

Московский физико-технический институт
(государственный университет)
Факультет радиотехники и кибернетики
Кафедра информатики и вычислительной техники

Выпускная квалификационная работа магистра

Разработка однопроцессорного и двухпроцессорного модулей на базе микропроцессора «Эльбрус-8С2» для серверов

Научный руководитель: д.т.н. Бычков И.Н.

Студент: Халиков А.В., 313гр.

Москва, 2019

Цель работы и требования

Цель: разработать однопроцессорный и двухпроцессорный серверные модули на микропроцессоре «Эльбрус-8С2» и модуль управления системой.

Требования:

- форм-фактор: однопроцессорный модуль – Micro ATX, двухпроцессорный модуль – Extended ATX;
- реализовать на серверных модулях функционал наладки;
- микросхема МУС – Aspeed AST2400; форм-фактор МУС – DDR3 SODIMM; совместимость с Pigeon Point PPM-700R;
- адаптировать программные средства для МУС.

Модули управления системой (МУС) - модули, интегрированные в серверные модули или подключаемые к ним. МУС входят в комплект поставки серверных модулей. МУС предоставляют возможность осуществлять следующие действия по сети МУС системным администраторам:

- Включение, выключения, перезагрузка сервера;
- Предоставление доступа к последовательному порту сервера;
- Считывание и запись данных в EEPROM память сервера;
- Считывание показаний датчиков температуры, источников напряжения;
- Запись системных логов сервера.
- Другие действия согласно спецификации IPMI 2.0

Задачи по разработке модулей

Формирование и учет основных ограничений – выбор корпуса, расположение компонентов, типов корпусов, выбор электронно-компонентной базы, технологические ограничения (технологии монтажа, тестирования).

Выполнение проектирования согласно маршруту проектирования с учетом указанных ограничений:

- Разработка функциональной схемы;
- Разработка принципиальной электрической схемы;
- Размещение и трассировка компонентов;
- Проведение DRC, поиск ошибок;
- Генерация файлов для отправки на завод;
- Подготовка файлов для создания конструкторской документации
- Тестирование и наладка.

Участие в создании конструкторской, программной и технологической документации.

