

Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)

Физтех-школа радиотехники и компьютерных технологий

Кафедра информатики и вычислительной техники

**Разработка модуля диагностики состояния
межпроцессорных линков и контроллеров памяти
для микропроцессора Эльбрус-16С**

Студент: Ерхов М.С.

Научный руководитель: Ярапов Д.В.

Москва, 2023 г.

Введение

Диагностика, отбраковка и наладка готовых комплексов

- Для диагностики, отбраковки и наладки готовых комплексов на базе микропроцессоров “Эльбрус” используются диагностические тесты СТП (система тестовых и диагностических программ) на языке Bash
- Одними из значимых диагностических тестов являются:
 - тест контроллера памяти
 - тест контроллера межпроцессорного взаимодействия
- Диагностические тесты для обращения к регистрам контроллеров используют системные файлы sicread/sicwrite

Введение

Проблемы доступа к регистрам

Ранее был следующий механизм обращения к регистрам:

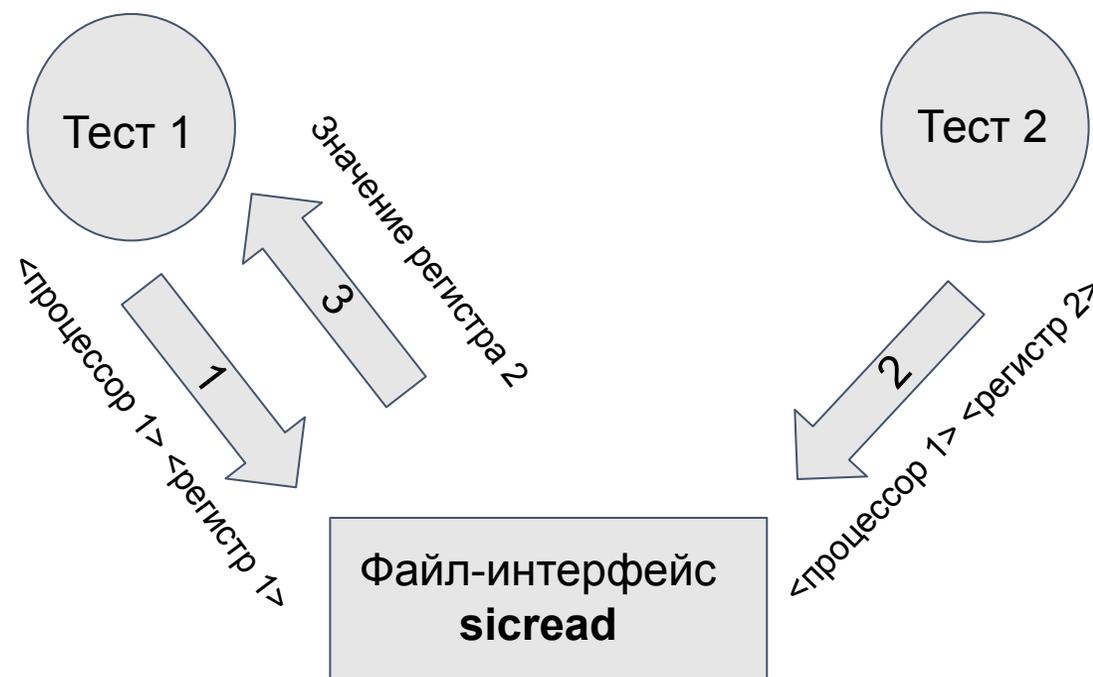
Использовались системные файлы: **sicread** и **sicwrite**

- **sicread** - файл для чтения, принимает команду в виде:
<номер процессора> <адрес регистра>
Значение затем читается из этого файла
- **sicwrite** - файл для записи, принимает команду в виде:
<номер процессора> <адрес регистра> <значение>

Проблемы:

- Пользователь имеет возможность изменять регистровое пространство контроллеров
- Некорректные данные ввиду проблемы множественного обращения

