

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013144329/11, 02.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
02.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.10.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2015 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 27.08.2015 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2111155 C1, 20.05.1998; . SU 977078 A2 , 30.11.1982; . RU 2128134 C1, 27.03.1999; . RU 2391264 C1, 10.06.2010. RU 2461497 C1, 20.09.2012; . WO 2003019559 A1, 06.03.2003; . US 20110020779 A1, 27.01.2011; . US 20120099218 A1, 26.04.2012

Адрес для переписки:

662972, Красноярский край, г. Железногорск,  
ул. Ленина, 52, АО "ИСС", Морозову Е.А.

(72) Автор(ы):

Кожедей Валерий Петрович (RU),  
Рябушкин Станислав Анатольевич (RU),  
Калита Виктор Михайлович (RU),  
Дымов Дмитрий Валерьевич (RU),  
Федоров Николай Федорович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Информационные спутниковые системы" имени академика М.Ф. Решетнёва" (RU)

C2  
3  
6  
9  
1  
6  
6  
1  
2  
5  
UR  
U  
2  
5  
6  
1  
6  
6  
3C  
2

## (54) УСТРОЙСТВО ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОНТАКТНЫХ ДАТЧИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ БАТАРЕИ СОЛНЕЧНОЙ

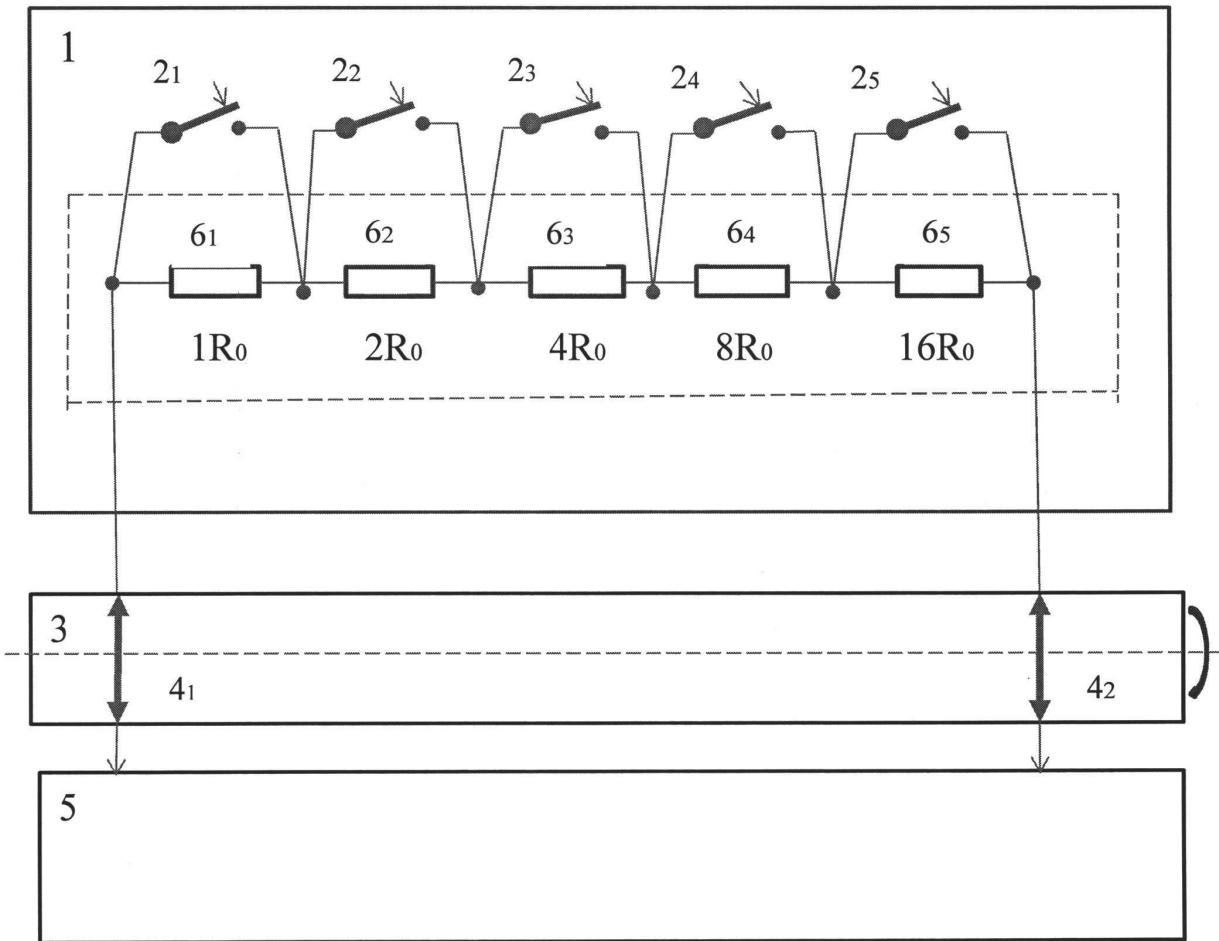
(57) Реферат:

Изобретение относится к системам контроля работы механических узлов солнечной батареи (СБ) космического аппарата (КА) в условиях эксплуатации. Устройство содержит цепочку из N (напр., N=5) последовательно соединенных контактных датчиков (КД) (2<sub>1</sub>, ..., 2<sub>5</sub>), к которым параллельно подключены резисторы (6<sub>1</sub>, ..., 6<sub>5</sub>) номинальным сопротивлением 1\*R<sub>0</sub>, 2\*R<sub>0</sub>, ..., 2<sup>N-1</sup>\*R<sub>0</sub>. Крайние выводы цепочки через токосъемные кольца (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>) привода (3) СБ подключены к измерительным входам аналогового канала (5) для измерения сопротивления датчиков аппаратуры. В транспортном положении КА все КД разомкнуты, и на входах канала (5) фиксируется

сопротивление, напр., 310 Ом. При раскрытии СБ и срабатывании любого из КД на замыкание или размыкание на измерительном входе канала (5) появится результирующее значение сопротивления: R(t)=1\*R<sub>0</sub>\*S<sub>1</sub>+2\*R<sub>0</sub>\*S<sub>2</sub>+4\*R<sub>0</sub>\*S<sub>4</sub>+8\*R<sub>0</sub>\*S<sub>4</sub>+16\*R<sub>0</sub>\*S<sub>5</sub>, где S<sub>1</sub>, ..., S<sub>5</sub> - цифровой код 0 или 1, соответствующий состоянию «замкнут» или «разомкнут» каждого из КД. Декодирование состояния любого из КД производится автоматически наземными средствами обработки телеметрической информации. Техническим результатом изобретения является снижение габаритов и массы привода СБ и бортовых кабелей без уменьшения количества контролируемых датчиков. 1 табл., 5 ил.

R U 2 5 6 1 6 6 3 C 2

R U 2 5 6 1 6 6 3 C 2



ФИГ. 1

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013144329/11, 02.10.2013

(24) Effective date for property rights:  
02.10.2013

Priority:

(22) Date of filing: 02.10.2013

(43) Application published: 10.04.2015 Bull. № 10

(45) Date of publication: 27.08.2015 Bull. № 24

Mail address:

662972, Krasnojarskij kraj, g. Zheleznogorsk, ul.  
Lenina, 52, AO "ISS", Morozovu E.A.

(72) Inventor(s):

Kozhedej Valerij Petrovich (RU),  
Rjabushkin Stanislav Anatol'evich (RU),  
Kalita Viktor Mikhajlovich (RU),  
Dymov Dmitrij Valer'evich (RU),  
Fedorov Nikolaj Fedorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Aktionernoje obshchestvo "Informatsionnye  
sputnikovye sistemy" imeni akademika M.F.  
Reshetneva" (RU)C2  
C3  
C6  
C1  
C6  
C2  
RUR  
U  
2  
5  
6  
1  
6  
6  
3  
C  
2

## (54) DEVICE OF TELEMETRY CONTROL OF CONTACT SENSORS OF MECHANICAL DEVICES OF SOLAR BATTERY

(57) Abstract:

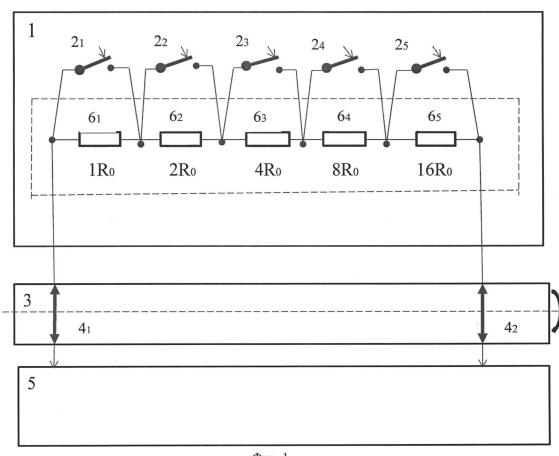
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to systems for control of operation of mechanical units of a solar battery (SB) of a spacecraft (SC) under conditions of operation. The device comprises a chain from N (for example, N = 5) serially connected contact sensors (CS) (2<sub>1</sub>, ..., 2<sub>5</sub>), to which resistors are connected in parallel (6<sub>1</sub>, ..., 6<sub>5</sub>) with nominal resistance 1\*R<sub>0</sub>, 2\*R<sub>0</sub>, ..., 2<sup>N-1</sup>\*R<sub>0</sub>. Extreme outlets of the chain via collector rings (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>) of the SB drive (3) are connected to metering inlets of an analogue channel (5) for measurement of equipment sensor resistance. In the transport position of the SC all CS are opened, and resistance is registered at inlets of the channel (5), for example, 310 Ohm. As SB opens and any CS actuates for closing or opening, at the metering inlet of the channel (5) the resulting resistance value will appear: R(t) = 1\*R<sub>0</sub>\*S<sub>1</sub>+2\*R<sub>0</sub>\*S<sub>2</sub>+4\*R<sub>0</sub>\*S<sub>4</sub>+8\*R<sub>0</sub>\*S<sub>4</sub>+16\*R<sub>0</sub>\*S<sub>5</sub>, where S<sub>1</sub>, ..., S<sub>5</sub> - digital code 0 or 1, corresponding to the "closed" or

