



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G05B 19/05 (2024.01); G06F 15/78 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023136122, 29.12.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2023

Дата регистрации:  
21.06.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2023

(45) Опубликовано: 21.06.2024 Бюл. № 18

Адрес для переписки:  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, НИУ  
"БелГУ", Токтарева Татьяна Михайловна

(72) Автор(ы):

Сухомлинов Максим Вадимович (RU),  
Петросян Максим Георгиевич (RU),  
Ковригин Олег Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"СиТри Индастри" (RU)

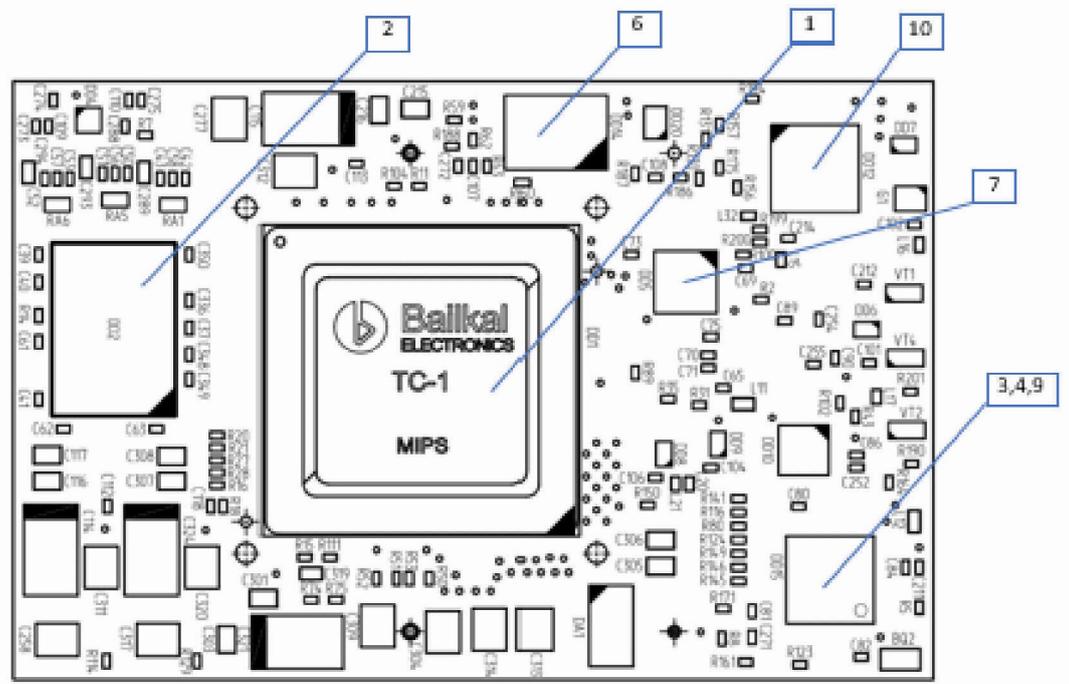
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: CN 214755740 U, 16.11.2021. WO  
2015095069 A1, 25.06.2015. RU 209555 U1,  
17.03.2022. RU 192189 U1, 06.09.2019. RU 109303  
U1, 10.10.2011.

(54) Центральный модуль на микропроцессоре Байкал-Т1 для блоков распределения питания

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к устройствам распределения питания, и может быть использована для управления блоками распределения питания (PDU, БРП), используемыми для организации надежного энергоснабжения серверов, в том числе в шкафах корпоративных и коммерческих центров обработки данных (ЦОД). Центральный модуль на базе микропроцессора Байкал-Т1 выполнен в виде многослойной печатной платы. На верхней стороне платы размещены: отечественный микропроцессор Байкал-Т1, оперативная память, микросхемы памяти Flash BIOS, программируемый микроконтроллер STM, содержащий супервизор питания, RTC часов реального времени, FRU конфигурацию MAK адреса, сторожевой таймер, многоуровневый формирователь напряжения, а также контроллер Ethernet и блоки питания. На нижней стороне