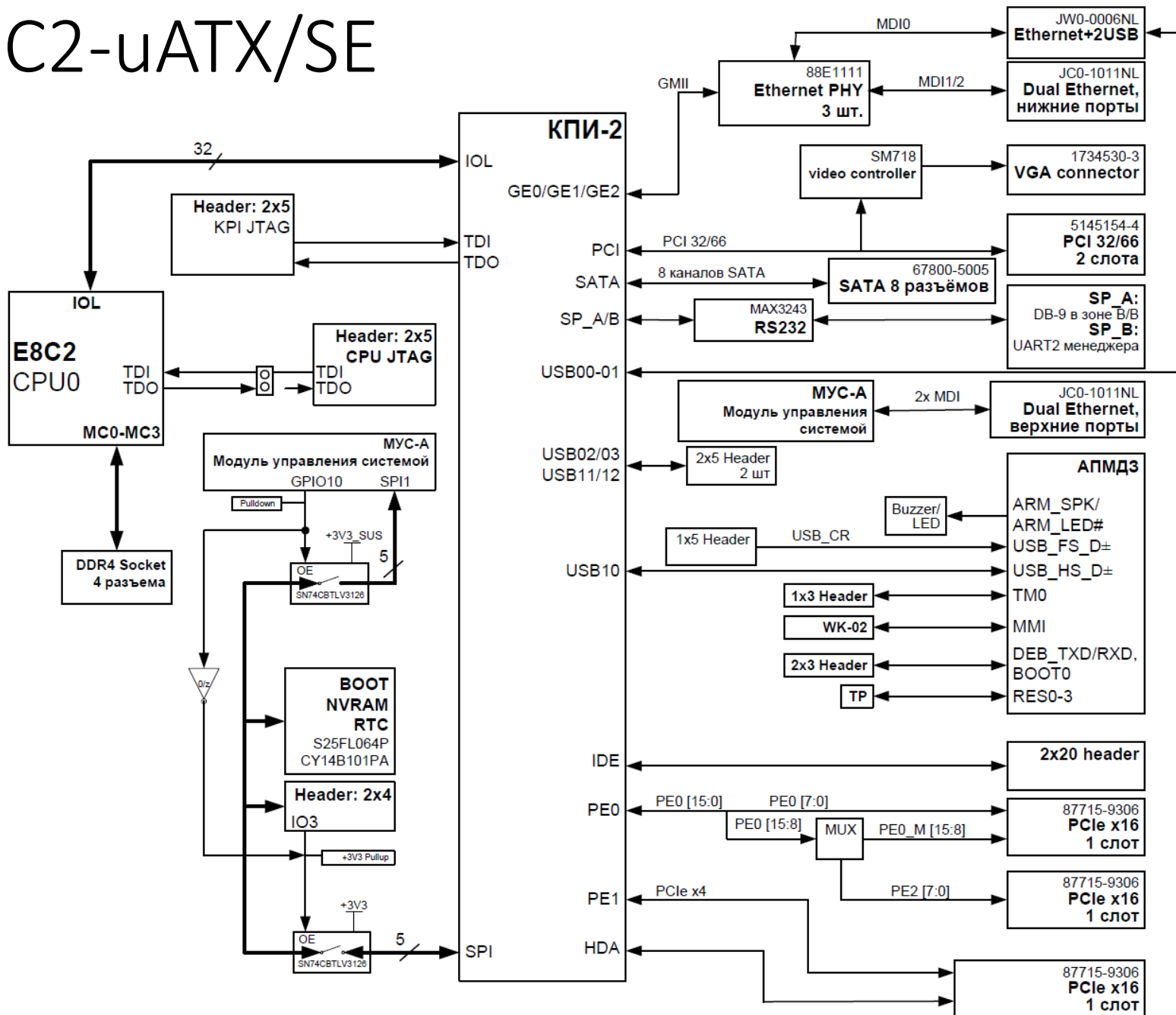
Анализ ЭКБ

Среди преобразователей напряжения выбраны следующие:

Линейный преобразователи	AP7331-WG-7	MAX8527EUD+	MIC69153YML
Максимальный выходной ток, мА	300	2000	1500
Входное напряжение, В	2-6	1,425-3,6	1,65-5,5
Выходное напряжение, В	0,8-5	0,5-4,8	0,5-5,5
Размеры, мм и корпус	3x3, SOT25	5x6,4, TSSOP	3x3, DFN
Цена, \$	0,15	2,2	1,5

Импульсные преобразователи	PDT012 A0X3	MDT04 0A0X3	UDT020 A0X3	PDT003 A0X3	IR3843A	IR3899	IR3899	TPS543 C20
Максимальный выходной ток,А	12	40	20	3	3	9	8	40
Входное напряжение, В	3-14	5-14	3-14	3-14	2-21	1-21	2-22	4-14
Выходное напряжение, В	0,6-5	0,6-2	0,6-5	0,6-5	0,7-19	0,5-18	0,6-5	0,6-5
Встроенная индуктивность	+	+	+	+	-	-	-	-
Шина PMBus	+	+	+	+	-	-	-	-
Длина, мм	12	33	20	12	6	5	6	7
Цена, \$	10	25	12	5	1,5	2	4	7