"opened" condition of each CS. Decoding of the condition of any CS is carried out automatically by surface means of telemetering information processing.

EFFECT: reduced dimensions and mass of SB drive and on-board cables without reduction of quantity of monitored sensors.

1 tbl, 5 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к электроизмерительной технике, а именно к системам телеметрического контроля контактных датчиков механических устройств батареи солнечной (МУБС) космических аппаратов связи, навигации и др., использующих в качестве первичных источников энергии солнечные батареи с раскрывающимися 5 элементами конструкции МУБС, а в качестве устройства поворота батареи солнечной - электромеханический привод батареи солнечной (ПБС).

Известно устройство телеметрического контроля контактных датчиков МУБС (1) с параллельной структурой, содержащее шесть контактных датчиков ( $2_1, \dots, 2_6$ ), ПБС (3), включающий токосъемные кольца ( $4_1, \dots, 4_8$ ) и бортовую аппаратуру (5) 10 телесигнализации (БАТС).

В данном устройстве телеметрического контроля обеспечивается поразрядный контроль срабатывания каждого контактного датчика  $2_1, \dots, 2_6$  цифровом виде.

Достоинством такого устройства является достаточно высокая надежность. Однако 15 такое устройство имеет и ряд существенных недостатков.

Во-первых, токосъемные кольца  $4_1, \dots, 4_8$  должны обеспечивать передачу сигналов от каждого из контактных датчиков  $2_1, \dots, 2_6$  совместно с общим резервированным проводом Ос сигнальных датчиков, т.е. содержать восемь токосъемных колец, что требует создания энергоемких, громоздких и тяжеловесных устройств ПБС.

Во-вторых, необходимость использования восьми проводов для передачи сигналов от каждого из контролируемых контактных датчиков не дает возможность снизить массу бортовых кабелей устройства телеметрического контроля, включая кабели, расположенные на МУБС.

Данное устройство телеметрического контроля является наиболее близким 25 (прототипом) к предлагаемому устройству по технической сущности.

В таком устройстве реализован индивидуальный поразрядный цифровой контроль аппаратурой БАТС 5 состояния каждого контактного датчика  $2_1, \dots, 2_6$  из состава МУБС.

Известное устройство телеметрического контроля контактных датчиков МУБС 30 нашло широкое применение на КА «SESAT», «AMOS-5», «ЯМАЛ-300К» и др. при эксплуатации в космических условиях с колебаниями температур в очень широком диапазоне от минус 150°C в тени Земли и до 80°C сразу после выхода из тени при работе на освещенных участках орбиты. По мере ужесточения традиционных технических требований к бортовым системам (уменьшение массы бортовой кабельной сети 35 телесигнализации, улучшение энергетических и массогабаритных характеристик бортовых приборов ПБС) стали проявляться слабости и недостатки таких устройств.

Устройство телеметрического контроля контактных датчиков МУБС, выполненное по структурной схеме прототипа, имеет неудовлетворительные массогабаритные характеристики, так как масса и габаритные размеры прибора ПБС прямо 40 пропорциональны количеству используемых токосъемных колец  $4_1, \dots, 4_8$ . Кроме того, для обеспечения связи контактных датчиков  $2_1, \dots, 2_6$  с измерительными входами аппаратуры БАТС также требуется не менее восьми проводов.

Задачей изобретения является снижение массогабаритных характеристик устройства.

Поставленная задача достигается введением в устройство телеметрического контроля цепочки из N последовательно соединенных резисторов номинальным сопротивлением  $1*R_0, 2*R_0, \dots, 2^{N-1}*R_0$ , к каждому из которых параллельно подключен соответствующий контактный датчик, причем крайние выводы цепочки через токосъемные кольца  $4_1-4_2$

привода батареи солнечной подключены к измерительным входам БАТС.