платы размещены оперативная память, флеш-накопитель емтс и разъемы, позволяющие устанавливать центральный модуль в ответную часть материнской платы интеллектуального модуля БРП. Использование предложенного центрального модуля на микропроцессоре Байкал-Т1 для БРП позволяет осуществлять мониторинг потребляемой мощности и параметров окружающей среды, дистанционно включать ИТ-оборудование и отключать неиспользуемые разъемы, определять последовательность включения и отключения подключенного оборудования, предупреждать о слишком высоком или низком значении параметра до того, как произойдет критическое событие, использовать подключение большого количества БРП, осуществлять мониторинг параметров электросети на каждой фазе или на каждой выходной розетке БРП и управление розетками по отдельности.



Фиг.1

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к устройствам распределения питания, и может быть использована для управления блоками распределения питания (PDU, БРП), используемыми для организации надёжного энергоснабжения серверов, в том числе в шкафах корпоративных и коммерческих центров обработки данных (ЦОД).

Блок распределения питания - это электронный модуль, который обеспечивает электрическое питание сети электронных устройств. Для современных распределенных вычислительных сетей требуется интеллектуальный БРП, который не только обеспечивает питание всех подключенных устройств, но и отслеживает потребление тока и нагрузку на каждый узел, поэтому важным условием реализации востребованных на рынке функций таких устройств является центральный модуль для управления БРП.

В настоящее время потребности российского рынка покрываются в основном за счет увеличения объемов ввоза интеллектуальных БРП зарубежного производства. Доля импорта в различных сегментах варьировалась от 70 до 85%.

Из уровня техники известны технические решения в области интеллектуальных блоков распределения и мониторинга электропитания. На отечественном рынке доминируют зарубежные интеллектуальные БРП, преимущественно производителей из Китая.

Известен модуль центрального процессора, представляющий собой промышленный контроллер, содержащий печатную плату со встроенным накопителем информации и с размещенным на ней микропроцессором, осуществляющим сбор информации с входов и портов RS-232 и RS-485 и передачу по интерфейсу Ethernet, контроллер последовательных портов и контроллер сетевых интерфейсов, связанные с микропроцессором и с блоком колодок и разъемов, предназначенных для подключения сторонних устройств и коммутаторов, энергонезависимую память, часы реального времени с автономным источником питания, причем он снабжен программным обеспечением для преобразования данных цифрового информационного протокола нижнего уровня в данные информационного протокола верхнего уровня, размещенным на встроенном накопителе информации, содержащем операционную и исполнительную системы, имеет разъем для подключения съемных накопителей информации, связанным с микропроцессором, а также содержит дополнительно, по меньшей мере, по одному контроллеру последовательных портов и контроллеру сетевых интерфейсов, связанных с микропроцессором и с блоком колодок и разъемов (RU 109303). Недостатком является то, что он не предназначен для использования в БРП.

Известен модуль центрального процессора по патенту РФ № 209555 от 17.03.2022, который содержит многослойную печатную плату на первой (верхней) и второй (нижней) сторонах которой выполнены плоские проводники в виде участков металлизированного покрытия, размещенных на диэлектрическом основании и обеспечивающих соединение между собой и с центральным процессором несимметрично смонтированных на плате активных элементов электрической цепи, а также шины расширения, разъем тестирования и отладки при программировании и разъемы обмена данными между модулем центрального процессора и модулями ввода и/или вывода промышленного контроллера, причем на первой стороне платы размещены следующие активные элементы: первый, второй, третий, четвертый и пятый элементы оперативной памяти, программируемая микросхема FPGA, микросхема интерфейсов нескольких низкоскоростных устройств, многоуровневый формирователь напряжения, трансформатор интерфейсов Ethernet, первый и второй преобразователи интерфейса LVDS, аудиоконтроллер, при этом на второй стороне платы размещены следующие

активные элементы: центральный процессор, флеш-накопитель SSD, микросхемы памяти Flash BIOS, шестой, седьмой, восьмой и девятый элементы оперативной памяти RAM DDR3, два приемопередатчика интерфейса RS-422/485, два приемопередатчика интерфейса RS-232, контроллер/преобразователь интерфейса PCI, два контроллера Ethernet, три микросхемы памяти, защитный диод в цепях питания от переплюсовки, супервизор питания. Недостатком является то, что он не предназначен для использования в БПП.