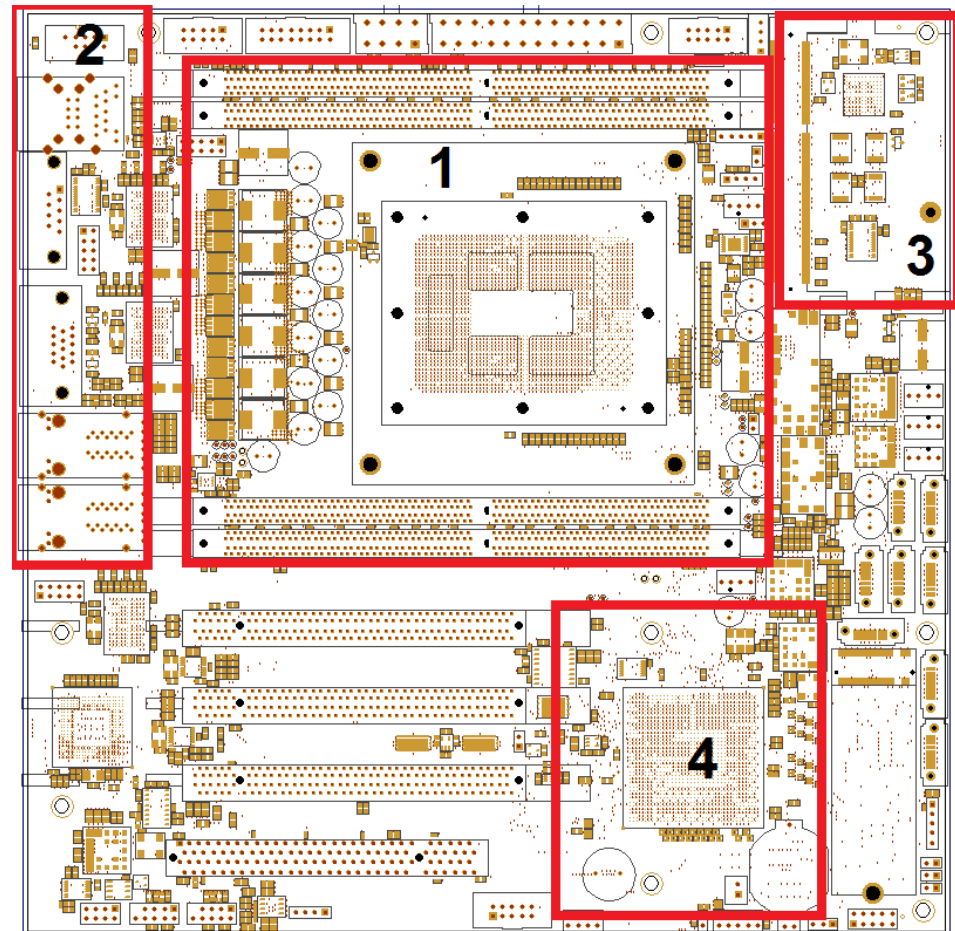
Схема однопроцессорного модуля E8C2-иATX/SE



Решения по разработке электрической схемы

- Взяты за основу модули на микропроцессоре «Эльбрус-8С», удален процессорный блок. В процессорный блок входят: микропроцессор, оперативная память, системы питания и синхронизации микропроцессора.
- Разработаны процессорные блоки для м.п. «Эльбрус-8С2».
- Определены компоненты модулей.

1 – процессорный блок;
2 – блок соединителей задней панели;
3 – соединитель МУС;
4 – контроллер периферийных интерфейсов КПИ-2