На фиг.1 приведено предлагаемое устройство телеметрического контроля контактных датчиков МУБС.

Оно имеет цепочку из N последовательно соединенных контактных датчиков  $2_1, \dots,$

<sup>5</sup>  $2_N$ , к каждому из которых параллельно подключен резистор номинальным

сопротивлением  $1*R_0, 2*R_0, \dots, 2^{N-1}*R_0$ . Крайние выводы цепочки через токосъемные кольца  $4_1-4_2$  подключены к информационным входам аналогового канала для измерения сопротивления датчиков аппаратуры БАТС 5.

<sup>10</sup> Принцип действия устройства телеметрического контроля проиллюстрирован на фиг.2.

На фиг.2 приведены характеристики для декодирования уровня аналогового телеметрического канала измерения сопротивления датчиков (аналогично, как для термометров сопротивления) в случае использования пяти контактных датчиков  $2_1, \dots, 2_5$  ( $N=5$ ) при шкале измерения  $\Delta R_{шк}$  в диапазоне 0-300 Ом одной из модификаций <sup>15</sup> аппаратуры БАТС ТА932МД-233РМ ЦВИЯ.468213.119.

Устройство телеметрического контроля функционирует следующим образом.

В исходном транспортировочном состоянии космического аппарата на МУБС все <sup>20</sup> контактные датчики  $2_1, \dots, 2_5$  разомкнуты, на информационных входах измерителя сопротивления фиксируется сопротивление 310 Ом (103.33%, 6,51 В или 252 дв.ед.).

При раскрытии МУБС и срабатывании в момент времени  $t$  любого из контактных датчиков  $2_1, \dots, 2_5$  на замыкание (или размыкание) на измерительном входе БАТС получим соответствующее результирующее значение сопротивления:

$$\text{25 } R(t)=1*R_0*S_1+2*R_0*S_2+4*R_0*S_4+8*R_0*S_4+16*R_0*S_5,$$

где  $S_1, \dots, S_5$  - цифровой код 0 или 1, соответствующий состоянию «Замкнут» или «Разомкнут» контактного датчика  $2_1, \dots, 2_5$ ;

$R_0$  - сопротивление резистора 61, соответствующее единице веса младшего разряда.

<sup>30</sup> Величина сопротивления  $R_0$  выбирается исходя из погрешности измерения аппаратуры БАТС 5 на выбранной шкале измерения  $\Delta R_{шк}$  с учетом погрешности от влияния сопротивления кабельной линии связи. Погрешность от влияния сопротивления кабельной линии связи может быть полностью устранена переходом на четырехпроводную схему измерения сопротивления.

<sup>35</sup> Декодирование состояния любого из контактных датчиков  $2_1, \dots, 2_5$  производится автоматически наземными средствами обработки и регистрации телеметрической информации в соответствии с данными табл.1.

На фиг.3 и фиг.4 приведены варианты реализации предложенного устройства телеметрического контроля при использовании разных вариантов четырехпроводных <sup>40</sup> схем автоматической компенсации влияния сопротивления кабельной линии связи на точность измерения сопротивления. На фиг.3 и фиг.4 в составе аппаратуры БАТС используется генератор стабильного тока  $5_1$  и измеритель  $5_2$ . На фиг.5 показан вариант конструктивного исполнения устройства телеметрического контроля, в котором цепочка из резисторов  $6_1-6_5$  введена в состав ПБС.

Таким образом, в предложенном устройстве уменьшается количество используемых токосъемных колец до двух или четырех (в зависимости от варианта исполнения схемы автоматической компенсации влияния сопротивления кабельной линии связи на точность

измерения), сокращается количество используемых проводов бортовой кабельной сети, что позволяет снизить габариты и массу устройства телеметрического контроля.

**Формула изобретения**

Устройство телеметрического контроля контактных датчиков механических устройств батареи солнечной, содержащее N контактных датчиков, токосъемные кольца привода батареи солнечной, подключенные к измерительным входам аппаратуры телесигнализации, отличающееся тем, что в него введена цепочка из N последовательно соединенных резисторов номинальным сопротивлением  $1*R_0, 2*R_0, \dots, 2^{N-1}*R_0$ , к каждому из которых параллельно подключен соответствующий контактный датчик, а крайние выводы цепочки через токосъемные кольца привода батареи солнечной подключены к измерительным входам аппаратуры телесигнализации.

