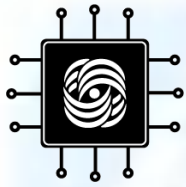


ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

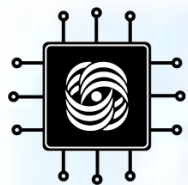
Лекция 12: *Мониторинг обмена данными в ИУС РВ*

Кафедра АСВК,
Лаборатория Вычислительных Комплексов
Балашов В.В.



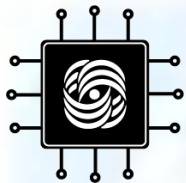
Бортовые устройства





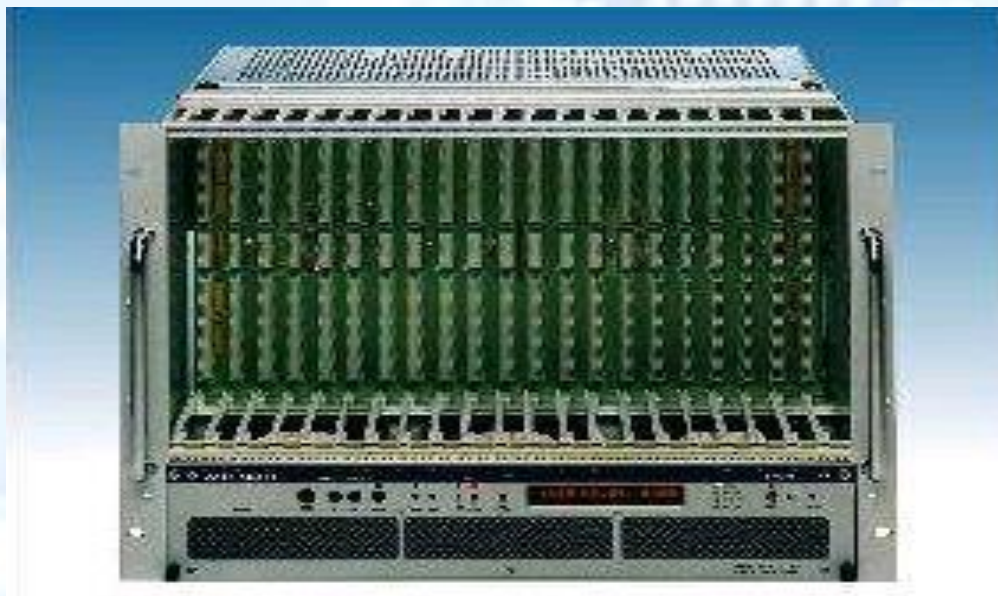
Пример: Интерфейсы БЦВМ

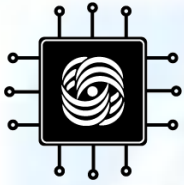




Внутриблочные интерфейсы

- VME32 60 МБ/с
- PCI32 33 МГц 60-80 МБ/с
- PCI Express x4 4x250 МБ/с





Внешние интерфейсы блоков

- МКИО (MIL-STD-1553B) 80-90 КБ/с
- ДПК (ARINC 429) 7.12 КБ/с
- FC-AE-ASM 100 МБ/с
- AFDX 10-12 МБ/с
- ARINC 818 (видео) 70.1 МБ/с
- CAN (500 КГц) 24.4 КБ/с
- Разовые команды (PK)

Необходимы специализированные инструментальные средства мониторинга и анализа информационных обменов.

