



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **73812**

(13) **U**

(51) МПК

G06F 13/12 (2006.01)

G06F 15/16 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

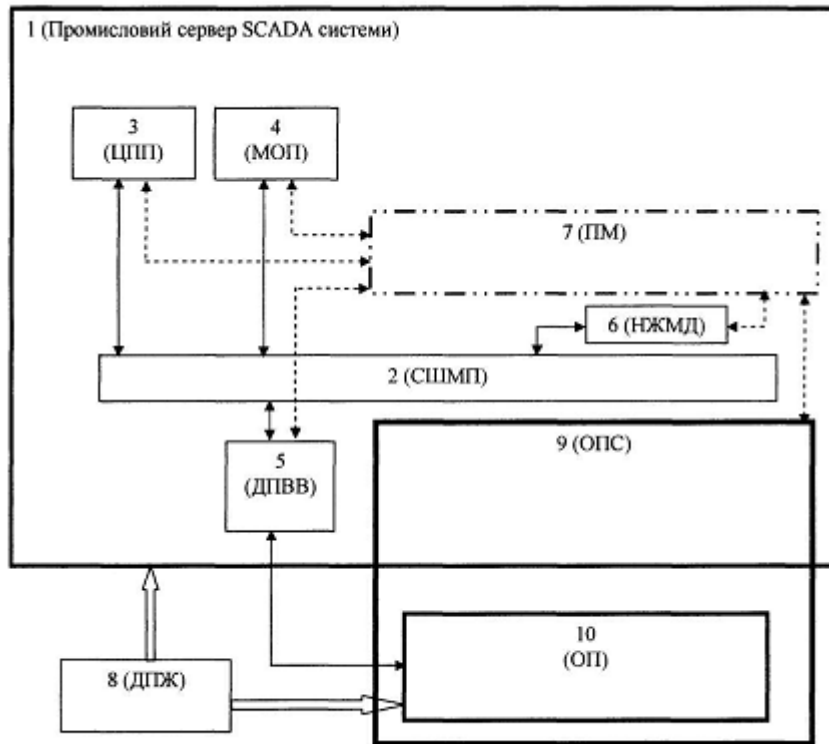
(21) Номер заявки: u 2012 03199	(72) Винахідник(и): Алексєєв Михайло Олександрович (UA), Сироткіна Олена Ігорівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.03.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.10.2012	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ", пр. Карла Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49000 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.10.2012, Бюл.№ 19	

(54) ПРОМИСЛОВИЙ СЕРВЕР SCADA СИСТЕМИ

(57) Реферат:

Промисловий сервер SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системи, що включає материнську плату з системною шиною з встановленим центральним процесорним пристроєм, модулем оперативної пам'яті і двонаправленим портом введення-виведення, з підключеним накопичувачем на жорсткому магнітному диску, на якому встановлено програмний модуль, і підключеним джерелом безперебійного живлення, містить обчислювальну підсистему, що має можливість автоматичної діагностики та автоматичного відновлення працездатності промислового сервера, яка включає обчислювальний пристрій з програмним модулем, що поєднаний з двонаправленим портом введення-виведення і джерелом безперебійного живлення.

UA 73812 U



Фиг. 1

Промисловий сервер призначений для роботи в складі SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системи як системоутворюючий вузол.

Корисна модель належить до галузі промислової автоматизації, одним із напрямків якої є створення розподілених багаторівневих автоматизованих систем збору даних і диспетчерського керування - SCADA систем відповідального призначення. Такі системи застосовуються в критично важливих галузях промисловості, енергетики та комунального господарства. Зазначені галузі застосування обумовлюють підвищені вимоги, що пред'являються до надійності, живучості, відмовостійкості та безпеки використання SCADA систем.