15

20

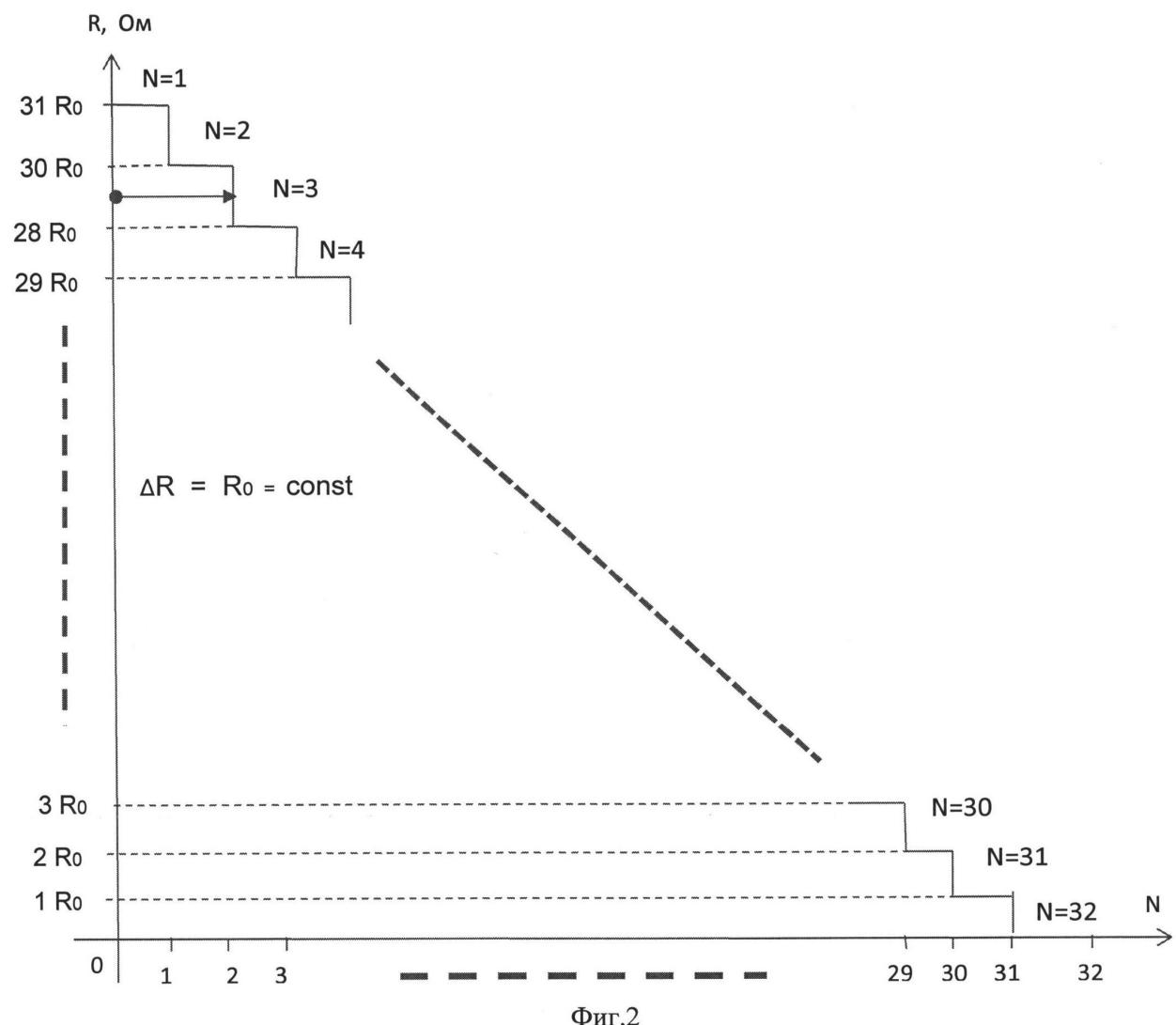
25

30

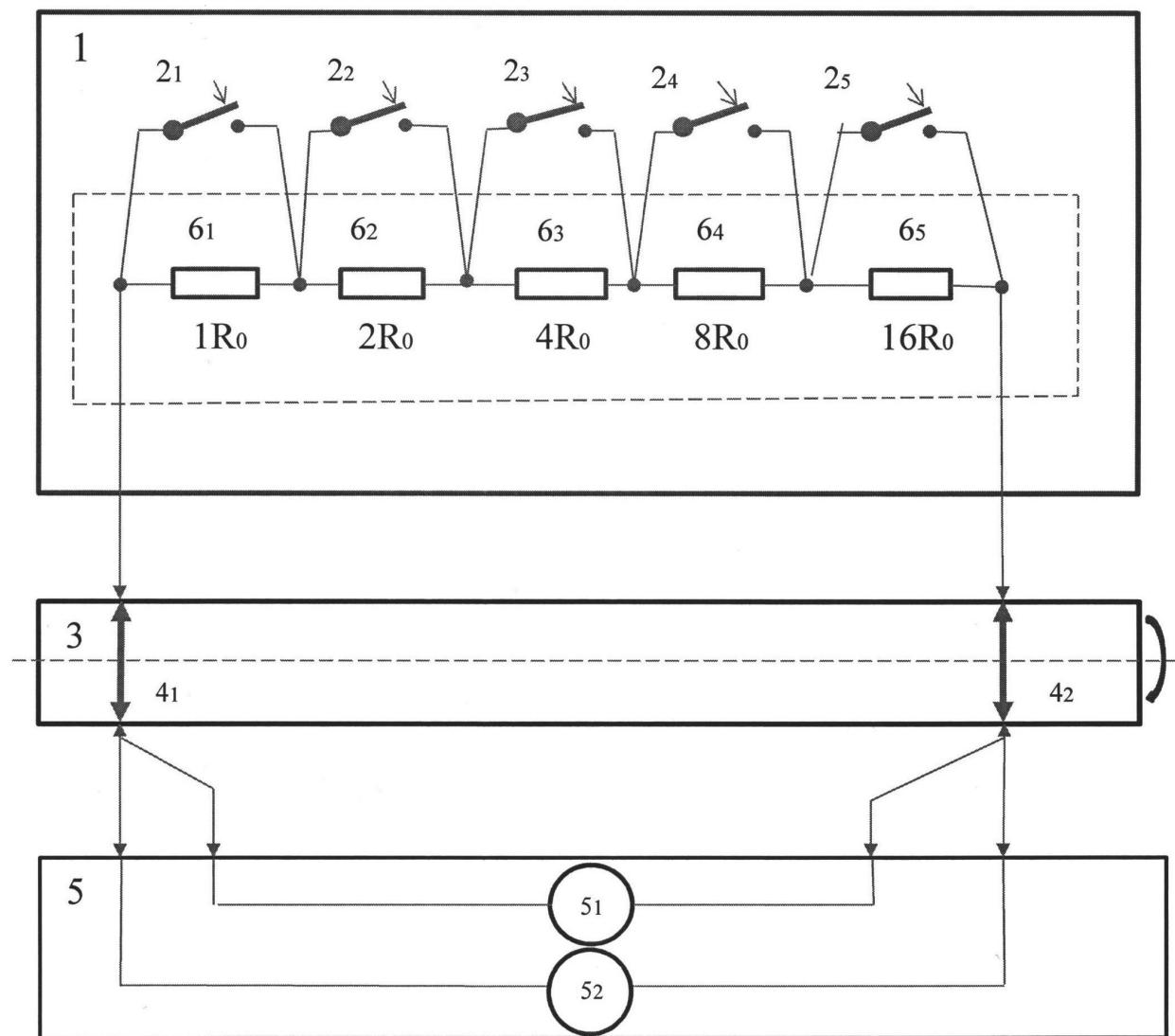