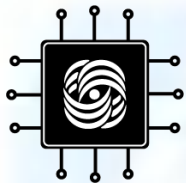
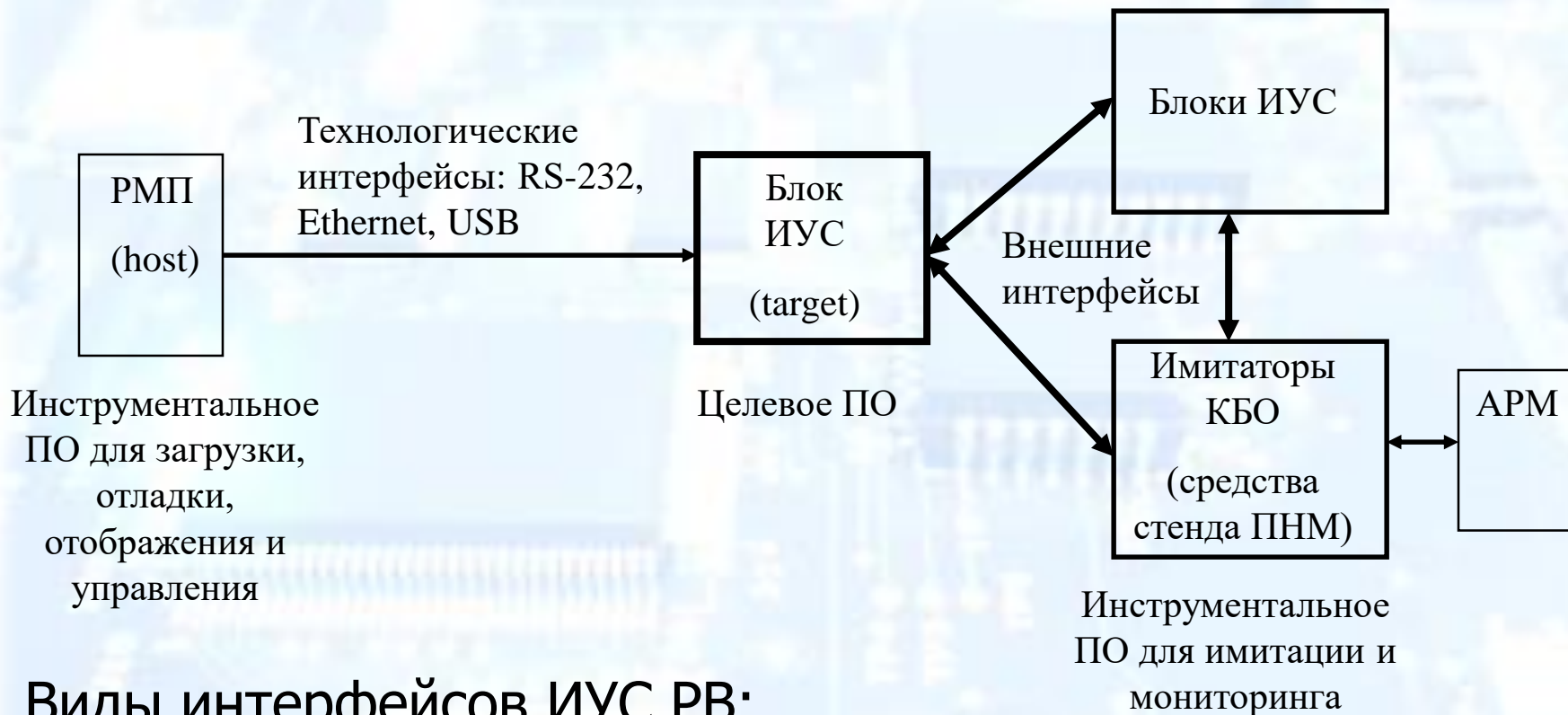
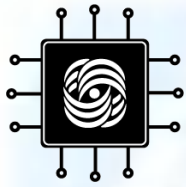


Схема работы с ИУС РВ



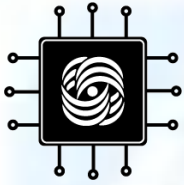
Виды интерфейсов ИУС РВ:

- Технологические интерфейсы
- Внутренние (локальные) интерфейсы
- Бортовые интерфейсы (внешние)



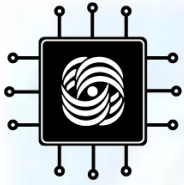
Мониторинг информационного обмена

- Уровни информационного обмена:
 - Между блоками (канал)
 - Между модулями в составе блока (внутренняя шина)
 - Между функциональными задачами в рамках модуля (разделяемая память, очереди сообщений)



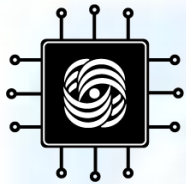
Мониторинг каналов/шин

- По уровням протокола:
 - физический: проверка наличия и характеристик сигнала
 - канальный:
 - проверка соответствия информационных слов и кадров стандарту канала
 - проверка ограничений реального времени на передачу слов/кадров
 - анализ активности абонентов канала
 - логический:
 - проверка соответствия параметров, передаваемых в полезной нагрузке, протоколу информационного взаимодействия

