



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G09B 23/18 (2023.08); H02S 50/00 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023106319, 16.03.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.03.2023

Дата регистрации:  
07.11.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.03.2023

(45) Опубликовано: 07.11.2023 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,  
Кубанский ГАУ, отдел организации и  
сопровождения научной деятельности

(72) Автор(ы):

Даус Юлия Владимировна (RU),  
Юдаев Игорь Викторович (RU),  
Колесникова Татьяна Петровна (RU),  
Десятниченко Данил Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т.  
Трубилина" (RU)

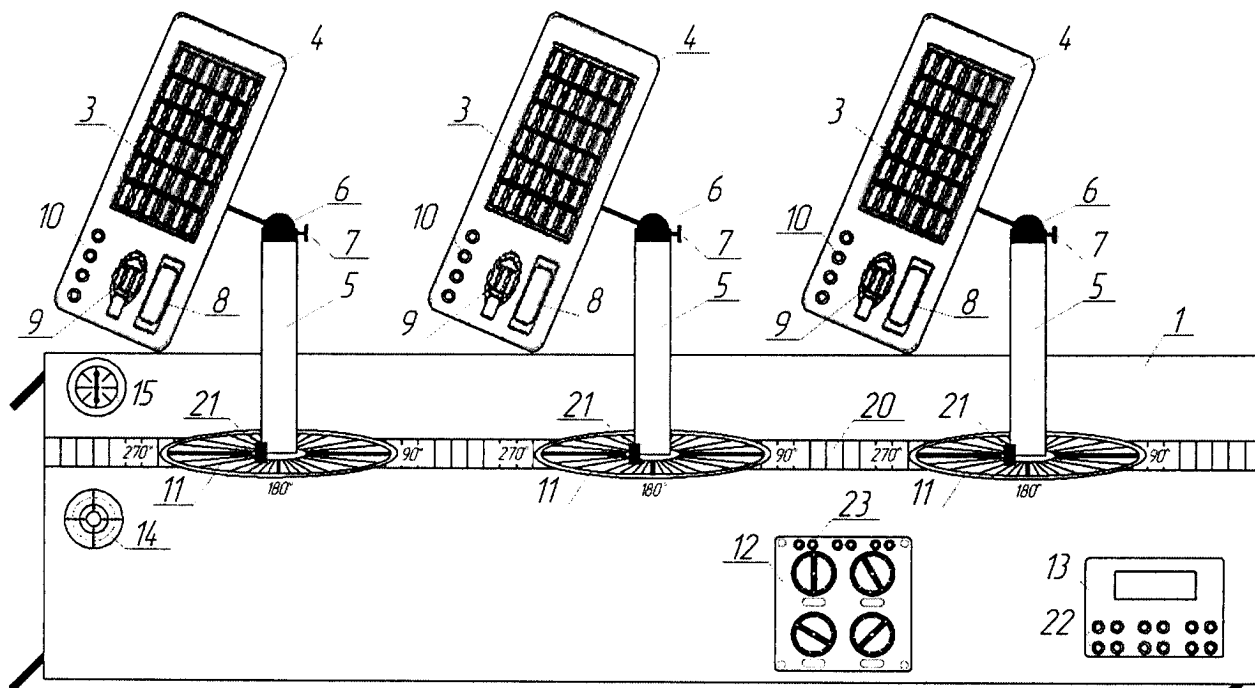
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 208822 U1, 17.01.2022. CN  
105845005 B, 17.08.2018. US 9863890 B2,  
09.01.2018.

## (54) ЛАБОРАТОРНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ МИКРОСЕТИ НА ОСНОВЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ И ВЗАИМНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к исследовательским установкам, учебным пособиям и может быть использовано для изучения физических процессов преобразования солнечной энергии, параметров и характеристик солнечных элементов. Лабораторно-исследовательский стенд для моделирования работы микросети на основе фотоэлектрических систем различной пространственной ориентации и взаимного размещения содержит фотоэлектрическую систему, состоящую из батареи солнечных элементов, установленных на подвижной платформе, расположенной на опоре с поворотно-наклонным механизмом и оборудованной электронным угломером, контрольным солнечным элементом, клеммами, предназначенными для измерения интенсивности приходящей солнечной радиации на приемную поверхность фотоэлектрической системы;

круговую шкалу с шагом градуировки в 1° под опорой для подвижной платформы. На столе установлены магазин сопротивлений, блок управления, обеспечивающий автоматическую фиксацию и запись данных о напряжении и силе тока, сферический уровень, магнитный компас, амперметр, вольтметр, соединенные в цепь с помощью проводов. При этом на столе установлена направляющая, на которой закреплены фотоэлектрические системы с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости. Для формирования микросети блок управления имеет клеммы, обеспечивающие коммутацию между фотоэлектрическими системами и магазином сопротивлений. Технический результат - расширение функциональных возможностей стенда. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G09B 23/18* (2006.01)  
*H02S 50/00* (2014.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G09B 23/18 (2023.08); H02S 50/00 (2023.08)*(21)(22) Application: **2023106319, 16.03.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**16.03.2023**

Registration date:  
**07.11.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **16.03.2023**(45) Date of publication: **07.11.2023** Bull. № 31

Mail address:

**350044, g. Krasnodar, ul. Kalinina, 13, Kubanskij  
GAU, otdel organizatsii i soprovozhdeniya  
nauchnoj deyatel'nosti**

(72) Inventor(s):

**Daus Yuliya Vladimirovna (RU),  
Yudaev Igor Viktorovich (RU),  
Kolesnikova Tatyana Petrovna (RU),  
Desyatnichenko Danil Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Kubanskij gosudarstvennyj  
agrar'nyj universitet imeni I.T. Trubilina" (RU)**

**(54) LABORATORY RESEARCH STAND FOR SIMULATING MICROGRID OPERATION BASED ON PHOTOVOLTAIC SYSTEMS OF DIFFERENT SPATIAL ORIENTATION AND ARRANGEMENT**

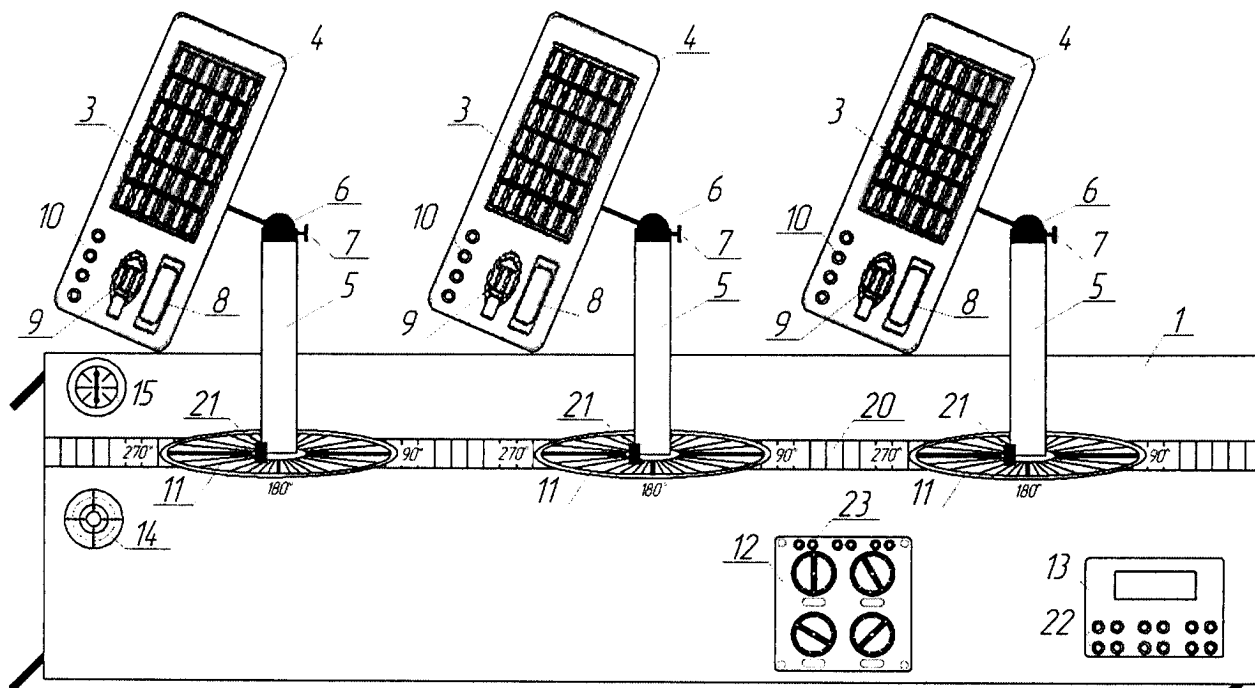
(57) Abstract:

FIELD: laboratory equipment.

SUBSTANCE: laboratory research stand for simulating operation of a microgrid based on photovoltaic systems of various spatial orientations and mutual arrangement contains a photovoltaic system consisting of a battery of solar cells installed on a movable platform located on a support with a rotary-tilt mechanism and equipped with an electronic inclinometer, a control solar cell, terminals designed to measure the intensity of incoming solar radiation on the receiving surface of the photovoltaic system; circular scale with the increment of 1° under the support for the

moving platform. A resistor bank, a control unit automatically measuring and recording voltage and current data, a spherical level, a magnetic compass, an ammeter, and a voltmeter connected in a circuit using wires are installed on the table. A guide is installed on the table on which photovoltaic systems are mounted with the ability to move in a horizontal plane. To form a microgrid, the control unit has terminals that provide switching between the photovoltaic systems and the resistor store.

EFFECT: enhancement of method functionality.  
2 cl, 3 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к исследовательским установкам, учебным пособиям и может быть использовано для проведения лабораторных исследований по курсам «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии», «Экология» и др.; для демонстрационных целей и изучения физических процессов преобразования солнечной энергии, параметров и характеристик солнечных элементов; для изучения влияния пространственной ориентации приемной поверхности солнечного элемента на количество утилизируемой солнечной энергии, влияния реальных атмосферных условий на его характеристики работы, для изучения влияния условий освещенности поверхности солнечного элемента на эффективность его функционирования, для изучения совместной работы солнечных элементов различной пространственной ориентации, схемы соединения и взаимного размещения.

Известен лабораторный стенд для изучения характеристик солнечных фотоэлектрических модулей [1]. Стенд содержит источник светового излучения на основе ламп накаливания, свет которого падает на поверхность оптически связанного с ним солнечного фотоэлектрического модуля, нагрузку для потребления электрической энергии, а также блок охлаждения солнечного фотоэлектрического модуля, выполненный в виде вентилятора.

Недостатком такого лабораторного стенда для изучения характеристик солнечных фотоэлектрических модулей является наличие в его составе только одного фотоэлектрического модуля и невозможность моделирования режима работы в составе фотоэлектрической системы, где существенное влияние на эффективность функционирования каждого модуля оказывает их взаимное размещение и схема соединения.

Известен лабораторно-исследовательский стенд для изучения характеристик солнечных элементов и батареи солнечных элементов [2]. Стенд содержит батарею солнечных элементов, источник света, закрепленный на подвижном штативе над солнечными элементами, люксметр, амперметр, вольтметр, демонстрационную нагрузку, которые соединены в электрическую цепь с помощью проводов, а также переменную нагрузку, в качестве которой используют два резистора, а для измерения темновой характеристики одного из солнечных элементов используют другие солнечные элементы, включенные по схеме.

