потоке E1 - **CAS** (Channel Associated Signaling) и **CCS** (Common Channel Signaling).

1. В режиме **CAS**, сигнализация передается в 16-м канальном интервале потока E1 в виде ABCD битов, описывающих состояние абонентского терминала. Устройство ELF2-АЕ помещает ABCD биты в отдельное поле протокола **TDMoE**, не занимая для них выделенный канальный интервал. Таким образом, каждый фрейм **TDMoE** переносит 30 голосовых каналов и отдельно сигнализационные биты ABCD. В поле **dynamic** для этого режима необходимо установить значение 30. При такой конфигурации канальные интервалы 1-15, 17-31 потока E1 для драйвера **zaptel** и для сервера **Asterisk** будут иметь нумерацию с 1 до 30.
2. В режиме **CCS** сигнализация передается в 16-м канальном интервале потока E1 в виде HDLC фреймов и, по сути, представляет собой отдельный канал передачи данных. Примерами подобной сигнализации являются ISDN PRI, SS7, Qsig. Устройство ELF2-АЕ в этом режиме передает сигнализационный канал через фреймы **TDMoE** так же, как дополнительный канал с голосом. В поле **dynamic** для этого режима необходимо установить значение 31. При такой конфигурации канальные интервалы 1-31 потока E1 для драйвера **zaptel** и для сервера **Asterisk** будут иметь нумерацию с 1 до 31.

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

Отметим также, что канальные интервалы в **Asterisk** имеют сквозную нумерацию. Например, если в системе установлено два устройства ELF2-АЕ с **CAS** сигнализацией, то первому устройству будут соответствовать слоты 1-30, второму 31-60.

Описанная выше конфигурация хранится в файле **zaptel.conf**. Для записи конфигурации используется программа **ztcfg**. Получив настройки, драйвер **zaptel** начинает передавать данные в ELF2-АЕ по указанному в конфигурации MAC адресу. Получив “свои” данные, ELF2-АЕ начинает передавать поток E1 обратно серверу.

Посмотреть статус SPAN’ов можно утилитой **ztool** или по файлам `/proc/zaptel/`.

Настройку ELF2-АЕ в режиме **CCS** см. “Приложение С. Конфигурация **zaptel** (CCS)”.
 Настройку ELF2-АЕ в режиме **CAS** см. “Приложение В. Конфигурация **zaptel** (CAS)”.

6.3 Синхронизация **zaptel**

Для четкости, введем базовые термины:

- Адаптер – плата, устанавливаемая в слот PCI, вводящая один или несколько потоков (аналоговых или цифровых) в РС.
- **SPAN** - диапазон канальных интервалов (каналов, слотов), сопоставляемый порту устройства в драйвере **zaptel**. **SPAN** создается драйвером соответствующего устройства (например, драйвером адаптера **Quasar**, вводящим 2-8 портов E1), и конфигурируется строкой “span=” в файле конфигурации **zaptel.conf**.
- **Dynamic SPAN** - диапазон канальных интервалов (каналов, слотов), сопоставляемый порту устройства в драйвере **zaptel**. **Dynamic SPAN** регистрируется и конфигурируется строкой

“dynamic =” в файле конфигурации **zaptel.conf** динамически, при загрузке конфигурации утилитой **ztcfg** (в то время как **SPAN** регистрируется при загрузке драйвера адаптера).

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

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

Важность настройки синхронизации обусловлена тем, что на уровне драйвера **zaptel**, 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 **zaptel** для канала не столь важна только в случаях, если выбранный канал отображен в систему как сетевое устройство (строка **nethdls** в **zaptel.conf**), или данные из канала поступают в **Asterisk** (не осуществляется кросс-коммутация каналов).

Для корректной работы, драйверу **zaptel** необходим надежный (“хороший”) источник синхронизации. Таким источником может выступать либо аппаратное устройство, которому сопоставляется (**dynamic**)**SPAN**, либо внутренний таймер РС. Во втором случае источником синхронизации становится виртуальный **SPAN** – драйвер **ztdummy**.

Драйвер **ztdummy** – это виртуальный адаптер, предоставляющий в **zaptel** 0 каналов. Драйвер **ztdummy** использует прерывания от RTC, т.е. часы кратные 2. Таким образом, для ровной синхронизации от **ztdummy**, с частотой близкой к 1000 герц, рекомендуется загружать **ztdummy** с параметром³ **rtc_rate=4096**.