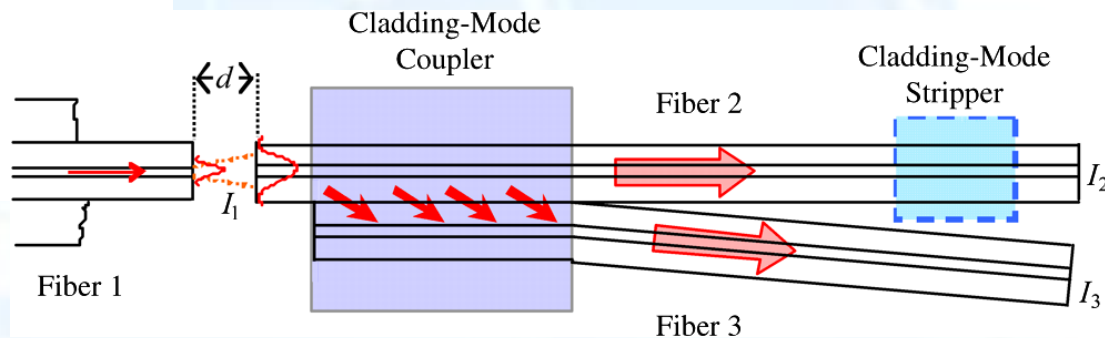
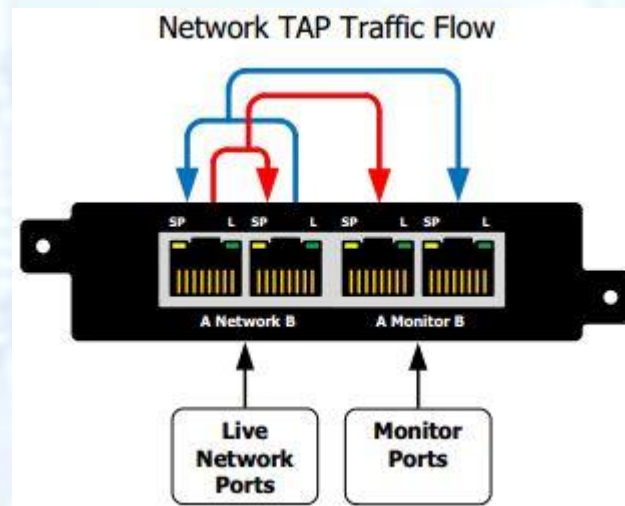
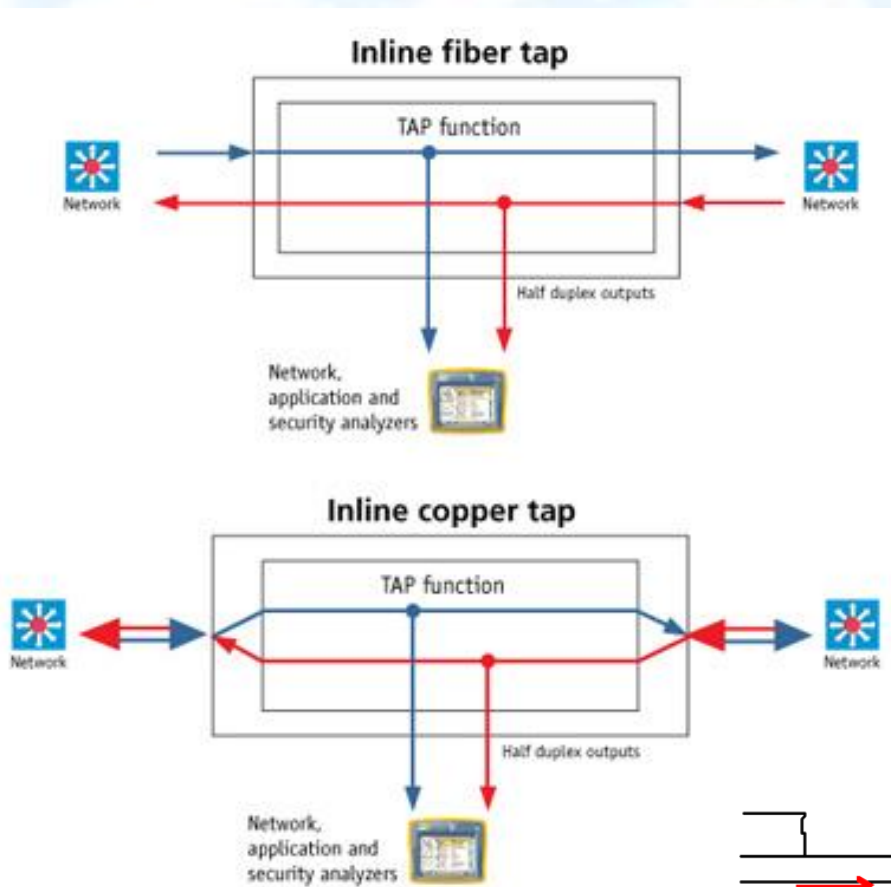


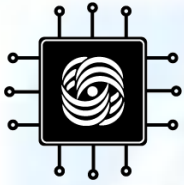
Варианты анализа

- Оперативный: выявление и анализ проблем «на лету»
 - Автоматически проверяемые условия корректности
 - Визуальный анализ
- Анализ результатов регистрации
 - Большой объём
 - Начало регистрации «по событию»