В международной заявке WO 2015095069 (A1) от 25.06.2015, представлен блок распределения мощности (PDU), в котором описано устройство обработки, представляющее собой вычислительное или обрабатывающее устройство, которое включает в себя один или несколько процессоров и память, и предназначено для приема данных и/или сообщений от и/или передачи данных и/или сообщений на устройство компьютерного оборудования по кабелю связи. Память хранит интерфейс датчика и алгоритм связи, которые выполняются процессорами. Интерфейс датчиков принимает информацию измерений от одного или нескольких датчиков, сконфигурированных в соответствующем модуле распределения мощности, обрабатывает информацию, а затем передает обработанную информацию в алгоритм связи, который передает информацию на удаленное компьютерное оборудование. Например, интерфейс датчика может принимать текущую информацию, указывающую состояние перегрузки на одной ветви модуля распределения мощности, и передавать эту информацию в алгоритм связи, чтобы уведомить удаленное компьютерное оборудование о том, что в системе питания существует неисправное состояние распределительного модуля.

Известен комплексный распределительный терминал электросети по патенту CN 214755740 от 16.11.2021, который содержит центральный процессор (ЦП), процессор цифровых сигналов (DSP), процессор программируемой вентильной матрицы (FPGA), модуль ввода температуры и влажности, модуль ввода аналоговых величин и модуль ввода значений переключения, модуль ввода температуры и влажности и модуль ввода значений переключения соответственно соединены с процессором DSP и процессором FPGA через последовательные шины, модуль ввода аналоговых величин соединен с процессором DSP и процессором FPGA, процессор ЦП соединен с памятью и модулем питания, которые соответственно используются для хранения данных и обеспечения электрической энергией, процессор ЦП также соединен с интерфейсом I2C, а интерфейс I2C соединен с процессором DSP и процессором FPGA. И множество интерфейсов связи подключаются после преобразования уровня. Согласно полезной модели процессор ЦП, процессор DSP и процессор FPGA объединены, так что объем вычислений процессора ЦП уменьшается, а эффективность обработки повышается.

Общим недостатком по заявке WO 2015095069 и патенту CN 214755740 является то, что в них не предусмотрено использование микросхем отечественного производства.

В патенте РФ № 221216 от 25.10.2023 описан блок распределения питания с пофазным мониторингом групп розеток, где интеллектуальный модуль выполняет функцию обработки и сохранения показателей измерительных модулей, в данном случае - контроля фаз и содержит дисплей, материнскую плату, соединенную с платой процессорного модуля и дисплейной платой.

Известно техническое решение по патенту РФ № 220972 от 11.10.2023, в котором описан блок распределения питания с мониторингом каждой розетки, содержащий интеллектуальный модуль с процессором, который обрабатывает сигналы, полученные от датчиков БПП, и сохраняет данные в энергонезависимую память. При возникновении критической ситуации, например, резком повышении температуры рядом с рабочей

машиной клиента, процессор передает сигнализирующий сигнал данного события на дисплей по протоколу SPI и на сигнальный светодиод интеллектуального модуля, с возможностью использования многовариантности доступа посредством Веб-интерфейс, Telnet, Modbus, SSH, SMTP, SNMP (v1 / v2c / v3), RADIUS, MQTT, HTTP/HTTPS, SYSLOG, а также сохраняет данный сигнал в журнал критических ситуаций энергонезависимой памяти.

Недостатком указанных полезных моделей является то, что не указано, какой именно процессор использован в интеллектуальном модуле БПП.

Поставленная задача заключается в решении проблемы импортозамещения, а именно в разработке компактного центрального модуля на отечественном микропроцессоре Байкал-Т1 для управления блоком распределения питания.