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

1. На каждой итерации (добавление **SPAN**, удаление **SPAN**, изменение состояния **SPAN**) происходит арбитраж. Мастером становится первый (в порядке регистрации) запущенный (инициализированный утилитой **ztcfg**) **SPAN** без ошибок, с не нулевым количеством слотов (**каналов**).
2. Если нет **SPAN**'а, удовлетворяющего условию 1, в список претендентов попадает **ztdummy** (виртуальный **SPAN**) – резервный источник часов.

Сказанное выше, означает, что:

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

Теперь перейдем к синхронизации **TDMoE** устройств (устройств, обслуживаемых драйверами **ztdynamic** и **ztd-eth**). Драйвер **ztdynamic** имеет свою систему таймирования.

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

³ В Linux >= 2.6.22 **ztdummy** использует таймер с высоким разрешением, параметр **rtc_rate** не нужен.

1. При загрузке **ztdynamic**, источником синхронизации **ztdynamic** становится драйвер **zaptel**.
Т.е. синхронизация поступает от **SPAN** устройств (адаптеров или **ztdummy**).
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 **ztdynamic**.
Также, это устройство (и только оно) может стать источником синхронизации для **zaptel**.
3. Если в результате арбитража нет источников синхронизации, источником для **ztdynamic** становится **zaptel**.

Выдача данных из **ztdynamic** в Ethernet производится по часам **ztdynamic**. Из сказанного ясно, что для начала работы ELF2-AE (**ztdynamic**) необходим “стартовый” импульс, т.е. необходим драйвер **ztdummy** или адаптер.

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

6.3.1 Синхронизация **zaptel** – ELF2-AE ведущий

Рассмотрим схему включения устройства ELF2-AE в режиме ведущего.
В файле **zaptel.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”.

ELF2-AE должен содержать следующие настройки:

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

Configuration/E1/Clock source = Internal

Configuration/Common/VCO = 0

После старта **zaptel** и его конфигурации программой **ztcfg**, **ztdynamic** не получает пакетов от ELF2-AE, так как ELF2-AE не знает адрес сервера. Устройство находится в статусе RED ALARM.

Поэтому сразу после старта драйвер **zaptel** использует синхронизацию драйвера **ztdummy**. Драйвер **ztdynamic**, в свою очередь, вынужден выбрать источником синхронизации драйвер **zaptel**.

Получив синхронизацию, **ztdynamic** начинает передавать данные в ELF2-AE. ELF2-AE принимает “свои” пакеты и начинает передавать пакеты **TDMoE** обратно серверу. Получив ответ от ELF2-AE, **ztdynamic** выбирает ELF2-AE источником синхронизации, меняет статус на рабочий, и становится источником часов для **zaptel**.

Результат – **zaptel** и **ztdynamic** используют синхронизацию от ELF2-AE.

6.3.1 Синхронизация **zaptel** – ELF2-AE ведомый

Рассмотрим схему включения устройства ELF2-AE в режиме ведомого. **zaptel.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”.

ELF2-AE должен содержать следующие настройки:

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

Configuration/E1/Clock source = Internal

Configuration/Common/VCO = 1 или 2

После старта **zaptel** и его конфигурации программой **ztcfg**, **ztdynamic** не получает пакетов от ELF2-AE, так как ELF2-AE не знает адрес сервера. Устройство находится в статусе RED ALARM.

Поэтому сразу после старта драйвер **zaptel** использует синхронизацию драйвера **ztdummy**. Драйвер **ztdynamic**, в свою очередь, вынужден выбрать источником синхронизации драйвер **zaptel**.

Получив синхронизацию, **ztdynamic** начинает передавать данные в ELF2-AE. ELF2-AE принимает “свои” пакеты и начинает передавать пакеты **TDMoE** обратно серверу. Получив ответ от ELF2-AE, **ztdynamic** выбирает ELF2-AE источником синхронизации, меняет статус на рабочий, и оставляет источником синхронизации **zaptel**.

Результат – **zaptel** и **ztdynamic** используют синхронизацию от **ztdummy**.

Роль модуля **ztdummy** может исполнять любой SPAN, например, **Quasar**.

В приведенном примере, ELF2-AE 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.

6.4 Статистика **zaptel/ztdynamic**

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

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

Статистика драйвера **ztdynamic** содержится в файле /proc/zaptel/ztdynamic_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.