Недостатком такого лабораторно-исследовательского стенда для изучения характеристик солнечных элементов и батареи солнечных элементов является отсутствие возможности моделирования различных условий освещенности (частичное, полное затенение) приемной поверхности элемента, что не дает возможности оценить его эффективность в реальных эксплуатационных условиях в полной мере.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является лабораторно-исследовательский стенд для изучения характеристик солнечных элементов различной пространственной ориентации [3]. Стенд содержит установленную на стол фотоэлектрическую систему, состоящую из батареи солнечных элементов, установленных на подвижной платформе, расположенной на опоре с поворотном-наклонным механизмом и оборудованной электронным угломером, контрольным солнечным элементом, входными и выходными клеммами, предназначенными для измерения интенсивности приходящей солнечной радиации на приемную поверхность фотоэлектрической системы; круговую шкалу с шагом градуировки в  $1^\circ$  под опорой для подвижной платформы, на столе также установлены магазин сопротивлений, блок управления, обеспечивающий автоматическую фиксацию и запись данных о напряжении и силе тока, сферический уровень, магнитный компас, амперметр, вольтметр,

соединенные в цепь с помощью проводов.

Указанный лабораторно-исследовательский стенд для изучения характеристик солнечных элементов различной пространственной ориентации имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что не дает возможности оценить эффективность функционирования солнечного элемента в составе фотоэлектрической системы, где результирующая эффективность системы может существенно снижаться за счет взаимного затенения батарей элементов и последовательного соединения батарей элементов, находящихся в различных условиях освещенности их приемных поверхностей, в составе микросети, где могут эксплуатироваться батареи солнечных элементов различной пространственной ориентации, находящиеся в различных условиях освещенности.

Техническим результатом является расширение функциональных возможностей.

Технический результат достигается тем, что лабораторно-исследовательский стенд для моделирования работы микросети на основе фотоэлектрических систем различной пространственной ориентации и взаимного размещения, содержащий установленную на стол фотоэлектрическую систему, состоящую из батареи солнечных элементов, установленных на подвижной платформе, расположенной на опоре с поворотным-наклонным механизмом и оборудованной электронным угломером, контрольным солнечным элементом, входными и выходными клеммами, предназначенными для измерения интенсивности приходящей солнечной радиации на приемную поверхность фотоэлектрической системы; круговую шкалу с шагом градуировки в 1° расположенной под опорой для подвижной платформы, на столе также установлены магазин сопротивлений, блок управления, обеспечивающий автоматическую фиксацию и запись данных о напряжении и силе тока, сферический уровень, магнитный компас, амперметр, вольтметр, соединенные в цепь с помощью проводов, согласно изобретению имеет дополнительные фотоэлектрические системы, при этом на столе установлена направляющая, на которой закреплены фотоэлектрические системы с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости, при этом для формирования микросети блок управления имеет входные и выходные клеммы, обеспечивающие коммутацию с помощью проводов между фотоэлектрическими системами и магазином сопротивлений, выполняющим функцию нагрузки.

Новизна предлагаемого изобретения заключается в том, что за счет конструктивных особенностей решается задача проведения измерений в полевых условиях при естественном солнечном излучении для изучения параметров и характеристик солнечных элементов, принципов варьирования пространственной ориентации солнечных элементов, принципов взаимного размещения батарей солнечных элементов, принципов применения различных схем соединения солнечных батарей, удешевление лабораторного стенда за счет исключения из схемы аккумуляторных батарей, наглядной демонстрации функционирования электрической цепи, содержащей солнечные элементы и нагрузку в реальных атмосферных условиях, функционирования микросети, в составе которой эксплуатируются модули различной пространственной ориентации, взаимного размещения, для различных схем их соединения. В результате использования предлагаемого изобретения появляется возможность изучения следующих характеристик солнечных элементов:

- проведение измерений всех видов характеристик кроме лабораторных условий, так же в полевых условиях при естественном солнечном излучении;
- снятие световой вольтамперной характеристики элемента автоматизировано на коротких интервалах времени в заданный период;

- снятие характеристики р-n перехода;
- снятие указанных характеристик при частичном или полном затенении элементов;
- снятие указанных характеристик при различной пространственной ориентации приемной поверхности солнечного элемента;