Техническим результатом полезной модели является компактный центральный модуль на микропроцессоре Байкал-Т1 с функциональной возможностью его использования для управления блоком распределения питания шириной не более 56 мм, включающим розеточные модули, модуль контроля фаз и интеллектуальный модуль, в котором кроме заявленного центрального модуля размещены дисплей и материнская плата.

Указанный технический результат достигается разработанным центральным модулем на базе микропроцессора Байкал-Т1 для БПП, который выполнен в виде многослойной печатной платы. При этом на верхней стороне платы размещены: отечественный микропроцессор Байкал-Т1, оперативная память, микросхемы памяти Flash BIOS, программируемый микроконтроллер STM, содержащий супервизор питания, RTC часов реального времени, FRU конфигурацию МАК адреса, сторожевой таймер, многоуровневый формирователь напряжения, а также контроллер Ethernet и блоки питания, а на нижней стороне платы размещены оперативная память, флеш-накопитель еммс и разъемы, позволяющие устанавливать центральный модуль в ответную часть материнской платы интеллектуального модуля БПП. На верхнем, нижнем, а также внутренних слоях платы размещены плоские проводники в виде участков металлизированного покрытия, размещенные на диэлектрическом основании и обеспечивающие соединение между собой и с активными элементами электрической цепи, смонтированными на плате центрального модуля, а также с шинами расширения, разъемом тестирования и отладки при программировании и разъемами обмена данными между центральным модулем, содержащим микропроцессор Байкал-Т1 и модулями контроля фаз, розеточными модулями БПП, а также с внешними устройствами по каналам последовательной передачи данных Ethernet.

Отечественный микропроцессор Байкал-Т1 относится к типу система-на-кристалле. Микропроцессор (МП) содержит два ядра MIPS32r5 P5600 Warrior. (Роман Ставцев, Процессор Байкал-Т1. Программное и аппаратное окружение, OSSDEVCONF-2018).

Тактовая частота ядра в МП составляет 1,2 ГГц. Основные параметры ядра:

- Адресное пространство расширено до 4 Тбайт (40-бит адрес);
- 16-ступенчатый конвейер с выборкой 4 команд за 1 цикл;
- Арифметический сопроцессор с блоком SIMD для операции с 32 128-бит регистрами;
- Размерности векторов в регистрах: 816 бит, или 168 бит, или 4 32 бит, или 2 64 бит;
- Операции с 8-, 16- и 32-бит целыми числами;
- Операции с 16-, 32- и 64-бит с числами с плавающей запятой, стандарт IEEE-754;
- Тактируется частотой ядра;
- Выполнение за один цикл 4 команд с целыми числами и 2 операций SIMD;
- 64-бит кэш команд;

64-бит кэш данных;

Прогнозирование ветвлений;

Поддерживается технология аппаратной виртуализации;

Обеспечивает уровни привилегии для гостевой и корневой ОС;

5 Поддерживает до 15 гостевых ОС;

Поддержка буфера ассоциативной трансляции TLB и контекста сопроцессора COP0 для гостевой и корневой ОС. Полная изоляция ОС друг от друга;

Программируемый блок управления памятью;

Буфер TLB 1 уровня, 16 записей команд ввода 32 записей данных;

10 Буфер TLB 2 уровня, одновременный доступ, фиксированные и переменные размеры страниц;

Буфер VTLB, 5122 записей.

МП производится по 28-нм технологии на тайваньской фабрике TSMC. Рабочий диапазон температуры МП подтверждён испытаниями в пределах 0–70°C, по расчётным  
15 данным диапазон рабочих температур может достигать –45...70°C. МП выпускается в 578-выводном BGA корпусе размером 2525 мм. Энергопотребление не превышает 5 Вт. В каждом процессорном ядре МП содержит 64 Кбайт кэш данных и 64 Кбайт кэш команд. На кластер из двух ядер приходится 8-канальный ассоциативный кэш L2 ёмкостью 1 Мбайт. Микропроцессор снабжён универсальным контроллером памяти  
20 SDRAM. Основные параметры контроллера:

Соответствует спецификации JEDEC DDR3 SDRAM Specifications JESD79–3E;

DDR3–1600, рабочая частота памяти составляет 800 МГц;

Поддерживает объём памяти SDRAM до 8 Гбайт;

Внешняя шина шириной 32 бита с 8-битным кодом исправления ошибок;

25 Поддерживаются микросхемы SDRAM с шириной шины данных 8 бит и 16 бит;

Поддерживаются два ранга памяти.