6.5 Настройка подключения к Asterisk

Для подключения ELF2-AE к **Asterisk** через Ethernet необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить ELF2-AE к PC. См. “3. Подключение устройства”.
Убедиться, что горит светодиод Link
2. Настроить ELF2-AE, сохранить конфигурацию. См. “4. Конфигурация устройства”.
3. Настроить **zaptel** и **Asterisk**.

Рассмотрим конфигурацию ELF2-AE подробнее.

ELF2-AE надо указать его mac адрес (адреса не должны дублироваться), выбрать режим синхронизации (**Configuration/E1/Clock source** и **Configuration/Common/VCO**).

Перейдем к настройке **zaptel**.

Драйверу **zaptel** мы должны сообщить ряд параметров, таких как mac адрес ELF2-AE, количество каналов, приоритет (см. “6.3 Синхронизация zaptel”).

Рассмотрим конфигурацию “Приложение В. Конфигурация zaptel (CAS)”. В конфигурации указано, что ELF2-AE подключен (напрямую, или через switch) к интерфейсу eth1, ELF2-AE 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 **zaptel** будет работать с ELF2-AE как с ведущим устройством. То есть, для данной конфигурации, ELF2-AE должен быть сконфигурирован **Clock source=Internal** или **External**, **VCO=0**.

Теперь настройки можно передать драйверу **zaptel** (командой **ztcfg**).

Утилита **ztool** 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 **zaptel** и ELF2-AE, отсутствие фрейма на порту E1 или отсутствие мастера у драйвера **zaptel** (см. “6.3 Синхронизация zaptel”).

Убедиться в отсутствие потерь пакетов можно в мониторе ELF2-AE, сбросив статистику, и обновляя экран. Счетчики ошибок **TDMoE** не должны расти.

Напомним еще раз способ отображения канальных интервалов E1 с сигнализацией **CAS** на канальные интервалы **TDMoE**. Канальные интервалы E1 (1-15,17-31) отображаются в **TDMoE** (1-15,16-30). То есть канальные интервалы 0 и 16 недоступны.

Настройка ввода данных из драйвера **zaptel** в **Asterisk** осуществляется в файле **zapata.conf**. В **Asterisk** принято указывать тип сигнализации, обрабатываемой ответной стороной. Так, для FXO порта ELF2-AE, 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(Zap/8)” осуществляет вызов на канал 8.

6.7 Исправления *zaptel*

Пакет *zaptel* версии 1.4.9.2 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 `ztdynamic` в `procf`s.
- Реализован симметричный арбитраж источника синхронизации. Так, в оригинальном драйвере, источником становился первый загруженный SPAN, но при появлении ошибок на нем осуществлялся арбитраж. Таким образом `ztdummy` при загрузке становился источником навечно.
- Добавлен входящий буфер `ztdynamic` для исключения потерь, вызванных дрожанием фазы двух или более TDMoE устройств.

Данные исправления отправлены на bugs.digium.com.

<http://bugs.digium.com/view.php?id=12405>

<http://bugs.digium.com/view.php?id=12406>

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

7. 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 elf.bin**
Данная команда загрузит данные через порт com1.
5. Проверьте версию прошивки.
Так для устройства ELF2-AE в шапке меню должна быть напечатана строка:
Firmware: ELF2-AE {0xA}, Revision: XXX
6. Если предыдущий шаг прошел успешно – устройство уже перезагружено с новой прошивкой, и готово к работе.

8. Комплектация устройства

Устройство поставляется в следующей комплектации:

- ELF2-AE – 1 шт
- Консольный кабель (RJ11-DB9) – 1 шт
- CD диск с документацией – 1 шт

Отдельно могут приобретаться сопутствующие аксессуары:

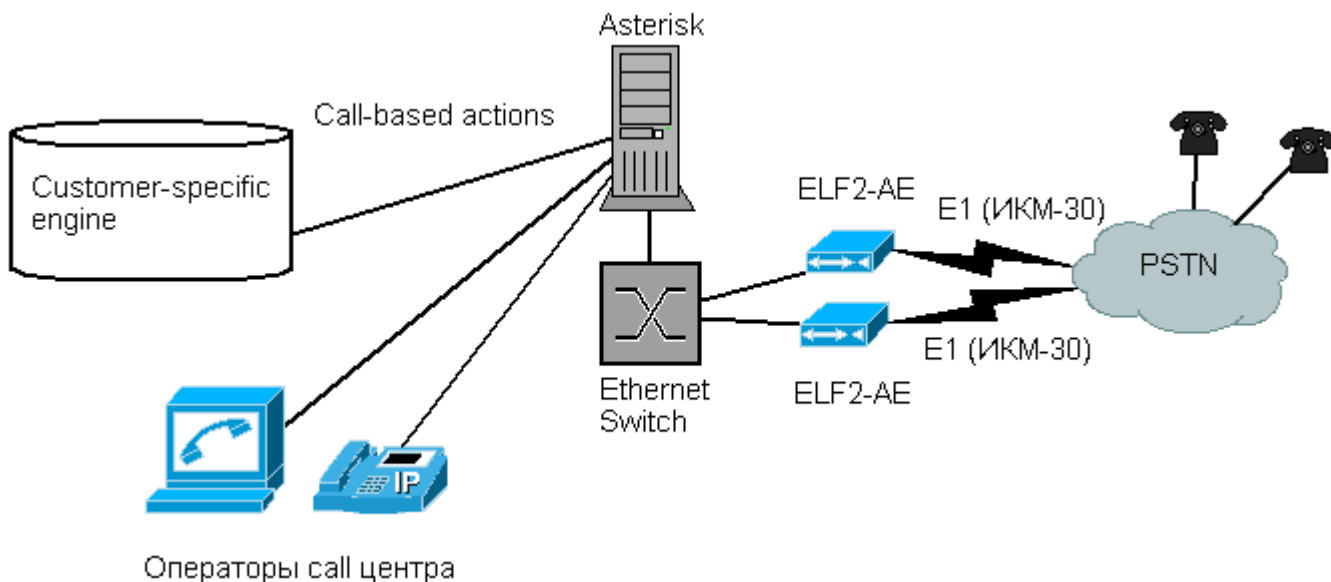
- Блок питания 220В
- Блок питания 36..72В

9. Упаковка

Устройство поставляется в гофрокартонной коробке с размерами 26x21x6.5 см. Упаковка допускает складирование в сухих закрытых помещениях, не более 10 штук в стопке.

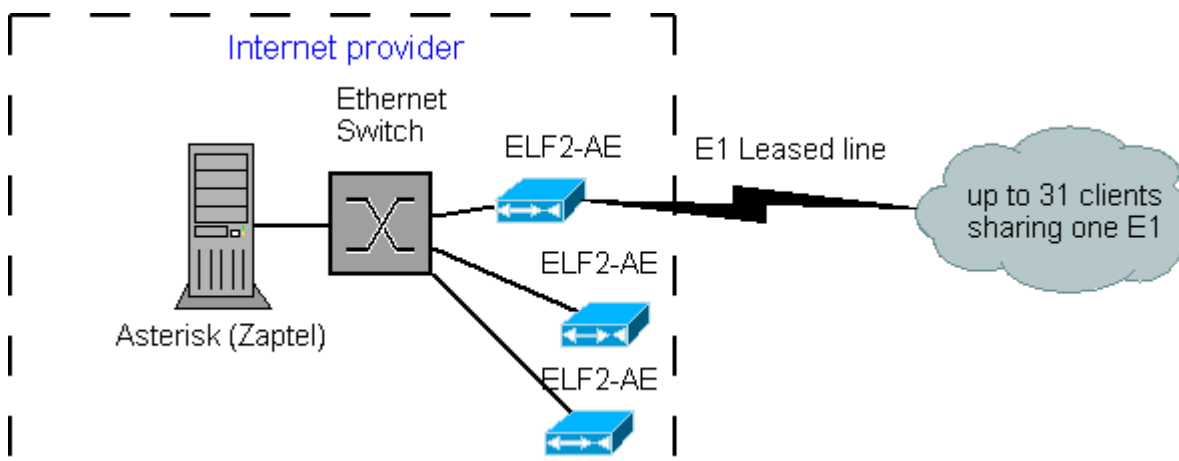
Приложение А. Схемы применения

Центр обработки вызовов (call center) и организация сервисов Interactive Voice Response (IVR)



В рамках данной схемы возможна реализация, как простой очереди вызовов, так и голосового меню с возможностью отправки факса с запрошенной информацией. Возможен следующий сценарий, абонент телефонной сети набирает номер провайдера услуг. Сигнализационные и голосовые данные E1 передаются через Ethernet до **Asterisk**, где подвергаются обработке. В зависимости от пользовательской конфигурации, **Asterisk** запускает программу - обработчик, определяющую реакцию на DTMF-сигналы. Таким обработчиком, например, может быть программа-шлюз факс->электронная почта.