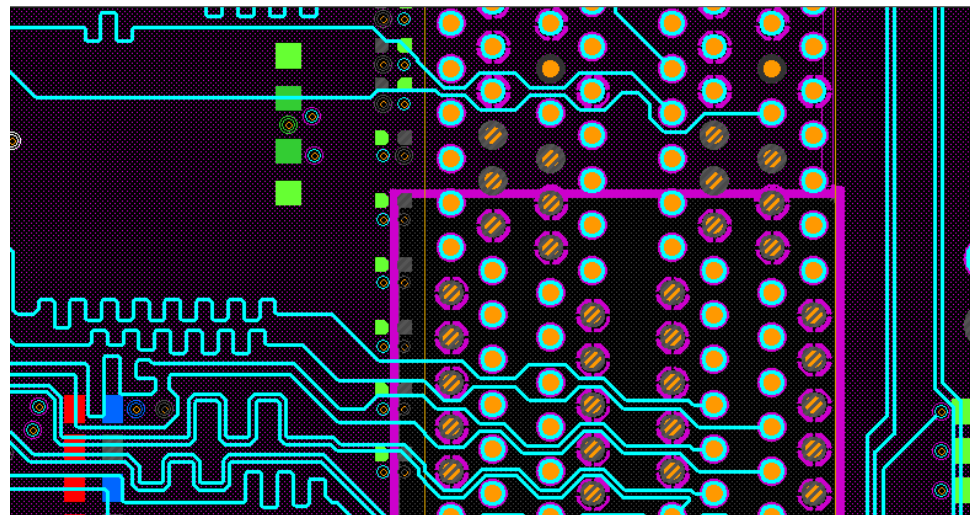
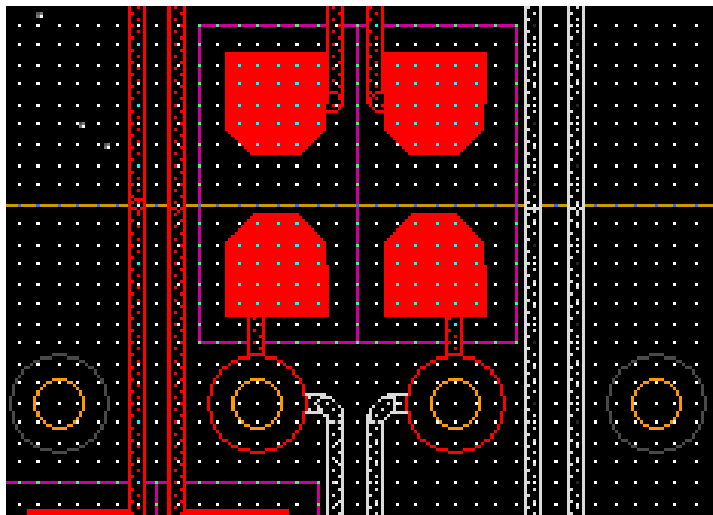


Решения по разработке электрической схемы

- Произведен расчет индуктивностей, емкостей и обвязки преобразователей напряжения.
- Подключены интерфейсы к микросхемам и соединителям согласно их стандартам.
- Для анализа рабочей области напряжения разделено питание +0V9_UNCORE на два номинала +0V9_MC (питание подсистемы памяти) и +0V9_LINK (питание подсистемы линков), подключены тестовые точки к выходному напряжению основных номиналов, к резисторам, определяющим выходное напряжение и к синхросигналам микропроцессора.
- Подключены устройства, управляемые по I2C, а также КПИ-2 и МУП к I2C шинам. Подключены устройства к шине JTAG.
- Реализован функционал наладки на модулях: установлены точки съема напряжений основных номиналов и синхросигналов микропроцессора, предоставлена возможность программно изменять напряжение на преобразователях.