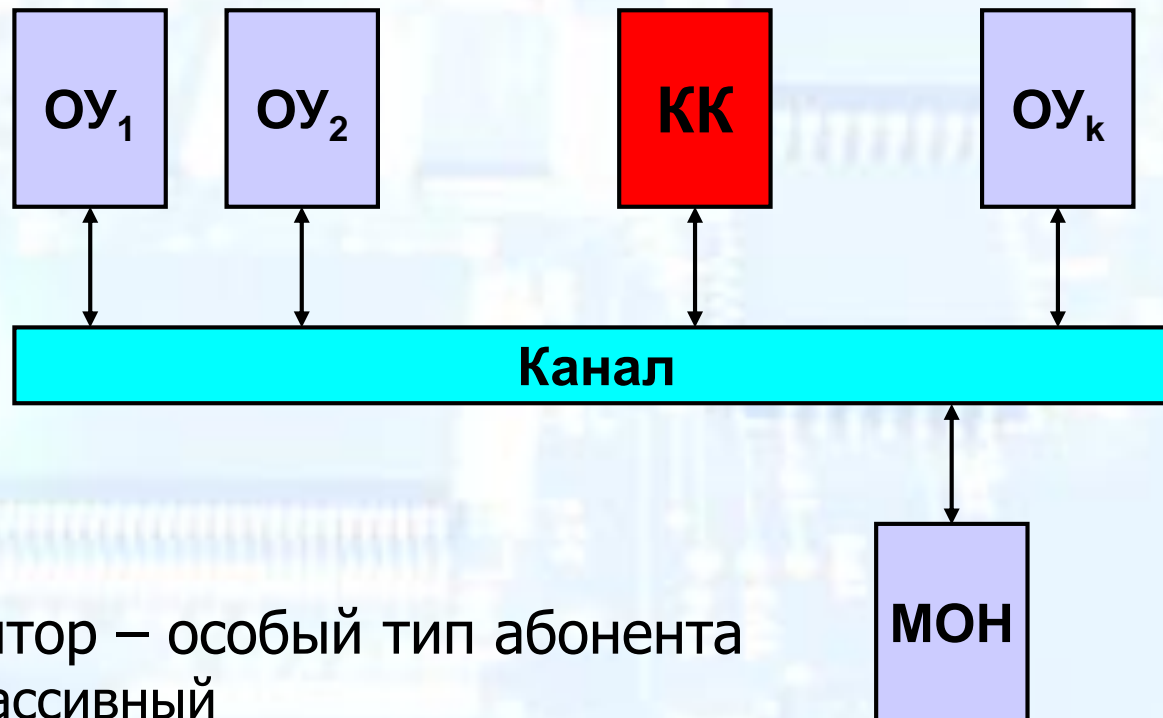


Доступа к каналу точка-точка

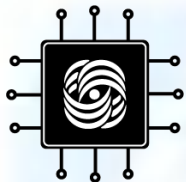




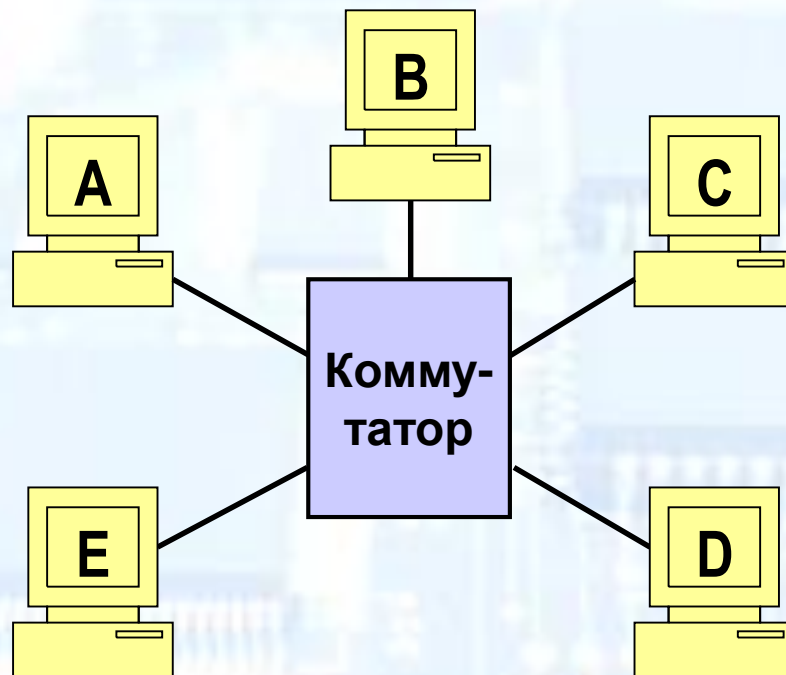
Доступ к общей шине



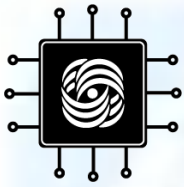
- Монитор – особый тип абонента
 - Пассивный
 - Без собственного адреса



Доступ к коммутируемой сети



- Слушаем выбранные линии как каналы «точка-точка»
 - Коммутационная панель
 - Каждый канал выведен с разрывом
 - Варианты замыкания: напрямую или через разветвитель
 - Громоздко...
- Порт мониторинга на коммутаторе
 - «сливаются» только корректные кадры, воспринятые коммутатором
 - Нарушение временных характеристик потока
 - Возможное превышение пропускной способности порта
 - Компактное решение

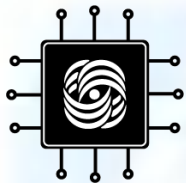


Низкоуровневый анализ



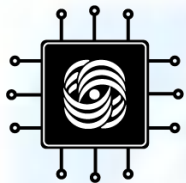
- Осциллограф:
 - Физические характеристики сигнала
 - Правильность формирования слова/кадра, повторяемого по каналу (можно «непосредственно» увидеть)
 - ...и даже значения данных (в повторяемых кадрах)



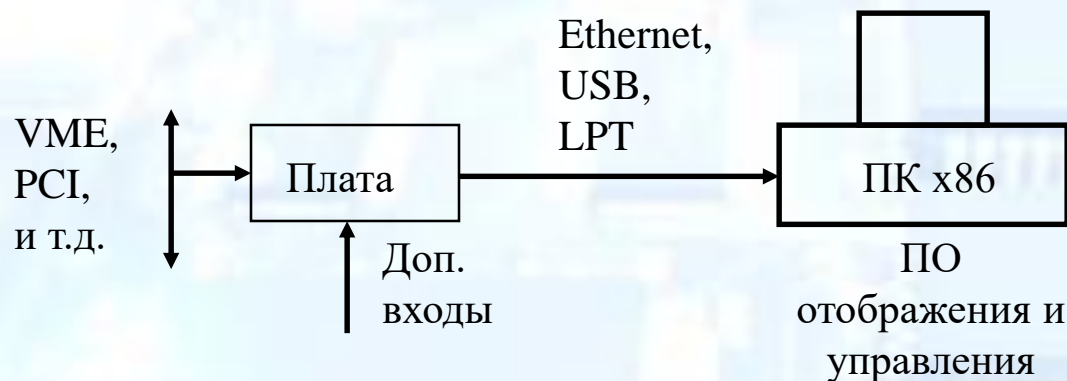


Анализ канальных протоколов

- Виды представления данных
 - последовательность обменов
 - быстро обновляется, большой объём
 - фильтрация, поиск
 - постоянный мониторинг + запуск регистрации по событию
 - статистика обменов
 - по абонентам
 - по потокам данных (виртуальные каналы, метки слов, пары отправитель-получатель)
 - статистика ошибок