35

40

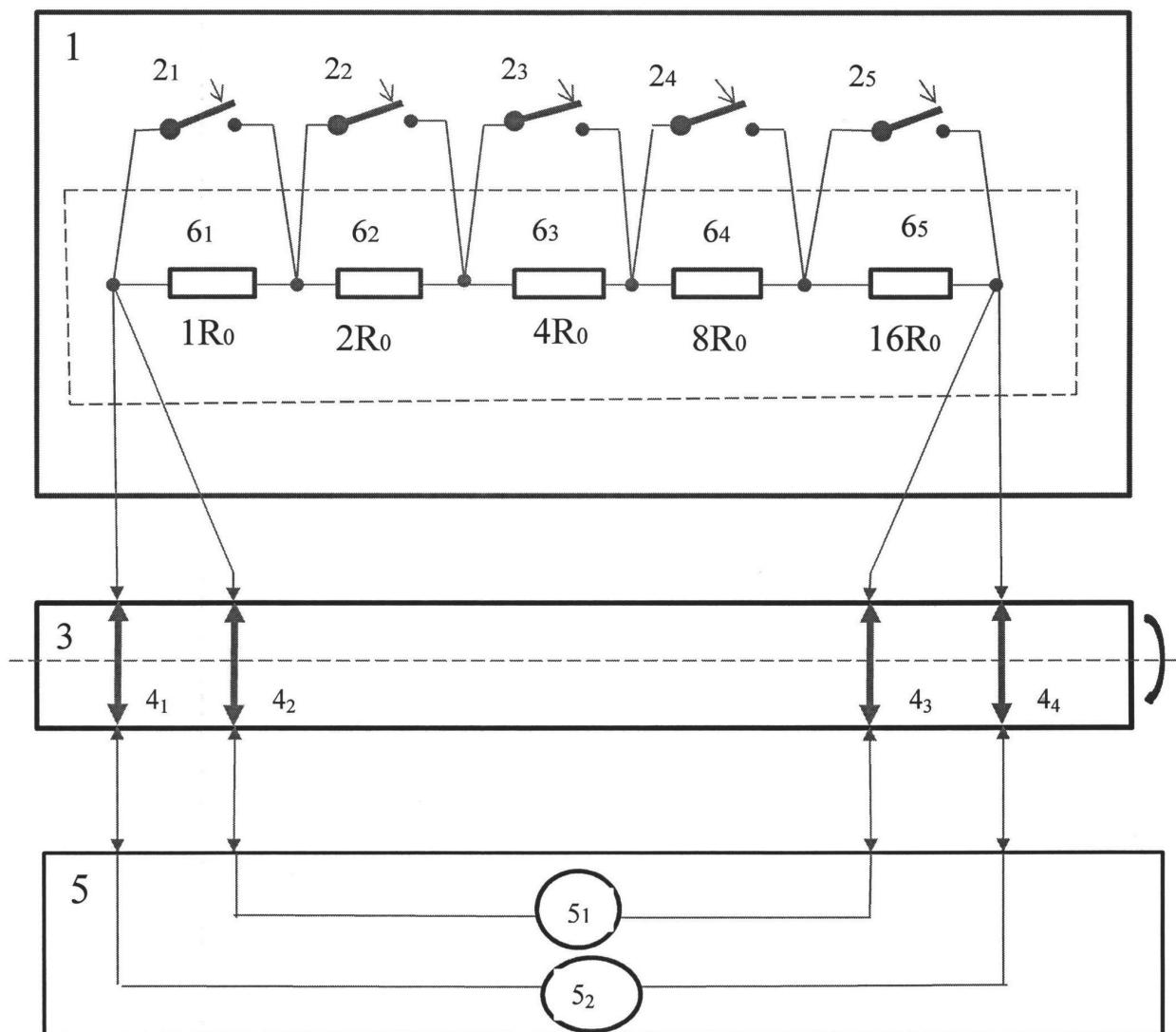
45



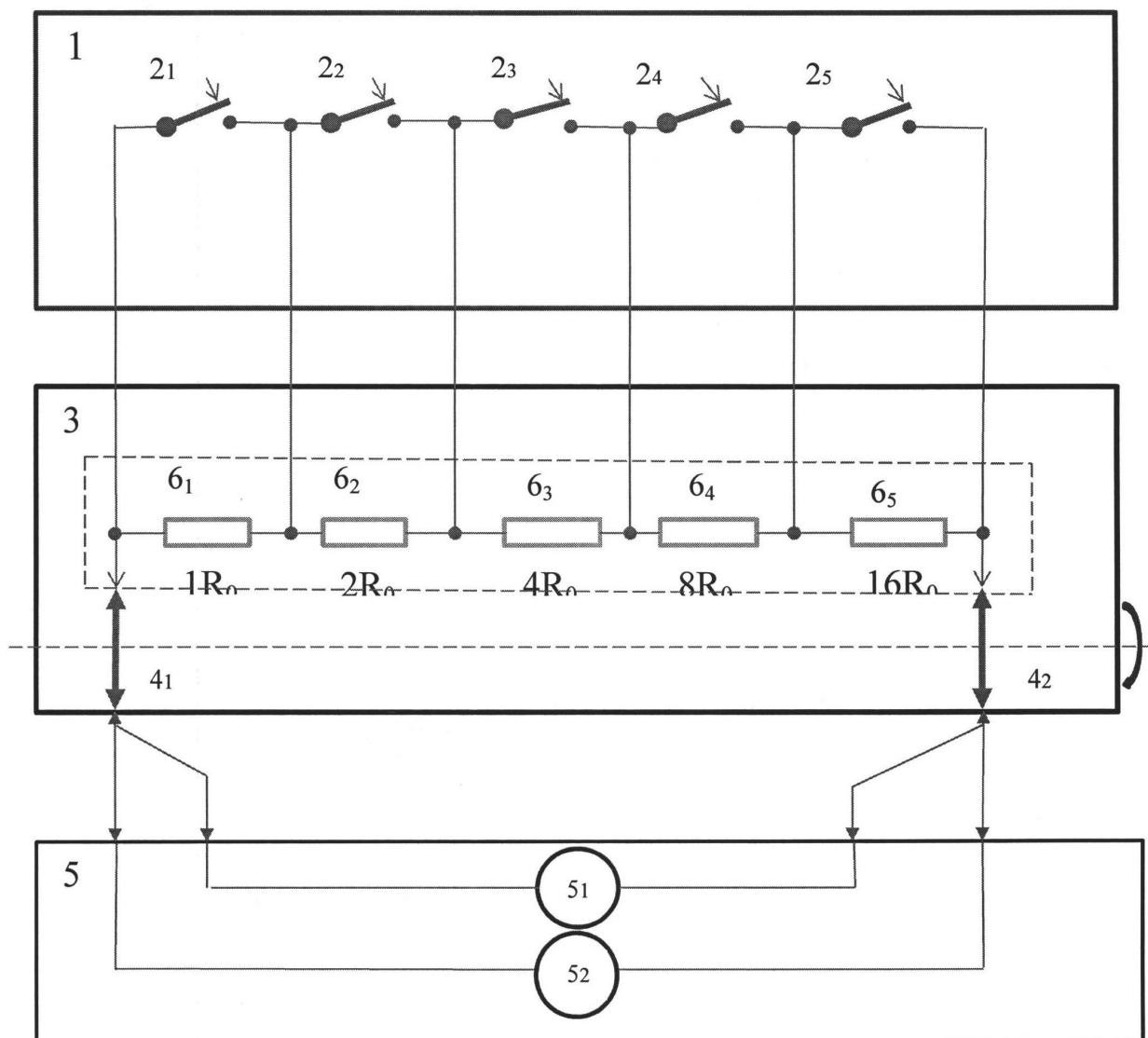
Фиг.2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Табл. 1