Интерфейсы МП разделяются на низкоскоростные и высокоскоростные.

Низкоскоростные интерфейсы:

32-бит порт GPIO;

30 3-бит порт GPIO;

2 порта UART;

3 порта SPI;

2 порта I2C;

Высокоскоростные интерфейсы:

35 10Gb Ethernet;

2 GMAC RGMII;

PCIe Gen3. x4;

2 SATA 6G;

1 USB 2.0 host.

40 Использование центрального модуля на микропроцессоре Байкал-T1 позволяет достичь следующих возможностей для БРП:

реализация мониторинга потребляемой мощности и параметров окружающей среды, возможность дистанционно включать ИТ-оборудование и отключать неиспользуемые разъемы,

45 возможность определять последовательность включения и отключения подключенного оборудования, что дает осуществить правильный порядок включения и продлить время работы критически важного оборудования за счет поэтапного отключения,

наличие портов RJ45 для подключения сети, датчиков дискретных и аналоговых для контроля состояния внешней среды без использования блока расширения и автоматов защиты, снабженных возможностью посредством пользовательских установок предупреждать о слишком высоком или низком значении параметра до того, как

5 произойдет критическое событие,

наличие портов интерфейса rs-485, которые можно использовать, как шлейфовое подключение большого количества БРП,

мониторинг параметров электросети на каждой фазе или на каждой выходной розетке БРП, управление розетками по отдельности.

10 Заявленная полезная модель охарактеризована на следующих чертежах.

На Фиг. 1 показано расположение элементов центрального модуля на верхней стороне платы.

На Фиг. 2 показано расположение элементов центрального модуля на нижней стороне платы.

15 На Фиг. 3 - функциональная схема центрального модуля на микропроцессоре Байкал-Т1.

На Фиг. 4 представлен внешний вид верхней стороны платы центрального модуля (а); внешний вид нижней стороны платы центрального модуля (б).

20 Заявленный центральный модуль (Фиг. 1 и Фиг. 2) содержит следующие активные элементы: микропроцессор 1 Байкал-Т1, оперативная память 2, программируемый микроконтроллер 3 STM, многоуровневый формирователь напряжения 4, флеш-накопитель еммс 5, микросхемы памяти 6 Flash BIOS, контроллер 7 Ethernet, разъемы 8, позволяющие устанавливать центральный модуль в ответную часть материнской платы интеллектуального модуля БРП, супервизор питания 9, блоки питания 10,

25 преобразующие питание 12 В в 0,95 В, 1,5 В, 3,3 В, 5 В.

Кроме того, центральный модуль выполнен со встроенными часами реального времени и графическим сопроцессором, а также снабжен радиатором из алюминиевого сплава под естественную конвекцию, отводящим тепло на металлический корпус БРП под естественную конвекцию. Радиатор выполнен и закреплен через пластиковый

30 адаптер и не требует активного охлаждения (на Фиг. не показан).

Центральный модуль на микропроцессоре Байкал-Т1 работает следующим образом.

При штатной эксплуатации центральный модуль принимает сигналы, содержащие данные и инструкции, например, опрос интерфейсов, запрос данных из памяти, выполнение вычислений над данными, и выдаёт сигналы с обработанными данными

35 через соответствующую шину.

В общем случае, выполнение программы «Встроенное программное обеспечение устройств блоков распределения питания» состоит в считывании данных из модулей ввода-вывода данных от розеточных модулей и модуля контроля фаз, подключенных к центральному модулю по шине ULPI, данных с цифровых датчиков температуры и

40 влажности по шине I2C, данных дисплея по шине SPI и/или с внешних устройств по каналам последовательной передачи данных Ethernet и последующей обработки данных по алгоритму, заданному программой и выдачи результирующих управляющих данных в указанные выше модули ввода-вывода данных и на внешние контролируемые и управляемые устройства по интерфейсам передачи данных.