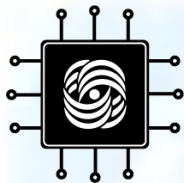


Анализаторы шин VME/PCI



Инструментальные средства анализа:

- Silicon Control Inc
- Curtiss-Wright Electronics systems / VMETRO
- LeCroy Inc
- Tektronix Inc
- Гранит-ВТ



Пример анализаторов шин: Таблица обменов

Right click to change signal properties

Marker Times

Trace Setups

Power Zoom

Start and Stop capture

Sample before and after trigger

Analyzer status

Trace - test2

62.40us 91.51us 29.11us Setup address ? [Go] [Stop] 0000100 ←→ 0000100 L1 SAVED

SAMPLE	COMMAND	ADDRESS32	DATA32	AM	TIME	DELTA	BUS DOCTOR	AM[5:0]	BR[3:0]	
-11	Write	0047FFEA	55555555	A32 SUPV DATA	10.54us			0D	F	55555
-10	Write	0047FFEC	55555555	A32 SUPV DATA	11.20us			0D	F	55555
-9	Write	0047FFEE	55555555	A32 SUPV DATA	12.01us	■		0D	F	55555
-8	Write	0047FFF0	55555555	A32 SUPV DATA	8.775us			0D	F	55555
-7	Write	0047FFF2	55555555	A32 SUPV DATA	9.405us			0D	F	55555
-6	Write	0047FFF4	55555555	A32 SUPV DATA	10.06us	62.40us		0D	F	55555
-5	Write	0047FFF6	55555555	A32 SUPV DATA	10.72us			0D	F	55555
-4	Write	0047FFF8	55555555	A32 SUPV DATA	11.38us			0D	F	55555
-3	Write	0047FFFA	55555555	A32 SUPV DATA	12.04us	▲		0D	F	55555
-2	Write	0047FFFC	55555555	A32 SUPV DATA	9.045us			0D	F	55555
-1	Write	0047FFFE	55555555	A32 SUPV DATA	9.705us			0D	F	55555
0	Write	00480000	55555555	A32 SUPV DATA	10.36us	T		0D	F	55555
1	Write	00480002	55555555	A32 SUPV DATA	11.02us			0D	F	55555
2	Write	00480004	55555555	A32 SUPV DATA	11.68us			0D	F	55555
3	Write	00480006	55555555	A32 SUPV DATA	8.505us			0D	F	55555
4	Write	00480008	55555555	A32 SUPV DATA	9.165us			0D	F	55555
5	Write	0048000A	55555555	A32 SUPV DATA	9.975us			0D	F	55555