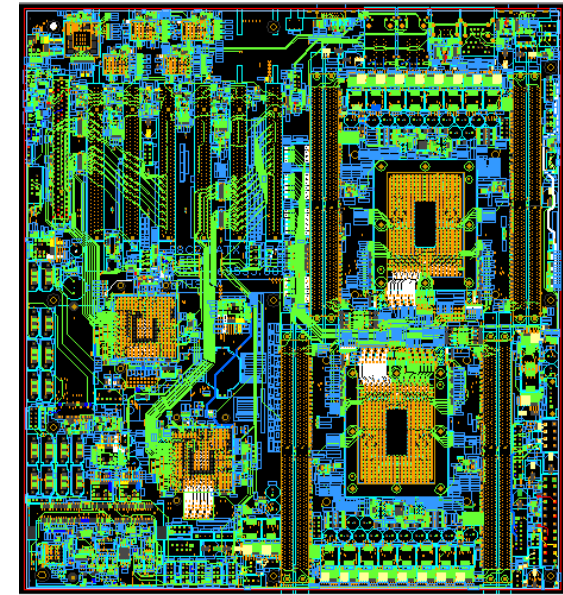
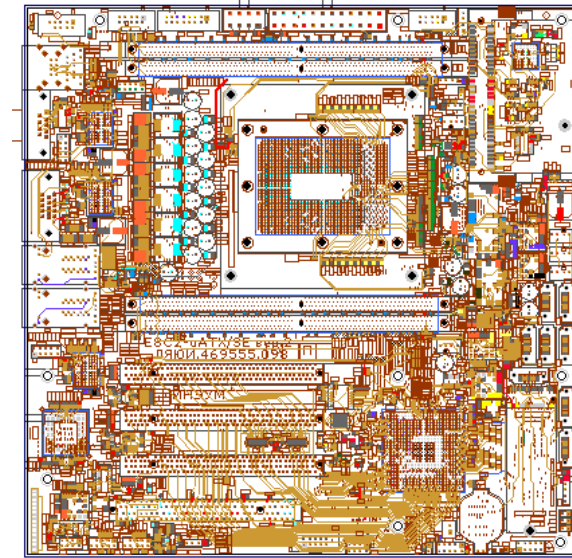
Решения по размещению и трассировке

- Выбрано число слоев – 14. Заданы параметры трасс, исходя из их значений волнового сопротивления.
- Произведены размещение и трассировка.
- Произведена установка выбранных микросхем и соединителей вне процессорного блока с учетом требований по селективной пайке и произведена трассировка согласно требованиям и стандартам. Определены полигоны питания на слоях питания. Методами САПР Mentor Graphics установлено падение напряжения на полигонах питания.
- Проведены доработки по улучшению трассировки высокочастотных интерфейсов.



Проведение DRC и подготовка к созданию КД. Наладка

- Проведен DRC (design rule check) – проверка размещения и трассировки на технологические ошибки, такие как короткое замыкание. Найденные ошибки исправлены.
- Сгенерированы gerber-файлы – файлы, предоставляющие послойное описание платы для изготовления фотошаблона.
- Сгенерирован bom-файл, содержащий список компонентов платы для создания спецификации.
- Сгенерирован чертеж верхнего и нижнего слоя для создания сборочного чертежа.
- Проверена разработанная конструкторская документация на модуль.
- Осуществлена наладка модулей. В результате модули доказали работоспособность.