5       - вычисление параметров эквивалентной схемы замещения после снятия характеристик и анализ полученной эквивалентной схемы замещения, а также определение оптимального угла наклона солнечного элемента относительно горизонта и сторон света для различных временных периодов;

10       - вычисление интенсивности приходящей солнечной радиации на приемную поверхность стенда;

- определения выработки электрической энергии группой солнечных элементов различной пространственной ориентации;

- определения выработки электрической энергии группой солнечных элементов различной схемы соединения;

15       - определения выработки электрической энергии группой солнечных элементов, находящихся в различных условиях освещенности;

- определения выработки электрической энергии группой солнечных элементов различного пространственного размещения.

20       Лабораторно-исследовательский стенд выполнен на столе из ДСП (древесно-стружечной плиты) с облицовкой и окантовкой торцов.

На основании расположены:

- магазин сопротивлений, выполняющий функции нагрузки;

- соединительные провода для коммутации батареи солнечных элементов с нагрузкой и измерительными приборами;

25       - фотоэлектрические системы, каждая из которых состоит из батареи солнечных элементов, расположенных на подвижной платформе из ДСП, оснащенной угломером и контрольным солнечным элементом, закрепленной на металлическом штативе, наверху которого расположен поворотно-наклонный механизм, внизу - шкала с градуировкой  $1^\circ$ , опора передвигается по направляющей в горизонтальной плоскости

30       с возможностью фиксации в заданном положении с помощью фиксатора;

- блок управления для переключения схемы соединения фотоэлектрических систем, автоматической фиксации и записи данных о напряжении и силе тока, вольт-амперных характеристик модуля;

35       - направляющая с фиксаторами для перемещения опоры солнечных элементов в горизонтальной плоскости.

Заявляемое техническое решение поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлен общий вид лабораторного стенда; на фиг. 2 - схема электрическая принципиальная; на фиг. 3 - блок-схема лабораторного стенда.

40       Лабораторно-исследовательский стенд для моделирования работы микросети на основе фотоэлектрических систем различной пространственной ориентации и взаимного размещения, содержит установленную на стол 1 фотоэлектрическую систему 2, состоящую из батареи солнечных элементов 3, установленных на подвижной платформе 4, расположенной на опоре 5 с поворотно-наклонным механизмом 6 и фиксирующим рычагом 7 и оборудованной электронным угломером 8, контрольным солнечным

45       элементом 9, входными и выходными клеммами 10, предназначенными для измерения интенсивности приходящей солнечной радиации на приемную поверхность фотоэлектрической системы; круговую шкалу 11 с шагом градуировки в  $1^\circ$  расположенной под опорой 5 для подвижной платформы 4. На столе 1 также

установлены магазин сопротивлений 12, блок управления 13, обеспечивающий автоматическую фиксацию и запись данных о напряжении и силе тока, сферический уровень 14, магнитный компас 15, амперметр 16, вольтметр 17, соединенные в электрическую цепь с помощью соединительных проводов (не обозначены). Стенд имеет дополнительные фотоэлектрические системы 18 и 19, которые установлены на направляющей 20. Все фотоэлектрические системы 2, 18 и 19 расположены на направляющей 20 с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости и фиксации с помощью фиксатора 21. Для формирования микросети блок управления 13 имеет входные и выходные клеммы 22, обеспечивающие коммутацию с помощью соединительных проводов между клеммами 10 фотоэлектрических систем 2, 18 и 19 и клеммами 23 магазина сопротивлений 12, выполняющим функцию нагрузки.