45 Особенностью центрального модуля является уникальный набор компонентов внутри модуля и компактное решение на базе отечественного микропроцессора Байкал-Т1, микроконтроллера STM, и обвязки преобразователей интерфейсов и поддержания питания, что позволяет использовать его в БРП шириной не более 56 мм. Все интерфейсы

выведены на два порта.

Детальный алгоритм работы центрального модуля определяется установленным встроенным программным обеспечением устройств блоков распределения питания (ПО).

5 При необходимости загрузки ПО используется внешний порт USB и осуществляется подключение внешних USB-устройств.

Для повышения надежности работы модуля при длительной необслуживаемой эксплуатации служит сторожевой таймер, формирующий аппаратную перезагрузку процессора по питанию и его перезагрузку в случае “зависания” ПО.

10 Данные, полученные микропроцессором Байкал-Т1, могут передаваться непосредственно в соответствующие средства ввода-вывода, а также восприниматься как задание или команды для исполнения микропроцессором Байкал-Т1, в соответствии с программой, загруженной в оперативное запоминающее устройство ОЗУ DDR3 1600 (поз. 2 на фиг.1 и 2).

15 При функционировании изделия, его аппаратура выполняет, в частности, следующее.

Микропроцессор Байкал-Т1, обозначенный на фиг.3 как «BE-T1000» – отечественная система на кристалле на базе архитектуры MIPS Warrior P-class P5600 с богатым набором высокоскоростных интерфейсов, предназначен для широкого диапазона целевых устройств потребительского и B2B сегментов.

20 «USB TRANSCEIVER USB3315» предназначен для конвертирования интерфейса ULPI в USB.

«USB HUB+MMC4.2 USB2642» является устройством, которое расширяет количество портов USB в устройстве. Необходим для расширения возможностей USB-устройств и устройств с подключаемой памятью, позволяя одновременно подключать несколько устройств, например, память, флешки для прошивки, RS485.

«EMMC» (Embedded MultiMedia Card) с емкостью 8GB необходим, чтобы хранить большое количество данных, или программное обеспечение. EMMC с 8GB может предоставить вам высокую емкость и высокую скорость передачи данных для решения ваших конкретных задач. Подключается к USB HUB+MMC4.2 USB2642.

30 «DDR3 -1600» RAM с частотой 1600 МГц и объемом 2 ГБ обеспечивает высокую скорость работы и достаточную производительность для выполнения задач по работе устройства, подключается непосредственно к процессору «BE-T1000».

«GBE0\_RTL8211F» микроконтроллер Ethernet. Этот контроллер позволяет установить высокоскоростную сеть Ethernet (1000 Мбит/с) и связать устройство с локальной сетью или интернетом. В своей конкретной реализации, RTL8211F является сетевым контроллером, который использует протокол Gigabit Ethernet (Gigabit Ethernet), который предоставляет высокую скорость передачи данных и поддерживает большинство современных сетевых протоколов.

40 «DEBUG» интерфейсы, выведенные в порт для первоначального программирования процессорного модуля..

«USB 2.0A» Интерфейс выведен с USB HUB для подключения накопителя с образом прошивки устройства. Необходим для первоначальной прошивки устройства.

«EC» - микроконтроллер STM, содержащий супервизор питания, RTC часов реального времени, FRU конфигурацию МАК адреса, сторожевой таймер для перезагрузки устройства в случае зависания.

«Power» - набор блоков питания, которыми управляет супервизор «EC».

А также остальной набор сигналов, выведенный в порты. «USB Signal pins» - необходим для вывода интерфейсов RS485. «UART pins» - интерфейс для взаимодействия

с другими модулями внутри БРП. «SPI\_LCD» - интерфейс для работы TFT дисплея. «Digital input pins» - порты для передачи данных состояния двери: открыта/закрыта; датчика задымления и светозвуковой сигнализации от дискретных датчиков. «Analog input pins» - порты для передачи данных о затоплении пола от аналоговых датчиков.