Відомий промисловий сервер SCADA системи [United States Patent US 6,961,753 B1, Int. C1. 7 G 06 F 15/16 Enterprise server for communication for a supervisory control and data acquisition (SCADA) system / Inventor: Douglas C Osburn, III., 936 Plantation St., League City, TX (US) 77573 Appl. No.: 10/036, 606; Filed: Dec. 21, 2001; Date of Patent: Nov. 1, 2005. - Режим доступу до патенту: <http://patents.com/us-6961753.html>], прийнятий за аналог, включає апаратно-програмний комплекс з конфігураційним і комунікаційним програмним забезпеченням, яке, будучи запущеним в пам'яті сервера, здійснює виконання відповідних налаштувань промислового сервера, а також виконує прийом даних від віддалених пристроїв збору даних. В частині забезпечення відмовостійкості та відновлення працездатності, розглянутий аналог має вбудований охоронний таймер (Watch-Dog-Timer), що забезпечує перезапуск (рестарт) всього обладнання і програмного забезпечення сервера в разі будь-якої відмови, з метою відновлення працездатності промислового сервера SCADA системи. При цьому діагностика підсистем і контроль наявності відмови здійснюється самим сервером.

До недоліків розглянутого вище аналога, що не дозволяють досягти зазначеного технічного результату, який описаний нижче, належить те, що діагностика стану промислового сервера здійснюється самим сервером, що, в разі повної або часткової оборотної відмови [Военный энциклопедический словарь ракетных войск стратегического назначения / [Военная академия РКВН имени Петра Великого]. - М.: Научное издательство "Большая Российская энциклопедия", 1999. - 634 с, ISBN 5-85270-315-X, с. 347] його обладнання або програмного забезпечення, незалежно від причини, призводить до того, що не може бути виконана коректно самодіагностика стану всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера, а також його окремих підсистем. Крім того, відновлення працездатності промислового сервера SCADA системи, що розглядається як аналог, виконується шляхом перезапуску (рестарту) всього апаратно-програмного комплексу без урахування стану його окремих підсистем (програмних модулів) в момент часу, що передує вказаному рестарту і запущених в пам'яті зазначеного сервера, що може призвести до необоротних спотворень виконуваного коду програмних модулів, які були запущені в пам'яті промислового сервера, але перед його перезапуском (рестартом) не були коректно закриті. Це може призвести до часткового або повного виходу з ладу програмного забезпечення промислового сервера.

Відомий промисловий сервер SCADA системи [United States Patent US 7,587,481 B1, Int. C1. G 06 F 15/173 (2006.01), G 06 F 15/16 (2006.01) Enterprise server for SCADA system with security interface / Inventor: Douglas C Osburn, III., Houston, TX (US); Assignee: DJ Inventions, LLC, Houston, TX (US) - Appl. No.: 11/050, 170; Filed: Feb. 3, 2005; Date of Patent: * Sep. 8, 2009. - Режим доступу до патенту: <http://patents.com/us-7587481.html>], прийнятий за прототип, включає апаратно-програмний комплекс з конфігураційним і комунікаційним програмним забезпеченням, яке після запуску в пам'яті апаратно-програмного комплексу промислового сервера виконує функції конфігурування як самого сервера, так і віддалених пристроїв, з якими пов'язаний промисловий сервер, а також здійснює прийом даних від цих віддалених пристроїв збору даних. Крім перерахованого, що розглядається як прототип, промисловий сервер SCADA системи має програмне забезпечення для здійснення безпечних комунікацій між самим промисловим сервером і віддаленими пристроями збору даних, що дозволяє частково підвищити надійність і відмовостійкість всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера, порівняно з розглянутим вище аналогом. Діагностика стану всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера (самодіагностика) виконується в режимі реального часу самим промисловим сервером. Відновлення працездатності обладнання та програмного забезпечення промислового сервера виконується шляхом загального перезапуску (рестарту) всього обладнання і програмного забезпечення розглянутого промислового сервера SCADA системи на основі використання вбудованого охоронного таймера (Watch-Dog-Timer).

До недоліків розглянутого вище прототипу, що не дозволяють досягти зазначеного технічного результату, який описаний нижче, належить те, що самодіагностика всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера SCADA системи виконується самим промисловим сервером. В цьому випадку при повній або частковій оборотній відмові

обладнання та/або програмного забезпечення промислового сервера, що виконує самодіагностику, може відбутися або відмова підсистеми самодіагностики, або можуть виникнути значні відхилення від штатного режиму її роботи, які, в свою чергу, можуть викликати незапланований (нештатний) рестарт апаратно-програмного комплексу промислового сервера.