Пример ошибки множественного обращения:



Введение

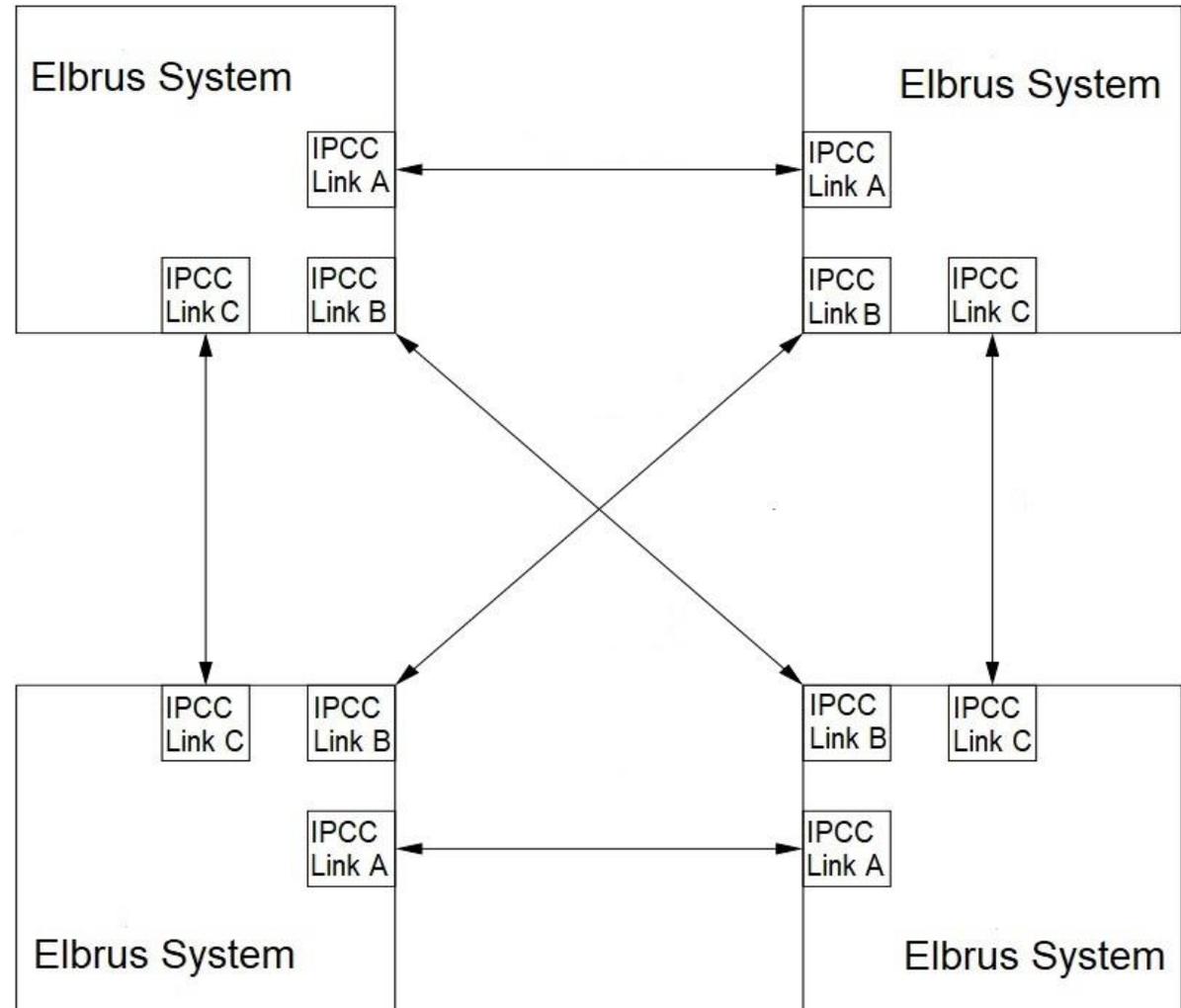
Недостатки существующих решений

Что существовало ранее	Требуется разработать
<ul style="list-style-type: none">● Доступ к регистрам напрямую из пространства пользователя, что небезопасно● Некорректные данные при одновременном обращении к регистрам контроллера● Отсутствие стандартизации	<ul style="list-style-type: none">● Обращение к регистрам из пространства ядра● Решить проблему выдачи неверных значений при множественном обращении● Единообразию и совместимости