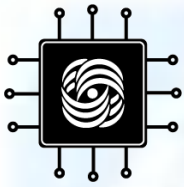
Signal scroll bar

Trigger marker

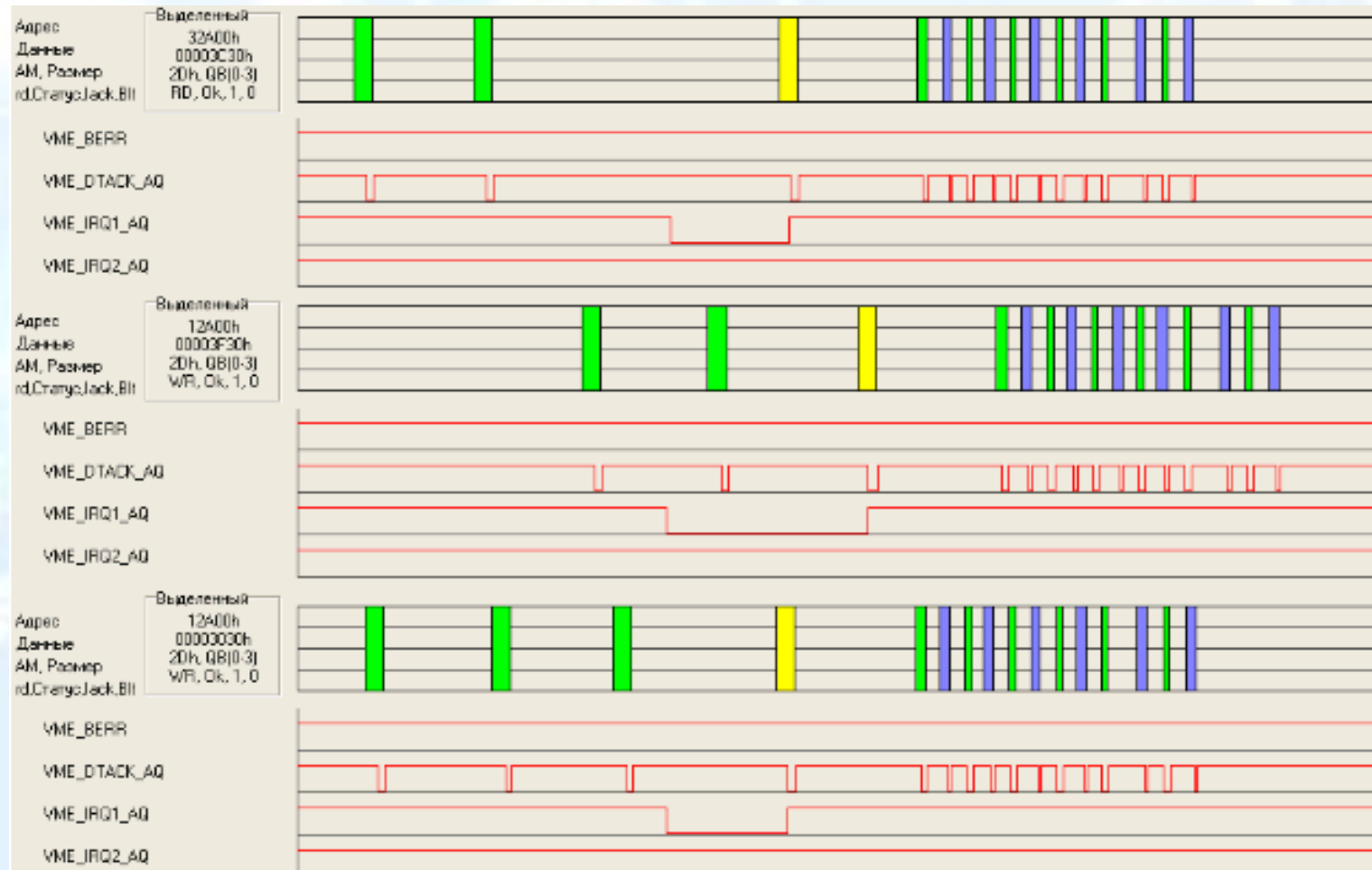
Marker 1
Left click

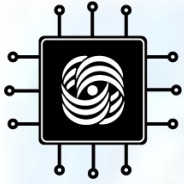
Marker 2
Right Click

Sample scroll bar



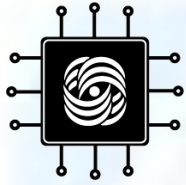
Пример анализаторов шин: Временная диаграмма





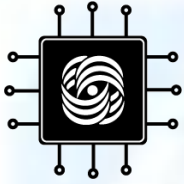
Архитектура средств мониторинга





Поддерживаемые протоколы

- MIL STD-1553B
- ARINC 429
- CAN
- Fibre Channel (оптика/данные)
- ARINC 818 (оптика/видео)



Анализатор MIL STD-1553B

Панель инструментов Боковая панель Область отображения результатов

Текущий сеанс: "2012-07-02 14:07" <@standvm-lenny>

2 июля 2012 Время: 15:00 - 16:00 Длительность: 1:01

каналы

Имя	Тип	ОН	Р	В	ОУ
mls	МКИО				
mls1	МКИО				

Свойство Протокол

имя	значение
Имя	mls
Протокол	По умолчанию
Тип	M1553
МК	<input checked="" type="checkbox"/>
Размещение	lizard:0
КК	<input checked="" type="checkbox"/>
Размещение	lizard:0

Добавить МК Добавить КК

Добавить ОУ Удалить

[МКИО] mls (7439) 0.89% Интервал: 15:05:07.779 - 16:06:07.780 Обмен Слова данных Статистика

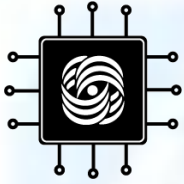
№	Время	Дата	Δt	Формат	Отправитель	Получатель
5242	15:56:09.778	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК
5243	15:56:09.779	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК
5244	15:56:09.780	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК
	15:56:09.780	2 Июл 2012	Пауза: 0:00:00.991			
5245	15:56:10.772	2 Июл 2012	0:00:00.991 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК
5246	15:56:10.773	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК
5247	15:56:10.773	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК
5248	15:56:10.774	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01	КК

[МКИО] mls (4920) 0.76% Интервал: 14:58:57.784 - 15:59:57.785 Обмен Слова данных Статистика

№	Время	Дата	Δt	Формат	Отправитель
3036	15:57:19.780	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01
	15:57:19.780	2 Июл 2012	Пауза: 0:00:00.991		
3037	15:57:20.772	2 Июл 2012	0:00:00.991 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01
3038	15:57:20.773	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01
3039	15:57:20.773	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01
3040	15:57:20.774	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01
3041	15:57:20.775	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01
3042	15:57:20.775	2 Июл 2012	0:00:00.000 2	(ОУ->КК)	0x01:0x01

14:07:32: Сеанс '2012-05-05 15:22' успешно загружен.
14:08:02: Сеанс '2012-07-02 14:07' успешно создан.
14:08:58: Error occured while processing bind request. Requested device busy.
14:09:04: Error occured while processing bind request. Requested device busy.
14:09:04: Error occured while processing bind request. Requested device busy.