Номер состояния N	Состояние контактных датчиков					Результаты регистрации (при $R_0 = 10 \text{ Ом}$ , $\Delta R_{\text{ШК}} = 300 \text{ Ом}$ )			
	$16R_0$	$8R_0$	$4R_0$	$2R_0$	$1R_0$	Сопротивление, Ом	Проценты, %	Напряжение, Вольт	Десятичный код, дв.ед.
1	Раз	Раз	Раз	Раз	Раз	310	103.33	6.51	252
2	Раз	Раз	Раз	Раз	Зам	300	100.00	6.30	244
3	Раз	Раз	Раз	Зам	Раз	290	96.67	6.09	236
4	Раз	Раз	Раз	Зам	Зам	280	93.33	5.88	229
5	Раз	Раз	Зам	Раз	Раз	270	90.00	5.67	221
6	Раз	Раз	Зам	Раз	Зам	260	86.67	5.46	213
7	Раз	Раз	Зам	Зам	Раз	250	83.33	5.25	205
8	Раз	Раз	Зам	Зам	Зам	240	80.00	5.04	198
9	Раз	Зам	Раз	Раз	Раз	230	76.67	4.83	190
10	Раз	Зам	Раз	Раз	Зам	220	73.33	4.62	182
11	Раз	Зам	Раз	Зам	Раз	210	70.00	4.41	174
12	Раз	Зам	Раз	Зам	Зам	200	66.67	4.20	167
13	Раз	Зам	Зам	Раз	Раз	190	63.33	3.99	159
14	Раз	Зам	Зам	Раз	Зам	180	60.00	3.78	151
15	Раз	Зам	Зам	Зам	Раз	170	56.67	3.57	143
16	Раз	Зам	Зам	зам	Зам	160	53.33	3.36	136
17	Зам	Раз	Раз	Раз	Раз	150	50.00	3.15	128
18	Зам	Раз	Раз	Раз	Зам	140	46.67	2.94	120
19	Зам	Раз	Раз	Зам	Раз	130	43.33	2.73	113
20	Зам	Раз	Раз	Зам	Зам	120	40.00	2.52	105
21	Зам	Раз	Зам	Раз	Раз	110	36.67	2.31	97
22	Зам	Раз	Зам	Раз	Зам	100	33.33	2.10	89
23	Зам	Раз	Зам	Зам	Раз	90	30.00	1.89	82
24	Зам	Раз	Зам	Зам	Зам	80	26.67	1.68	74
25	Зам	Зам	Раз	Раз	Раз	70	23.33	1.47	66
26	Зам	Зам	Раз	Раз	Зам	60	20.00	1.26	58
27	Зам	Зам	Раз	Зам	Раз	50	16.67	1.05	51
28	Зам	Зам	Раз	Зам	Зам	40	13.33	0.84	43
29	Зам	Зам	Зам	Раз	Раз	30	10.00	0.63	35
30	Зам	Зам	Зам	Раз	Зам	20	6.67	0.42	27
31	Зам	Зам	Зам	Зам	Раз	10	3.33	0.21	20
32	Зам	Зам	Зам	Зам	Зам	0	0.00	0.00	12