Лабораторно-исследовательский стенд работает следующим образом. Стенд размещается на не затеняемой ограждающими конструкциями и насаждениями площадке, и фотоэлектрические системы 2, 18 и 19 освещаются естественным солнечным светом. Соединительные провода подключают к клеммам 10 фотоэлектрических систем 2, 18 и 19 клеммы 23 магазина сопротивлений 12 для моделирования микросети с различной нагрузкой, также соединительные провода подключают клеммы 10 фотоэлектрических систем 2, 18 и 19 к клеммам 22 блока управления 13, образуя электрическую цепь для снятия характеристик элементов. После фиксации исследуемых характеристик солнечных элементов происходит варьирование пространственной ориентации батареи солнечных элементов 3 с помощью поворотного-наклонного механизма 6 под контролем электронного угломера 8 и шкалы основания 11.

Варьирование взаимного размещения солнечных элементов, а также моделирование условий освещенности осуществляется путем перемещения по направляющей 20 опоры 5 подвижной платформы 4 для солнечных элементов 3 с последующей фиксацией в необходимом положении с помощью фиксатора 21. С помощью контрольного солнечного элемента 9 возможно получить значения характеристик приходящего на приемную поверхность стенда солнечного излучения. С помощью блока управления 13 и соединительных проводов производится переключение схемы соединения фотоэлектрических систем, а также съем и запись на карту памяти microSD данных по напряжению и силе тока батареи солнечных элементов в заданный интервал времени.

Преимуществом использования заявляемого решения является возможность моделировать расположение батарей солнечных элементов как на поверхности ограждающих конструкций с учетом их ориентации в пространстве, так и относительно друг друга, что позволяет исследовать влияние взаимного положения Солнца на небосводе и батарей солнечных элементов на параметры их режима функционирования. Также задействованный в конструкции стенда поворотный-наклонный механизм позволяет имитировать расположение батареи как на горизонтальной поверхности, так и вертикальной поверхности любой ориентации по сторонам света. Имеющийся в составе стенда контрольный элемент позволяет также фиксировать значения характеристик приходящего на приемную поверхность стенда солнечного излучения. Имеющаяся в составе направляющая позволяет перемещать относительно друг друга опоры солнечных элементов для моделирования различных условий освещенности их приемных поверхностей и анализа их влияния на результирующую эффективность группы солнечных элементов. Имеющийся в составе блок управления позволяет проводить исследование влияния схемы соединения на результирующую эффективность функционирования батарей солнечных элементов различной пространственной ориентации, находящихся в различных условиях освещенности. Кроме того, удобная

форма реализации стенда позволяет его транспортировать и максимально быстро и удобно разворачивать в любой географической точке, где необходимо провести экспериментальные исследования.

#### Источники информации

- 5 1. Патент Российской Федерации №91776 U1, 2010 г.  
2. Патент Российской Федерации №111314 U1, 2011 г.  
3. Патент Российской Федерации №208822 U1, 2021 г.

#### (57) Формула изобретения

10 Лабораторно-исследовательский стенд для моделирования работы микросети на основе фотоэлектрических систем различной пространственной ориентации и взаимного размещения, содержащий установленную на стол фотоэлектрическую систему, состоящую из батареи солнечных элементов, установленных на подвижной платформе, расположенной на опоре с поворотно-наклонным механизмом и оборудованной  
15 электронным угломером, контрольным солнечным элементом, входными и выходными клеммами, предназначенными для измерения интенсивности приходящей солнечной радиации на приемную поверхность фотоэлектрической системы; круговую шкалу с шагом градуировки в 1° под опорой для подвижной платформы, на столе также установлены магазин сопротивлений, блок управления, обеспечивающий  
20 автоматическую фиксацию и запись данных о напряжении и силе тока, сферический уровень, магнитный компас, амперметр, вольтметр, соединенные в цепь с помощью проводов отличающийся тем, что имеет дополнительные фотоэлектрические системы, при этом на столе установлена направляющая, на которой закреплены  
фотоэлектрические системы с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости,  
25 при этом для формирования микросети блок управления имеет входные и выходные клеммы, обеспечивающие коммутацию между фотоэлектрическими системами и магазином сопротивлений, выполняющим функцию нагрузки.