5 «I2C» - интерфейс для работы цифровых датчиков температуры и влажности. «Digital output pins» - порты для передачи данных дискретного вывода 12В Alarm. «Buzzer pin» - порты необходимые для передачи сигналов звукового оповещателя. «Tact switch pins» - порты необходимые для передачи сигналов кнопок управления. «Tact switch pin» - порт необходимый для передачи сигнала кнопки перезагрузки.

10 Использование предложенного центрального модуля на микропроцессоре Байкал-Т1 для БРП позволяет осуществлять мониторинг потребляемой мощности и параметров окружающей среды, дистанционно включать ИТ-оборудование и отключать неиспользуемые разъемы, определять последовательность включения и отключения подключенного оборудования, предупреждать о слишком высоком или низком значении

15 параметра до того, как произойдет критическое событие, использовать подключение большого количества БРП, осуществлять мониторинг параметров электросети на каждой фазе или на каждой выходной розетке БРП и управление розетками по отдельности. Следовательно, технический результат достигнут.

#### 20 (57) Формула полезной модели

Центральный модуль на базе микропроцессора Байкал-Т1 для блока распределения питания, характеризующийся тем, что выполнен в виде многослойной печатной платы, при этом на верхней стороне платы размещены: микропроцессор Байкал-Т1; оперативная память; микросхемы памяти Flash BIOS; программируемый

25 микроконтроллер STM, содержащий супервизор питания, часы реального времени, конфигурацию МАК адреса, сторожевой таймер, многоуровневый формирователь напряжения; а также контроллер Ethernet и блоки питания; а на нижней стороне платы размещены оперативная память, флеш-накопитель eMMC и разъемы, позволяющие

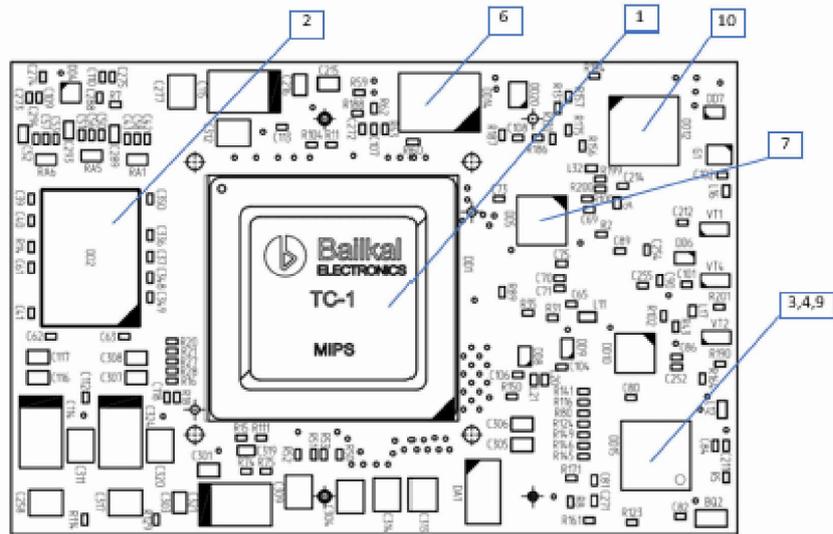
30 устанавливать центральный модуль в ответную часть материнской платы интеллектуального модуля БРП, при этом центральный процессор Байкал-Т1 связан с микроконтроллером STM, оперативной памятью, контроллером Ethernet, микросхемой памяти Flash BIOS, флеш-накопителем eMMC и разъемами, позволяющими устанавливать центральный модуль в ответную часть материнской платы интеллектуального модуля БРП, а блоки питания обеспечивают энергией все активные элементы платы.