5 Крім того, згаданий режим відновлення працездатності промислового сервера, шляхом повного рестарту обладнання та програмного забезпечення з використанням охоронного таймера (Watch-Dog-Timer), здійснюваний без контролю стану (перед виконанням зазначеного рестарту) усіх без винятку виконуваних програмних модулів, запущених в пам'яті промислового сервера, може призвести до необоротних відмов програмного забезпечення або навіть втрат частини
10 програмного коду згаданих виконуваних програмних модулів. Розглянутий як прототип промисловий сервер SCADA системи може виконувати, зокрема, такі критично важливі операції, як інтерактивне реконфігурування віддалених пристроїв збору даних, логічне додавання нового сервера в загальну ієрархічну конфігураційну структуру SCADA системи, синхронізація в режимі реального часу зовнішніх пристроїв, фізично і логічно підключених до промислового серверу, а також інші відповідальні системні і користувальницькі функції. У разі виникнення зазначених
15 вище оборотних відмов обладнання та/або програмного забезпечення та спроб автовідновлення працездатності промислового сервера шляхом повного рестарту всього апаратно-програмного комплексу без урахування поточного стану запущених в пам'яті програмних модулів і їх коректного закриття, як зазначалося вище, неминучі повні незворотні відмови промислового сервера з подальшою незворотною відмовою всієї SCADA системи в цілому. Наявність в промисловому сервері окремої підсистеми контролю безпеки комунікацій сервера зі своїми віддаленими пристроями тільки частково вирішує проблему підвищення його надійності, тому що дана додаткова підсистема не виконує незалежну автономну діагностику всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера в режимі реального часу. Крім
20 того, не забезпечується контроль стану та коректне закриття всіх внутрішніх виконувальних програмних модулів в момент часу, що передує загальному перезапуску (рестарту) апаратно-програмного комплексу промислового сервера з метою відновлення його працездатності після оборотної відмови обладнання. Слід зазначити, що значна частина збоїв в роботі сучасної обчислювальної техніки виникає з причини оборотних відмов обладнання, що призводить до необоротної відмови програмного забезпечення, запущеного на цьому обладнанні. При цьому вихід з ладу обладнання не відбувається, однак після мимовільного відновлення працездатності цього обладнання, програмне забезпечення потребує проведення над ним певних дій, з метою відновлення працездатності як самого програмного забезпечення, так і всього апаратно-програмного комплексу.

35 На підставі викладеного можна зробити висновок про те, що даний прототип має суттєві недоліки в частині повноти та надійності діагностики своїх підсистем в процесі їх роботи, а також можливість виходу з ладу програмного забезпечення промислового сервера в момент його рестарту, що тягне за собою незворотну відмову всієї SCADA системи.

Суть корисної моделі полягає в наступному.

40 В даний час все більшого поширення набувають промислові розподілені SCADA системи, які використовуються в таких критично важливих галузях, як системи енергопостачання великих промислових об'єктів та комунального господарства, системи оперативного диспетчерського управління в енергетиці, системи екологічного моніторингу та ін. У зв'язку з цим особлива увага приділяється питанням надійності, відмовостійкості та безпеки використання таких систем.
45 Промисловий сервер займає одне з основних місць в ієрархічній багаторівневій архітектурі SCADA системи, так як виконує функції системоутворюючого вузла, від надійності і безвідмовності роботи якого залежить надійність, безвідмовність і живучість усієї SCADA системи в цілому.

Виходячи з цього, була поставлена технічна задача - створення промислового сервера як
50 системоутворюючого вузла підвищеної надійності для застосування в SCADA системі відповідального призначення. Ця задача вирішується за рахунок введення незалежної та автономної обчислювальної підсистеми, що виконує функції автоматичної діагностики та автоматичного відновлення працездатності промислового сервера. Дана підсистема є модулем підвищеної надійності, так як містить зовнішній обчислювальний пристрій на більш простіший, в порівнянні з сервером, елементній базі і більш просте програмне забезпечення обчислювального пристрою.
55

Заявниками передбачається досягнення при реалізації здійснення корисної моделі наступного технічного результату - підвищення надійності та відмовостійкості промислового сервера на основі автоматичного контролю в режимі реального часу всіх підсистем і програмних

модулів промислового сервера - апаратно-програмного комплексу з автоматичним відновленням його працездатності після оборотних відмов (збоїв) його обладнання.