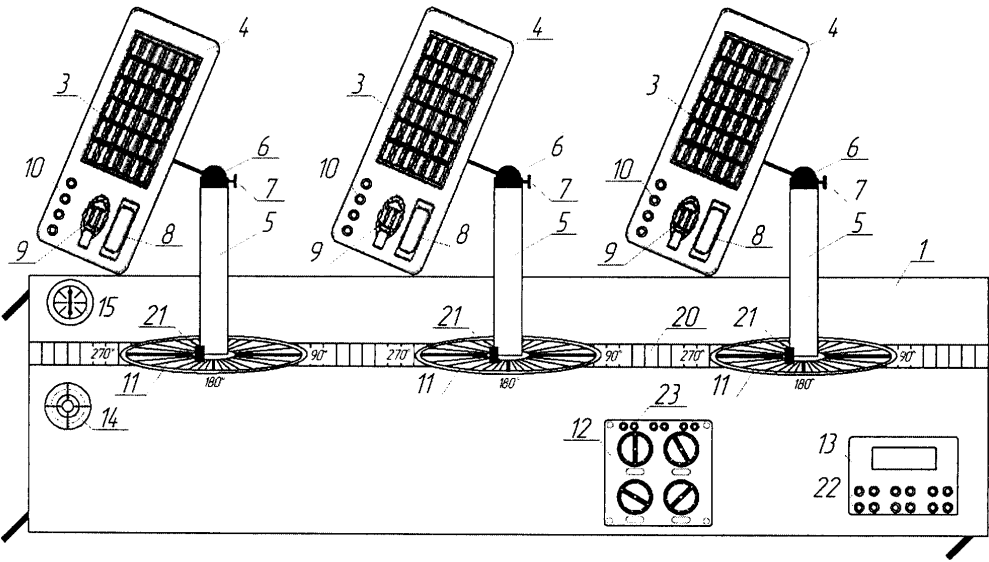
30

35

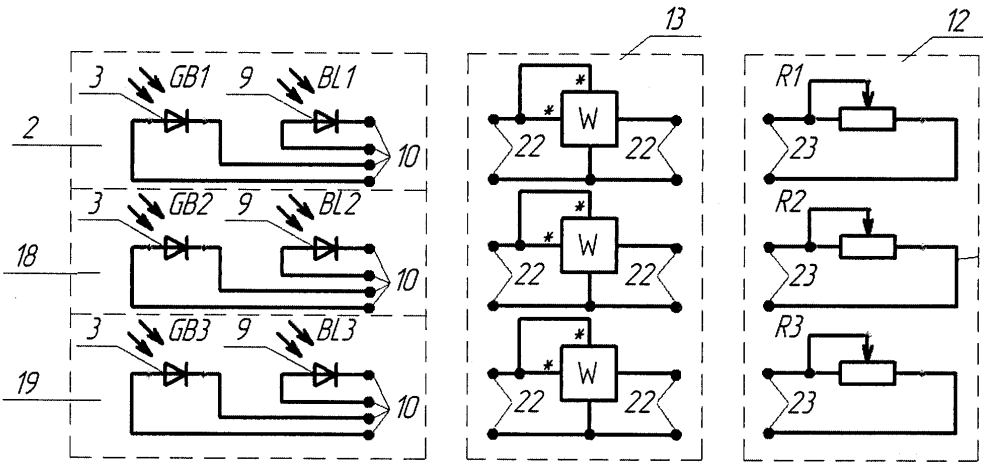
40

45

1

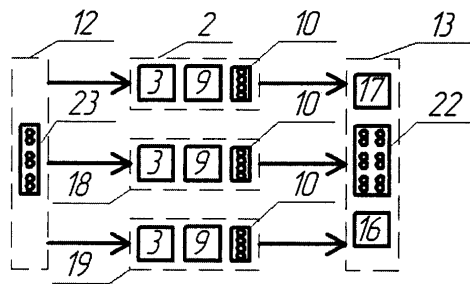


Фиг.1



Фиг.2

2



Фиг.3