Введение

IPCC (Inter-Processor Communication Controller)

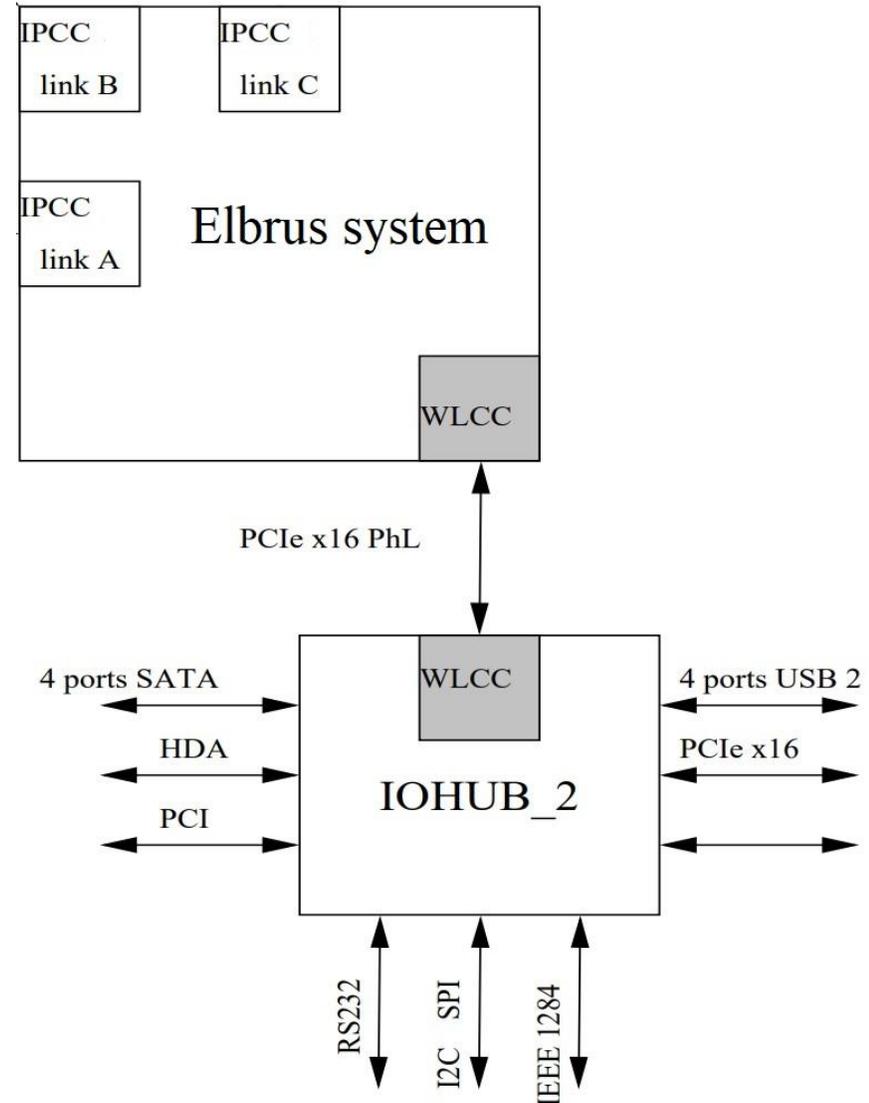
- Контроллер IPCC - контроллер высокоскоростного канала обмена
- Решает задачу обмена данными в многопроцессорной системе
- Для управления линком в системе расположены три 32-битных регистра:
 - IPCC_CSR (Control/Status Register)
 - IPCC_PMR (Parameters Register)
 - IPCC_STR (Statistic Register)