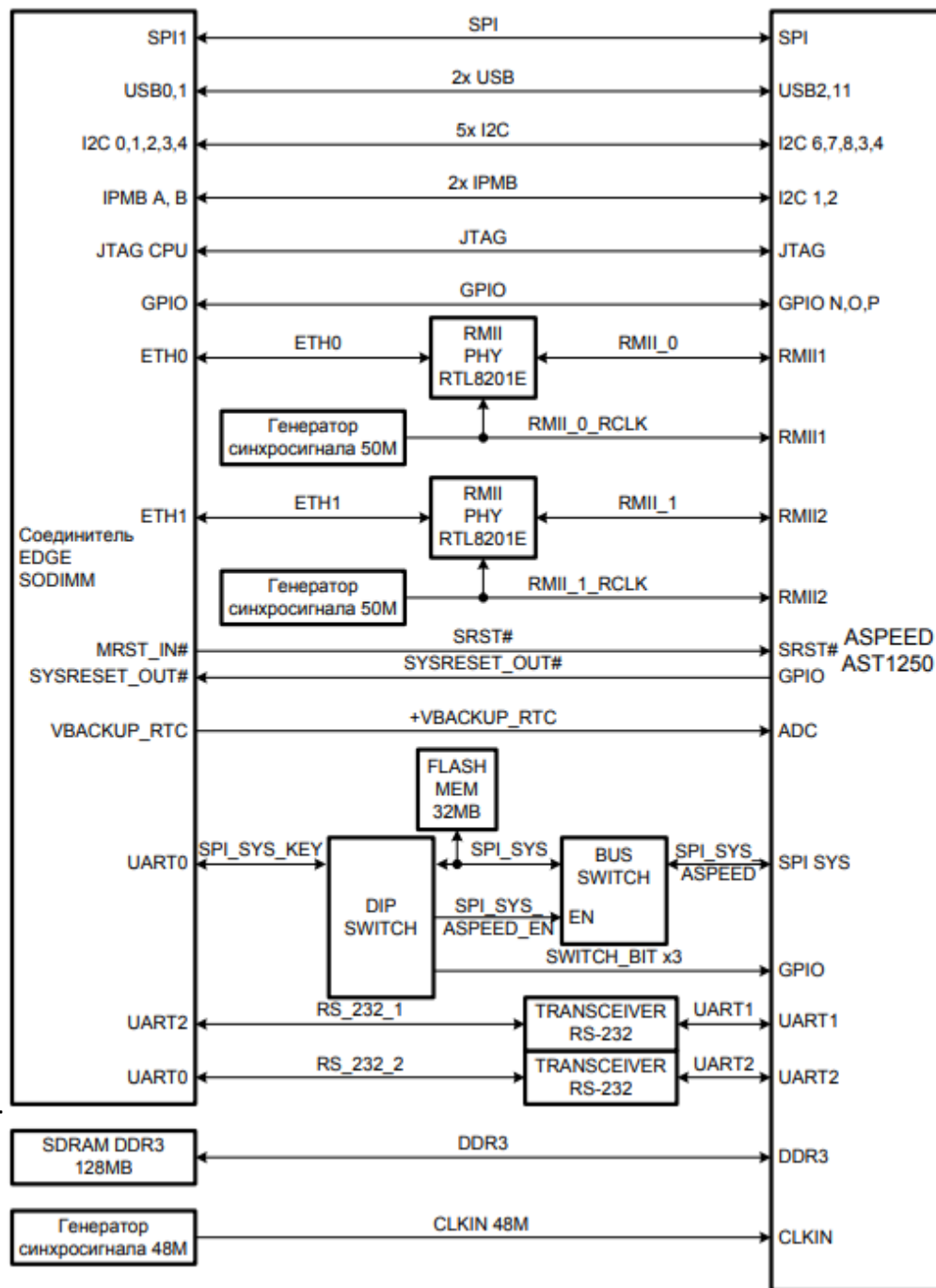
Разработка МУС

Основные ограничения:

- МУС-А основан на микросхеме Aspeed AST2400/AST1250.
- Совместимость с МУС фирмы Pigeon Point PPMM-700R в серверных модулях.
- Анализирована и выбрана компонентная база МУП согласно руководству по разработке фирмы Aspeed.

Приняты следующие решения:

- В силу отсутствия интерфейса SPI программирования флеш-памяти МУС на Pigeon-Point PPMM-700R для программирования занят последовательный порт МУС. Во избежание попадания сигнала RS-232 на микросхему SPI, был установлен микропереключатель, изолирующий флеш-память.