Відзначений технічний результат при реалізації корисної моделі досягається тим, що в промисловий сервер SCADA системи, що включає материнську плату з системною шиною з встановленим центральним процесорним пристроєм, модулем оперативної пам'яті і двонаправленим портом введення-виведення, з підключеним накопичувачем на жорсткому магнітному диску, на якому встановлено програмний модуль, і підключеним джерелом безперебійного живлення, згідно з корисною моделлю, додатково введена обчислювальна підсистема з можливістю автоматичної діагностики та автоматичного відновлення працездатності промислового сервера, яка включає обчислювальний пристрій з програмним модулем, що поєднаний з двонаправленим портом введення-виведення і джерелом безперебійного живлення.

На фігурі 1 зображено структурну схему промислового сервера (1) SCADA системи, що заявляється, в якому встановлено материнську плату з системною шиною - СШМП (2). До материнської плати підключені ЦПП - центральний процесорний пристрій (3), МОП - модуль оперативної пам'яті (4), ДПВВ - двонаправлений порт введення-виведення (5) і НЖМД - накопичувач на жорсткому магнітному диску (6). На НЖМД промислового сервера встановлено програмний модуль (7). Ланцюги живлення устаткування промислового сервера і обчислювального пристрою з'єднані з джерелом безперебійного живлення (8). Обчислювальна підсистема - ОПС (9) складається з ОП - обчислювального пристрою (10) з встановленим в ньому програмним модулем.

На фігурі 2 зображена функціональна схема промислового сервера (1) SCADA системи, що заявляється, в якому встановлено материнську плату з системною шиною - СШМП (2). До материнської плати підключені ЦПП - центральний процесорний пристрій (3), МОП - модуль оперативної пам'яті (4), ДПВВ - двонаправлений порт введення-виведення (5) і НЖМД - накопичувач на жорсткому магнітному диску (6). На НЖМД промислового сервера встановлено програмний модуль (7), що включає в себе ОС - операційну систему (11), СПЗ - системне програмне забезпечення (12), КФПЗ - конфігураційне програмне забезпечення (13), КМПЗ - комунікаційне програмне забезпечення (14) і КПЗ - користувацьке програмне забезпечення (15). Обчислювальна підсистема - ОПС (9) складається з ОП - обчислювального пристрою (10) з встановленим в ньому ПМОП - програмним модулем обчислювального пристрою (16), а також КДПМ - контрольно-діагностичного програмного модуля (17), встановленого на НЖМД промислового сервера. Ланцюги живлення устаткування промислового сервера і обчислювального пристрою з'єднані з джерелом безперебійного живлення - ДБЖ (8).

Реалізація корисної моделі, що заявляється, здійснюється таким чином (див. Фіг. 1 і Фіг. 2).