Область информационных сообщений Статусная строка



Троированный канал

Текущий сеанс: "Default" <@standvm-jenny>

2 февр. 2012 Время: 00:04.406850 - 01:04.406850 Длительность: 01:00.000000 Ч.М:

Каналы

Имя	Тип	ОН	P
mis	МКИО	<input checked="" type="checkbox"/>	
mis1	МКИО	<input type="checkbox"/>	
mis2	МКИО	<input type="checkbox"/>	

Имя: mis значение: M1553
Тип: МК
Размещение: lizard:3

Добавить МК Удалить

18:14:10: Сеанс "Default" успешно загружен.

[МКИО] mis (158) 0.00% Интервал: 16:00:04.406850 - 16:01:04.406850 Обмен Слова данных Статистика

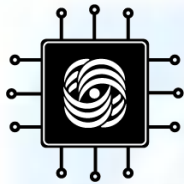
№	Время	Дата	Δt	Формат	Отправитель	Получатель	Размер
1240	16:01:04.006490	2 Фев 2012	0:00:00.000018	3 (OY->OY)		0x17:0x02	16
	16:01:04.006900	2 Фев 2012		Пауза: 0:00:00.000127			
1241	16:01:04.007027	2 Фев 2012	0:00:00.000127	4 (KK(KC)->OY)	KK	0x1d	0
1242	16:01:04.007082	2 Фев 2012	0:00:00.000010	10 (KK(KC+CД)...)	KK	0x1f	1
1243	16:01:04.007135	2 Фев 2012	0:00:00.000013	1 (KK->OY)	KK	0x15:0x0e	32
1244	16:01:04.007833	2 Фев 2012	0:00:00.000013	1 (KK->OY)	KK	0x18:0x17	15
1245	16:01:04.008191	2 Фев 2012	0:00:00.000013	2 (OY->KK)		0x07:0x19	17

[МКИО] mis (0) Интервал: 18:13:10.000000 - 18:14:10.000000 Обмен Слова данных Статистика

№	Время	Дата	Δt	Формат	Отправитель	Получатель	Размер
1196	16:01:04.308816	2 Фев 2012	0:00:00.000019	3 (OY->OY)		0x03:0x07	10
1197	16:01:04.309116	2 Фев 2012	0:00:00.000010	10 (KK(KC+CД)...)	KK	0x1f	1
	16:01:04.309156	2 Фев 2012		Пауза: 0:00:00.089000			
1198	16:01:04.398156	2 Фев 2012	0:00:00.089000	1 (KK->OY)	KK	0x06:0x1a	12
1199	16:01:04.398455	2 Фев 2012	0:00:00.000014	2 (OY->KK)		0x04:0x16	32
1200	16:01:04.399160	2 Фев 2012	0:00:00.000020	3 (OY->OY)		0x00:0x02	22
1201	16:01:04.399700	2 Фев 2012	0:00:00.000010	10 (KK(KC+CД)...)	KK	0x1f	1

[МКИО] mis (0) Интервал: 18:13:10.000000 - 18:14:10.000000 Обмен Слова данных Статистика

№	Время	Дата	Δt	Формат	Отправитель	Получатель	Размер
1056	16:01:04.404460	2 Фев 2012	0:00:00.000015	1 (KK->OY)	KK	0x03:0x0b	30
1057	16:01:04.405118	2 Фев 2012	0:00:00.000013	1 (KK->OY)	KK	0x10:0x18	25
1058	16:01:04.405676	2 Фев 2012	0:00:00.000013	2 (OY->KK)		0x05:0x1c	29
1059	16:01:04.406320	2 Фев 2012	0:00:00.000019	3 (OY->OY)		0x17:0x02	16
1060	16:01:04.406742	2 Фев 2012	0:00:00.000012	4 (KK(KC)->OY)	KK	0x1d	0
1061	16:01:04.406798	2 Фев 2012	0:00:00.000011	10 (KK(KC+CД)...)	KK	0x1f	1
1062	16:01:04.406850	2 Фев 2012	0:00:00.000012	1 (KK->OY)	KK	0x15:0x0e	32



Информация о сообщении

[МКИО] mls (5309) Интервал: 15:14:25.000 - 15:44:33.190

Обмен Слова данных Статистика КК Индикация параметров

Формат	Отправитель	Получатель
2 (0У->КК)	0x01:0x01	КК
3 (0У->0У)	0x01:0x02	0x02:0x02
8 (0У->0У...)	0x01:0x03	0x1F:0x01

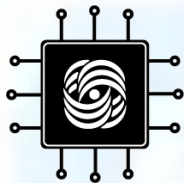
Время 15:44:33.190 **Получатель** 0x1F:0x01 **КС** 0xF824, 0x0C64
Дата 4 Июл 2012 **Отправитель** 0x01:0x03 **ОС** 0x0800
Формат 8 (0У->0У...)