Узел доступа клиентов по линии E1

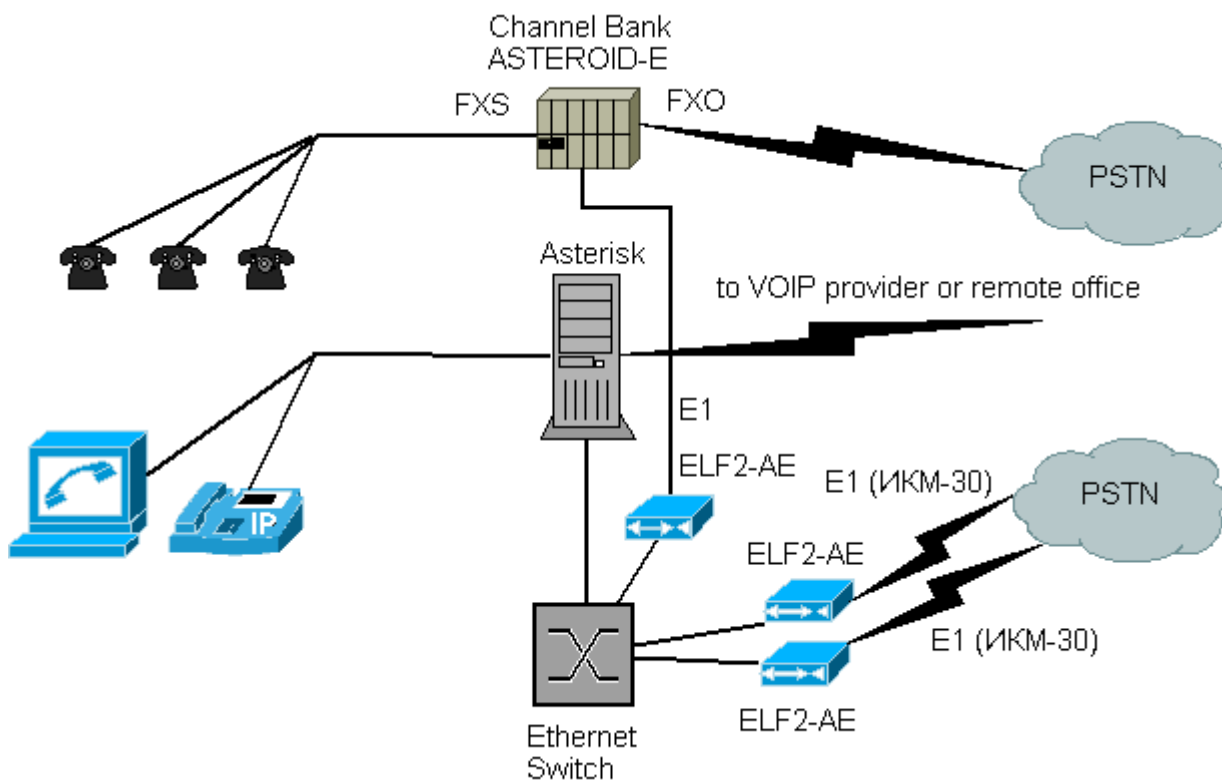


Устройство ELF2-AE и программное обеспечение пакета **zaptel** позволяют создать [недорогую платформу](#) для предоставления клиентам выделенных каналов передачи данных.

В приведенном примере, клиенты получают HDLC поток, упакованный в указанные каналные интервалы.

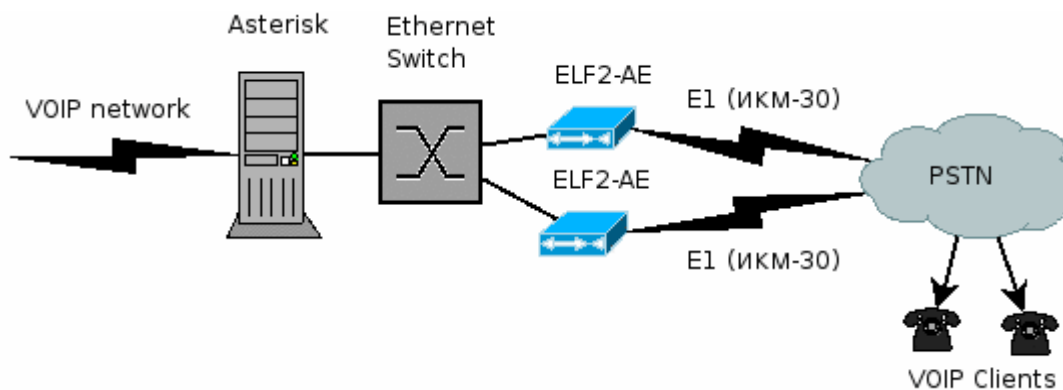
В качестве протокола канального уровня может выступать PPP, Cisco, Frame Relay, X25. Один поток E1 может использоваться несколькими клиентами (до 31).