Разработка МУС

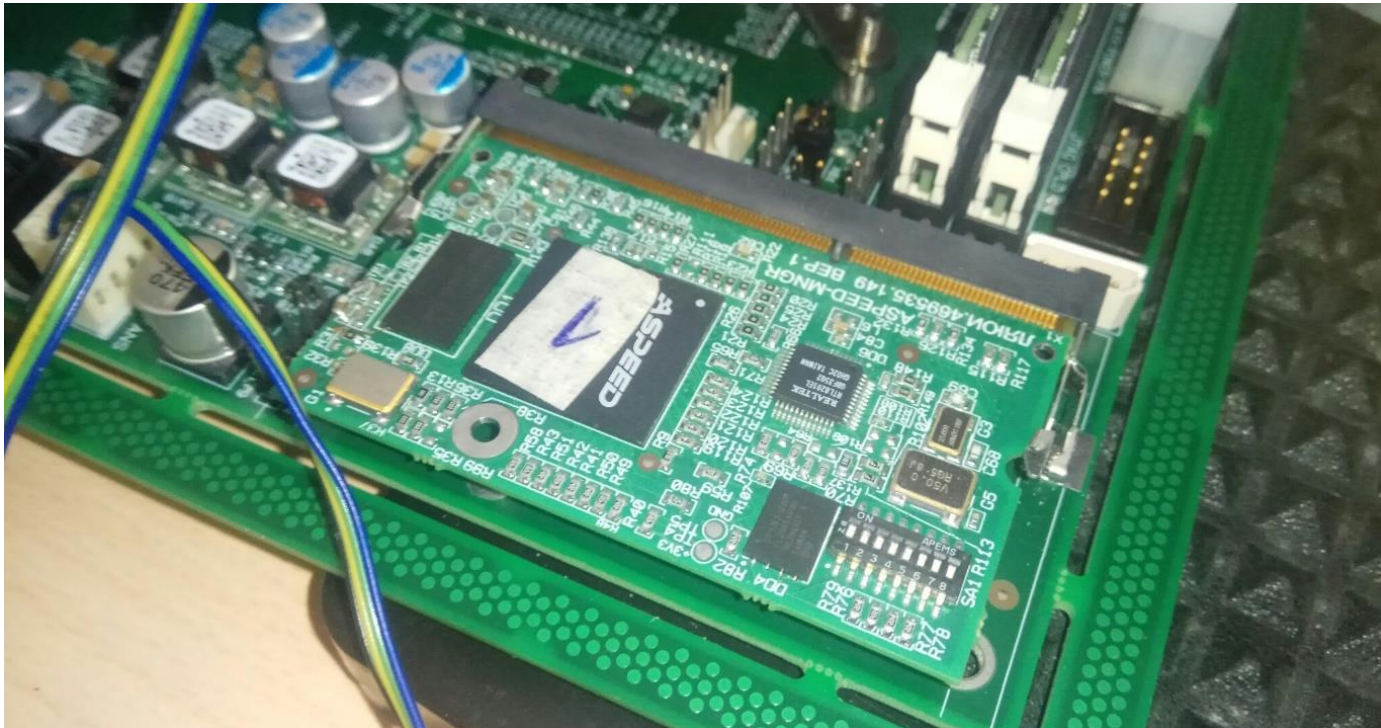
Составлена электрическая схема согласно документации на AST2400 и на используемые микросхемы.

Выбрано число слоев – 8 и толщина платы – 1мм (стандарт DDR3 SODIMM).

Расставлены компоненты и выполнена трассировка, проведен DRC.

Подготовлены файлы для отправки на завод и создания КД.

Созданная КД проверена.



Программные средства МУС

Использованы и доработаны программные средства проекта Facebook OpenBMC для МУС на основе Aspeed AST2400, исходный код которого находится в открытом доступе.

Состав программных средств:

- программа начального старта U-BOOT
- ОС Linux, версия ядра 4.1.19
- программные средства, реализующие функционал МУС

С программными средствами были проведены следующие работы, определяющие функционал МУС:

- настроен вывод последовательного порта;
- определены и сконфигурированы GPIO, написаны скрипты для включения/выключения и перезагрузки системы;
- написан скрипт, конфигурирующий программные средства и GPIO при запуске;
- написан скрипт, сохраняющий и загружающий настройки IP и MAC адресов на флеш-память;
- подключены модули Linux для работы по локальной сети и I2C.

Подготовлены информация и инструкция к МУС-А для создания ПД.

Программные средства МУС

Представлен вывод последовательного порта МУС.