Введение

WLCC (Wide IO Link Communication Controller)

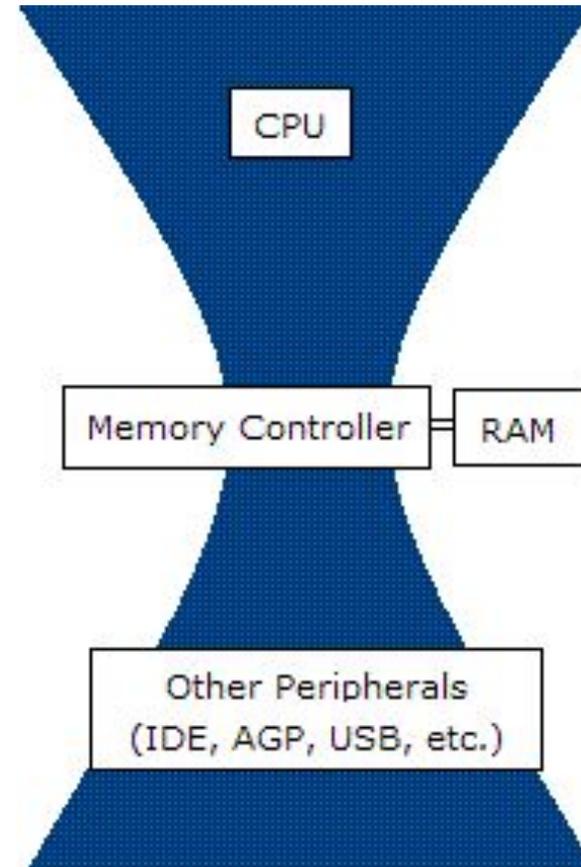
- WLCC – контроллер высокоскоростного канала обмена данными с периферийными устройствами
- Возможность управления шириной (количество связей) линка и его состоянием (вкл - выкл - спящий режим)
- Системная информация о состоянии, скорости и ошибках линков содержится в следующих регистрах:
 - IOL_PLM_CTLR (Physical Layer Mode Control)
 - IOL_PLS (Physical Layer State Control)
 - IOL_DLL (Data Link Layer)



Введение

MC (memory controller)

- Управление потоками данных между вычислительной системой и оперативной памятью
- Управление каналами памяти
- Системная информация считывается из регистров:
 - MC_MON_CTL (Monitor Control)
 - MC_ECC (ECC control)
 - MC_CTL (Control)
 - MC_STATUS (Status Register)



Цель и задачи работы

Разработать ядерный модуль для диагностики состояния межпроцессорных линков, контроллеров памяти и вывода системной информации для семейства микропроцессоров “Эльбрус”

Задачи:

- 1) Решить проблему небезопасного и некорректного обращения к регистрам
- 2) Разработать файлы-интерфейсы:
 - **mem_rate** (скорость каналов контроллера памяти)
 - **link_info** (системная информация с IPCC и WLCC)
 - **mem_info** (состояния и ошибки каналов памяти)
 - **cpu_info** (данные о частотах микропроцессора)
 - **config_pins** (значения конфигурационных пинов)
- 3) Добавить поддержку модуля в диагностических тестах СТДП

Выполнение

Некорректный и небезопасный доступ к sic-регистрам

Для осуществления корректного и безопасного доступа было принято перестать использовать системные файлы-интерфейсы: **sicread/sicwrite**

Обращение к регистрам осуществляется из пространства ядра:

- Чтение и запись реализованы через библиотечные ядерные функции:
sic_read_node_nbsrg_reg/sic_write_node_nbsr_reg
- Программный код скрыт от пользователя, и он не имеет возможности как-то изменять регистровое пространство
- Не происходит проблемы множественного обращения

Выполнение

Файл-интерфейсы mem_rate и mem_rate_measure

Содержит алгоритмы для измерения скорости каналов контроллера памяти

Тип процессора	Существовало	Было разработано
E8C, E8C2	Вычисление значения по формуле с помощью полей регистра PWR_MGR1 (0 и 1 канал)	Добавлено вычисление значения скорости из PWR_MGR2 (3 и 4 канал) и сравнение значений
E12C, E16C, E2C3	<ul style="list-style-type: none">● Однопоточное измерение частоты каналов памяти в течении 10 секунд для одного микропроцессора в системе● Для получения значения нужно каждый раз запускать тест	<ul style="list-style-type: none">● Добавлено многопоточное измерение частоты за 10 секунд на всех микропроцессорах в системе● Добавлен режим с сохранением результата● Сохранен также режим однопоточного подсчета

Выполнение

Файл-интерфейс `link_info`

Содержит системную информацию о IPCC, WLCC, КПИ-2:

- пропускная способность
- ширина линка
- соединение
- ошибки и предупреждения
- поддержка мультилинка

Тип процессора	Существовало	Было разработано
E8C, E8C2, E12C, E16C, E2C3	4 теста: <ul style="list-style-type: none">● <code>ipcc_rate</code>● <code>links_err_read</code>● <code>links_err_start</code>● <code>config.print</code>	1) 1 файл-интерфейс, реализующий функционал 4 тестов: <code>link_info</code> 1) Добавлен вывод и подсчет пропускной способности wlcc, выводится информация о соединении межпроцессорных линков

Выполнение

Файлы-интерфейсы mem_info, cpu_info и config_pins

Также были перенесен функционал из тестов и созданы следующие файлы-интерфейсы:

- mem_info (состояния каналов и проверки режимов ECC)
- config_pins (состояния конфигурационных пинов)
- cpu_info (частоты микропроцессора, наличие управляемого делителя частоты, окно термоконтроля)

Выполнение

Поддержка модуля в диагностических тестах

После реализации существующих алгоритмов в виде файлов-интерфейсов было принято решение добавить поддержку ядерного модуля диагностическими тестами СТП:

Дописан основной тест `irtem` для тестирования межпроцессорных линков, каналов памяти — добавлены проверка на наличие модуля в данной сборке ядра и функции для считывания посчитанных значений:

- модуль присутствует - вызываются функции для считывания значений из модуля
- модуль отсутствует - старый механизм обращения к регистрам

Выполнение

Разработанные файлы-интерфейсы

Поддерживаемые на данный момент микропроцессоры:
e8c, e8c2, e2c3, e12c, e16c

Файлы-интерфейсы в зависимости от типа процессора:

E8C	E8C2	E2C3	E12C	E16C
<ul style="list-style-type: none">• link_info• mem_info• mem_rate	<ul style="list-style-type: none">• link_info• mem_info• mem_rate	<ul style="list-style-type: none">• mem_info• mem_rate• mem_rate_measure• cpu_info• config_pins	<ul style="list-style-type: none">• link_info• mem_info• mem_rate• mem_rate_measure• config_pins	<ul style="list-style-type: none">• link_info• mem_info• mem_rate• mem_rate_measure• config_pins

Результаты

1) Решена проблема некорректного и небезопасного обращения к регистрам контроллеров

2) Разработаны файлы-интерфейсы:

- **mem_rate** (скорость каналов контроллера памяти)
- **link_info** (системная информация с IPCC и WLCC)
- **mem_info** (состояния и ошибки каналов памяти)
- **cpu_info** (данные о частотах микропроцессора)
- **config_pins** (значения конфигурационных пинов)

3) Добавлена обратная совместимость - поддержка модуля тестами СТДП