Размер 4

Сообщение передаётся

Количество	1769
Всего ошибок	0
Нет ответного слова	0
Ошибка в сообщении	0
Абонент занят	0
Ошибка абонента	0
Ошибка 0У	0
Ошибка четности/кодировки	0
Нарушение непрерывности	0
Слишком много слов данных	0
Ошибка адреса 0У	0
Ошибка синхроимпульса	0
Вытеснение	0
Нарушение КΣ	0
Прочие ошибки	0

СД	0-7	0xABCD	0xEFEF	0xDCBA	0xFEFE				
8-15									
16-23									
24-31									



Статистика обмена

[МКИО] mib (158)

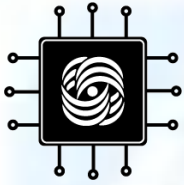
Интервал: 16:00:04.406850 - 16:01:04.406850

Обмен

Слова данных

Статистика

№	Адрес	Количество	Нет ОС	Ошибка сообщения	Абонент занят	Абонент неисправен	ОУ неисправно
1	0x00	8	0	0	0	0	0
2	0x01	5	0	0	0	0	0
3	0x02	4	0	0	0	0	0
4	0x03	9	0	0	0	0	0
5	0x04	9	0	0	0	0	0
6	0x05	10	0	0	0	0	0
7	0x06	5	0	0	0	0	0
8	0x07	13	0	0	0	0	0
9	0x0b	9	0	0	0	0	0
10	0x10	5	0	0	0	0	0
11	0x11	4	0	0	0	0	0
12	0x12	14	0	0	0	0	0
13	0x15	9	0	0	0	0	0
14	0x16	4	0	0	0	0	0
15	0x17	10	0	0	0	0	0



Фильтрация обмена

Формат Адрес Подадрес

Формат обменов:

- 01 KK->OY
- 02 OY->KK
- 03 OY->OY
- 04 KK(KY)->OY
- 05 OY(OC+CD)->KK
- 06 KK(KY+CD)->OY
- 07 KK->OY...
- 08 OY->OY...
- 09 KK(KY)->OY...
- 10 KK(KY+CD)->OY..

Все Данные

Групповые Очистить

Формат Адрес Подадрес

Адрес:

A00	A01	A02	A03
Rx	Rx	Rx	Rx
A04	A05	A06	A07
Rx	Rx	Rx	Rx
A08	A09	A0a	A0b
Rx	Rx	Rx	Rx
A0c	A0d	A0e	A0f
Rx	Rx	Rx	Rx
A10	A11	A12	A13
Rx	Rx	Rx	Rx
A14	A15	A16	A17
Rx	Rx	Rx	Rx
A18	A19	A1a	A1b
Rx	Rx	Rx	Rx
A1c	A1d	A1e	A1f
Rx	Rx	Rx	Rx

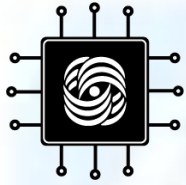
T/R Tx

Rx Off

Формат Адрес Подадрес Ошибки

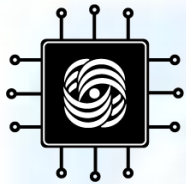
Учитывать ошибки

- Нет ответного слова
- Ошибка в сообщении
- Абонент занят
- Ошибка абонента
- Ошибка OY
- Ошибка четности/кодировки
- Нарушение непрерывности
- Слишком много слов данных
- Ошибка адреса OY
- Ошибка синхроимпульса
- Вытеснение
- Нарушение КΣ
- Прочие ошибки



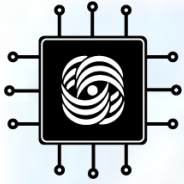
Анализ передаваемых данных

- Проверяемые условия:
 - Обновление данных
 - Гладкость: $|A_i - A_{i-1}| < d$
 - Пороговое сравнение с эталоном:
 $|A_i - A_{\text{эт}}| < d$
 - Сравнение по маске с эталоном или другим параметром
- Анализ графиков изменения параметров
- Интеграция с БД протоколов информационного взаимодействия



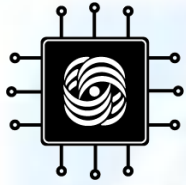
Мониторинг межзадачного обмена

- Агент отладки
- Запись трассы + сброс в технологический порт
- «Снимки» интерфейсных переменных по внешнему запросу
- Мониторинг системной информации
- Показатели реального времени искажаются!



Мониторинг переменных

- Инструмент мониторинга переменных позволяет получить доступ к значениям переменных и содержимому ячеек памяти в защищённых разделах памяти целевого вычислителя.
- Поддерживаются глобальные и статические переменные как пользовательских процессов, так и процесса ядра.
- Компонент позволяет получать и отображать значения, а также сохранять их в файле трассы.

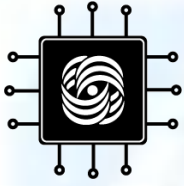


Мониторинг системной информации

- о распределении памяти
- о логических каналах между разделами
- о средствах межпроцессной синхронизации (мьютексы, семафоры)
- о портах и очередях сообщений
- о расписаниях и окнах
- о состоянии потоков управления (функциональных задач, системных задач)
- о таймерах
- статистика использования процессорного времени (на уровне окон, функциональных задач)

Применение:

- проверка соответствия фактических показателей заложенным в проекте ПО
- диагностика проблем в работе многопоточного ПО (гонки, блокировки)



Спасибо за внимание!