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.

VOIP-шлюз



Шлюз может служить основой "карточной" платформы IP телефонии.

Клиент набирает телефонный номер провайдера услуг. Получив запрос, **Asterisk** запрашивает номер карты, pin-код и вызываемый номер. Получив все данные, **Asterisk** отправляет звонок через VoIP сеть, осуществляя взаимодействие с биллинговой системой.

Приложение В. Конфигурация zaptel (CAS)

```
# 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 zaptel device
# if you are not using external timing.
#

# Creating dynamic SPAN rules:
# address is {ethernet device}/{ELF2-AE mac address}
# By setting numchans == 30 we inband configure ELF2-AE to work in CAS mode.
# By setting numchans == 31 we inband configure ELF2-AE to work in CCS 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 loopstart FXO signaling on channels 8-15,
#loopstart FXS signaling on channels 23-30.
fxsls=8-15
fxols=23-30

#Setting correct zone info (tone info)
loadzone=fr
defaultzone=fr

#платы мапированы на e1 как есть: 0-7;8-15;16-23,24-31
#т.о. теряются(игнорируются) звуковые (FXS/FXO) каналы 0,16.
#Каналы в режиме CAS отображаются на TDMoE с выбрасыванием слота 16.
#Т.о. каналные интервалы E1 (1-15,17-31) отображаются в TDMoE (1-15,16-30).
```

Приложение С. Конфигурация zaptel (CCS)

```
# 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 zaptel device
# if you are not using external timing.
#

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

# Creating dynamic SPAN on eth1 for ELF2-AE with mac 00:55:55:55:55:00
# in CCS mode with timing priority == 1.
dynamic=eth,eth1/00:55:55:55:55:00,31,1

#Setting ALAW for timeslots 1-15,17-31
#Timeslot 16 is used for CCS.
alaw=1-15,17-31

#Setting CCS with data channel on timeslot 16.
bchan=1-15,17-31
dchan=16

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

Приложение D. Конфигурация zaptel (точка доступа)

Создаем сетевой интерфейс из нужных нам канальных интервалов:

zaptel.conf

```
dynamic=eth,eth1/00:55:55:55:55:00,31,1
#this will be hdlc0
nethdlc=1-3
#this will be hdlc1
nethdlc=4
```

Конфигурируем инкапсулируемый протокол (cisco/hdlc, ppp, fr,...):

```
#sethdlc hdlc0 cisco
#sethdlc hdlc1 hdlc-eth
```

Настраиваем сетевой интерфейс:

```
#ifconfig hdlc0 10.0.0.1 pointopoint 10.0.0.2
```

Или включаем полученный интерфейс в бридж группу, организовав бридж между интерфейсами:

```
#brctl addbr br0
#brctl addif br0 hdlc1
#ifconfig br0 192.168.1.1
```

Добавить в бридж группу можно только Ethernet совместимые устройства, т.е. инкапсулированные протоколы hdlc-eth или Frame Relay ether DLCI

Далее, при необходимости, можно прописать маршруты для созданных интерфейсов командой `route`, или настроить динамическую маршрутизацию.

Приложение Е. Проверка связи ELF2-AE + zaptel

Последовательность действий:

1. Выберите конфигурацию **zaptel** (CAS или CCS)
2. Сконфигурируйте устройство. См. “4. Конфигурация устройства”
3. Подключите E1 порт к линии.
4. Загрузите конфигурацию (`ztcfg -c zaptel.conf`)
5. Запустите `ztool` (SPAN должен перейти в статус ОК).
6. Обновляйте экран терминала (пробелом).
Счетчики `SlipErr`, `SkipErr`, `RxNuErr`, `FrErr` не должны расти.

Если SPAN находится в статусе RED alarm:

1. Проверьте, что mac адрес в мониторе ELF2-AE совпадает с адресом в **zaptel.conf**
2. Убедитесь, что кабель Ethernet исправен (по статистике Ethernet в Linux и лампочке Link).
3. Подключите заворотку к порту E1.

Если после подключения заворотки E1 SPAN переходит в статус ОК - проблема в линии E1.

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