Після подачі живлення від ДБЖ (8) відбувається включення в роботу обладнання промислового сервера (1) і ОП (10) блока обчислювальної підсистеми (9). Далі під керуванням ЦПП (3) відбувається ініціалізація ОС (11), яка завантажується з НЖМД (6) в МОП (4), за допомогою СШМП (2). Одночасно з цим відбувається ініціалізація ПМОП (16) після включення ОП (10). Після закінчення ініціалізації ОС, під її керуванням відбувається запуск в МОП, шляхом читання з НЖМД, програмного забезпечення СПЗ (12), КФПЗ (13), КМПЗ (14), КПЗ (15) і КДПМ (17). На цьому процес ініціалізації і підготовки до роботи промислового сервера завершується і апаратно-програмний комплекс промислового сервера починає функціонування в штатному режимі у відповідності із заданими функціями і параметрами у складі SCADA системи. При цьому ОПС постійно в режимі реального часу виконує діагностику штатного режиму функціонування ОС і всіх програмних модулів, запущених в МОП, на основі міжпрограмної взаємодії КДПМ з ПМОП. Завдяки тому, що ПМОП запущений на зовнішньому автономному і незалежному від промислового сервера додатково введеному ОП, ПМОП працює незалежно від стану ОС промислового сервера, що забезпечує високу надійність виконання в режимі реального часу контрольно-діагностичних функцій обладнання промислового сервера і всіх його програмних підсистем, а також самої ОС, збій якої, як правило, викликає незворотну відмову всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера. У разі виникнення будь-якої оборотної відмови (апаратного збою) обладнання промислового сервера, який призводить до збою ОС та/або будь-яких програмних модулів, що запущені в МОП, ОПС розпізнає дану ситуацію, кваліфікуючи її, як нештатний режим функціонування ОС та/або одного, чи декількох програмних модулів. У цьому випадку ОПС автоматично виконує коректне закриття всіх запущених в МОП програмних модулів, а потім, з метою відновлення працездатності всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера, здійснює його рестарт. Після рестарту відбувається штатне включення в роботу обладнання промислового сервера, а також ініціалізація ОС та завантаження в МОП відповідних програмних модулів, як було описано

вище. Таким чином, відновлюється працездатність всього апаратно-програмного комплексу промислового сервера і системоутворюючий вузол у складі SCADA системи продовжує своє штатне функціонування. Імовірність оборотної відмови (апаратного збою) обладнання ОП, порівняно з імовірністю оборотної відмови (апаратного збою) обладнання промислового сервера, набагато менше, тому що ОП є мікропроцесорний пристрій, реалізований, як правило, всього лише на одній інтегральній мікросхемі (див. приклад виконання мікроконтролера [Atmel Corporation. Microcontroller AT32UC3A0128/ Офіційний сайт корпорації Atmel, США. - Режим доступу: <http://www.atmel.com>]), надійність роботи і час наробітки на відмову якої в десятки і навіть сотні разів вище, ніж складного і багатофункціонального комплекту обладнання промислового сервера.

З викладеного вище випливає, що сукупність відмінних ознак, викладених у формулі корисної моделі, є необхідною та достатньою для отримання потрібного технічного результату.

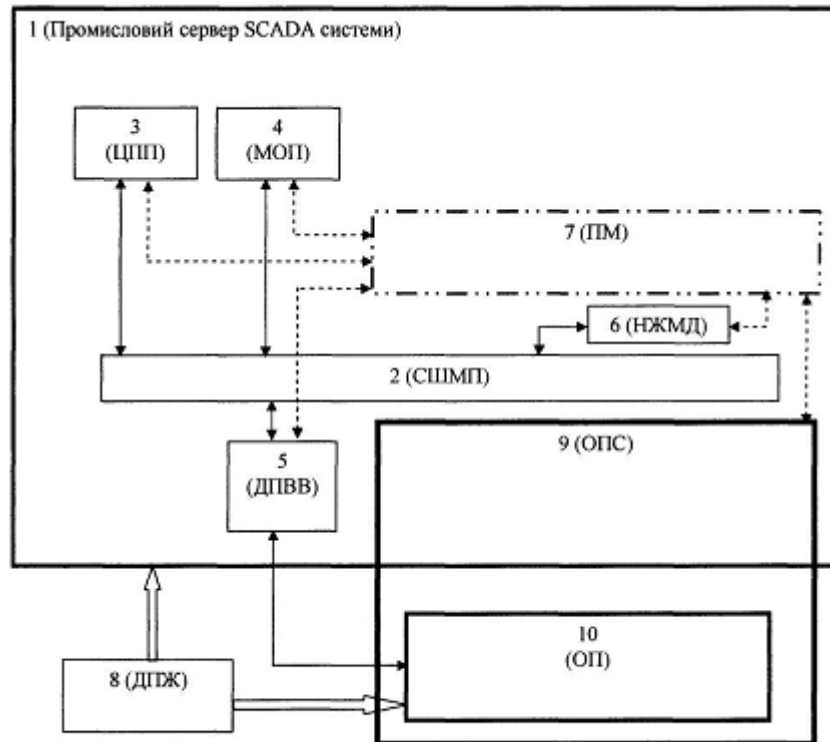
Заявниками було проведено аналіз рівня техніки на основі наступних відкритих джерел: патенти України та зарубіжних країн, науково-технічна документація, включаючи профільні журнали, книги, технічні звіти, наукові праці, стандарти та ін. У процесі узагальнення і аналізу зазначених вище джерел інформації, заявниками було зроблено висновок про відсутність аналогічного рішення поставленої задачі, яке тотожне усім істотним ознакам заявленої корисної моделі. Таким чином, на підставі викладеного вище, заявлена корисна модель відповідає умові "новизна".