35

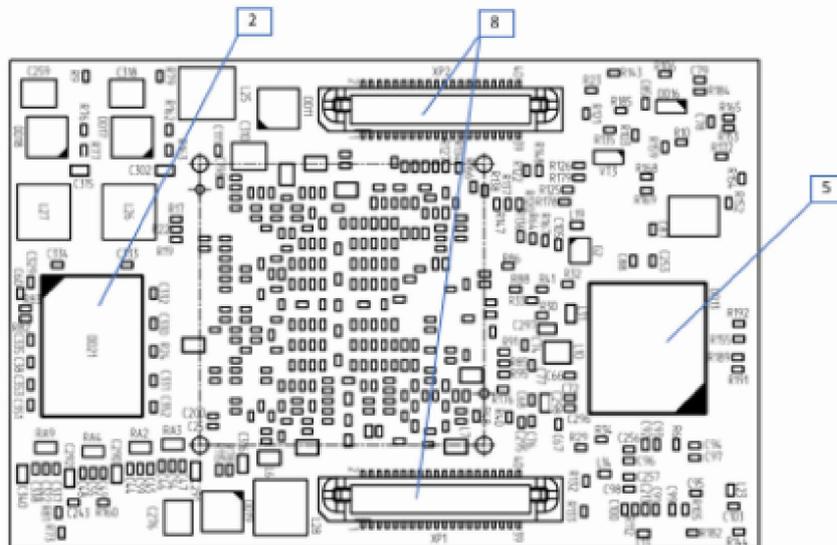
40

45

1

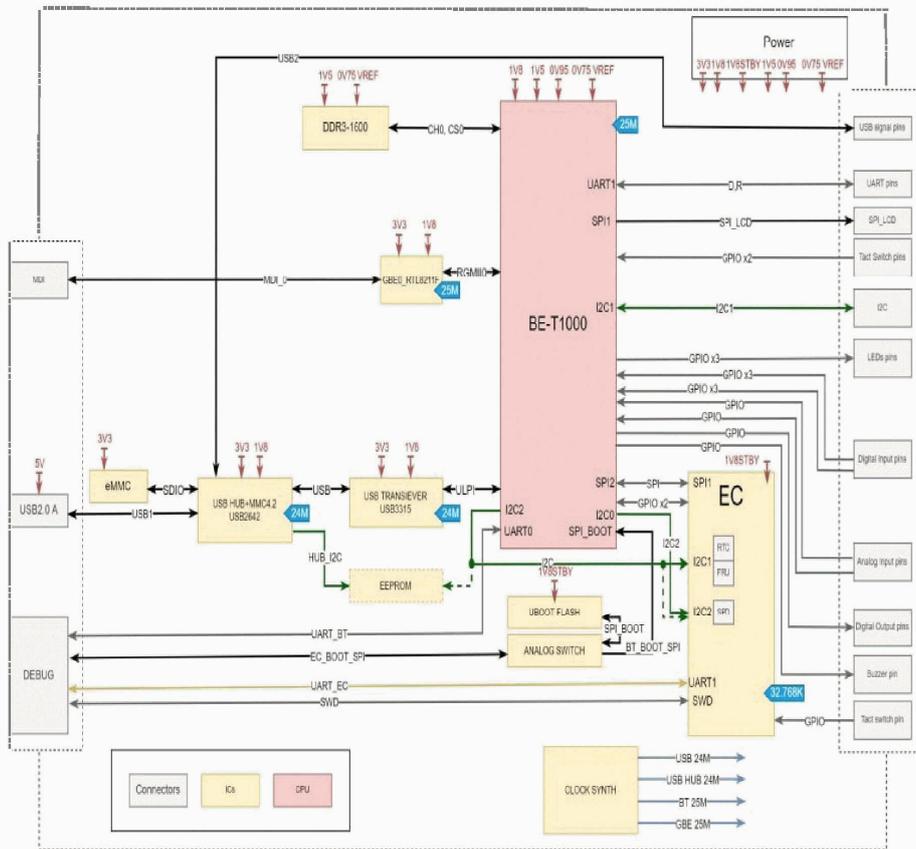


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг.3



а



б

Фиг.4