Произведены следующие действия:

- включена, перезагружена система;
- с МУС совершен вход в консоль системной машины;
- считана флеш-память EEPROM;
- с удаленной машины совершен вход в консоль МУС;
- с удаленной машины совершен вход в консоль системной машины.

```
OpenBMC Release yosemite-9663dec
```

```
mus-a login: root
Password:
root@mus-a:~# passwd-util
New password:
Retype password:
Storing Password..done.
```

ВКЛЮЧЕНИЕ И ПЕРЕЗАГРУЗКА СИСТЕМНОГО МОДУЛЯ

```
root@mus-a:~# server_pwrbut_s.sh
root@mus-a:~# server_reset.sh
root@mus-a:~# microcom -t 100000 -s 115200 /dev/ttyS1
root
Password:
```

ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СОМ-ПОРТУ СИСТЕМНОГО МОДУЛЯ

```
e8c-30 ~# uname -a
Linux e8c-30 3.14.79-13.56-e8c #1 SMP Wed Nov 15 17:38:15 GMT 2017 e2k E8C E8C-uATX/SE v.2 GNU/Linux
e8c-30 ~# exit
logout
```

ПОДКЛЮЧЕНИЕ И СЧИТЫВАНИЕ ДАННЫХ С ПАМЯТИ ЕЕПРОМ

```
e8c-30 login: root@mus-a:~#
root@mus-a:~#
root@mus-a:~# echo 24c128 0x57 > /sys/bus/i2c/devices/i2c-3/new_device
root@mus-a:~# hexdump -C /sys/bus/i2c/devices/i2c-3/0057/eeprom
00000000 ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff |.....|
*
00004000
```

**ПОДКЛЮЧЕНИЕ С
УДАЛЕННОЙ
МАШИНЫ ПО
ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ К
МУС ПО SSH**

```
e8c-30 ~# ssh 192.168.1.1
The authenticity of host '192.168.1.1 (192.168.1.1)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:cT3VHY4/TTB4DlqrcagBOWc+bLNcR6GyUVaZueHRYsk.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.1.1' (ECDSA) to the list of known hosts.
root@192.168.1.1's password:
Last login: Thu Jun 6 03:14:43 2019
root@mus-a:~# uname -a
Linux mus-a 4.1.51 #10 Thu Jun 6 13:08:48 MSK 2019 armv5tej1 GNU/Linux
root@mus-a:~# exit
logout
```

```
Connection to 192.168.1.1 closed.
```

```
e8c-30 ~# ssh -p 2022 192.168.2.1
```

```
The authenticity of host '[192.168.2.1]:2022 ([192.168.2.1]:2022)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:cT3VHY4/TTB4DlqrcagBOWc+bLNcR6GyUVaZueHRYsk.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '[192.168.2.1]:2022' (ECDSA) to the list of known hosts.
root@192.168.2.1's password:
```

ПОДКЛЮЧЕНИЕ С УДАЛЕННОЙ МАШИНЫ ЧЕРЕЗ МУС К СИСТЕМНОЙ МАШИНЕ ПО SSH

```
root
Password:
e8c-30 ~# uname -a
Linux e8c-30 3.14.79-13.56-e8c #1 SMP Wed Nov 15 17:38:15 GMT 2017 e2k E8C E8C-uATX/SE v.2 GNU/Linux
```

Результаты

В результате проделанной работы:

- разработан однопроцессорный и двухпроцессорный серверные модули на микропроцессоре «Эльбрус-8С2» в форм-факторах Micro ATX и Extended ATX и реализован на модулях функционал для наладки;
- разработан модуль управления системой МУС-А в форм-факторе DDR3 SODIMM, совместимый с МУС фирмы Pigeon Point PPM-700R;
- адаптировано ОПО и СПО для микросхемы Aspeed AST2400 для разработанного МУС-А;
- подготовлены данные для создания КД, ПД и ТД к модулям;
- разработанные серверные модули успешно налажены и протестированы.
- память модуля E8C2-uATX/SE продемонстрировала лучшие результаты тестирования на данном м.п. на частоте 2400МГц.