Реалізація корисної моделі, що заявляється, здійснюється достатньо просто, шляхом створення додаткового ОП на основі вільно програмованого мікроконтролера (див. Приклад виконання мікроконтролера [Atmel Corporation. Microcontroller AT32UC3A0128 / Офіційний сайт корпорації Atmel, США. - Режим доступу: <http://www.atmel.com>]) та додаткового програмного забезпечення КДПМ, що встановлюється на НЖМД промислового сервера. Взаємодія мікроконтролера як ОП з промисловим сервером здійснюється штатними технічними засобами з використанням ДПВВ. При цьому робота додатково введеної ОПС здійснюється в автоматичному режимі реального часу без участі оператора, що виключає вплив людського фактора на роботу промислового сервера SCADA системи.

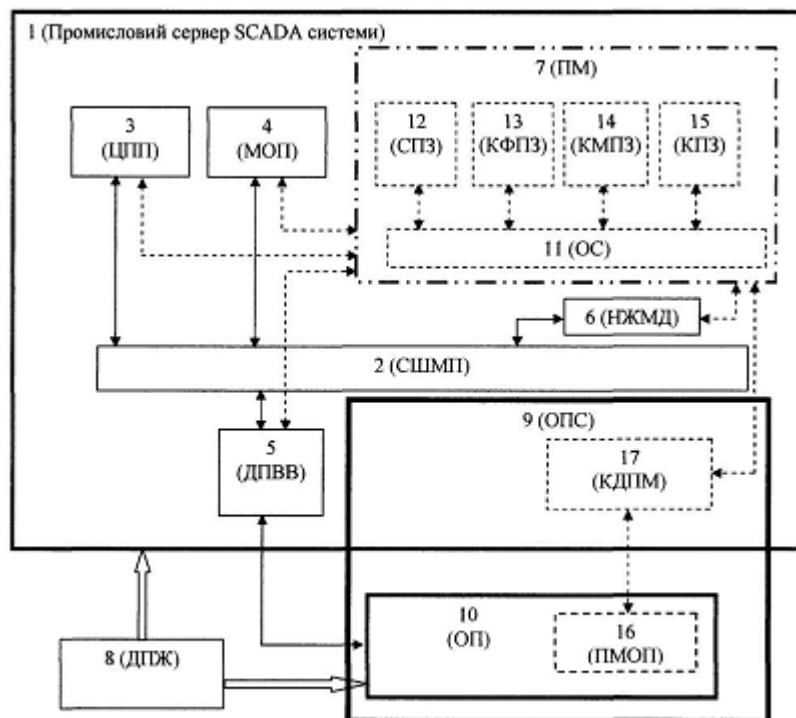
З вищевикладеного випливає, що корисна модель, що заявляється, відповідає умові "промислова застосовність".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Промисловий сервер SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системи, що включає материнську плату з системною шиною з встановленим центральним процесорним пристроєм, модулем оперативної пам'яті і двонаправленим портом введення-виведення, з підключеним накопичувачем на жорсткому магнітному диску, на якому встановлено програмний модуль, і підключеним джерелом безперебійного живлення, який **відрізняється** тим, що додатково введена обчислювальна підсистема з можливістю автоматичної діагностики та автоматичного відновлення працездатності промислового сервера, яка включає обчислювальний пристрій з програмним модулем, що поєднаний з двонаправленим портом введення-виведення і джерелом безперебійного живлення.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601