



(51) МПК
H04B 15/02 (2006.01)
H03H 3/00 (2006.01)
H05K 3/36 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015137532, 02.09.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 02.09.2015

Дата регистрации:
 23.03.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.09.2015

(43) Дата публикации заявки: 06.03.2017 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 23.03.2017 Бюл. № 9

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
 патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Газизов Тальгат Рашитович (RU),
 Орлов Павел Евгеньевич (RU),
 Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),
 Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна
 (RU),
 Заболоцкий Александр Михайлович (RU),
 Куксенко Сергей Петрович (RU),
 Буичкин Евгений Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования "Томский
 государственный университет систем
 управления и радиоэлектроники" (ТУСУР)
 (RU)

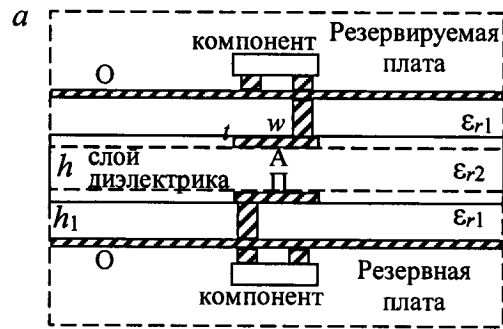
(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2431912 C1, 20.10.2011. RU
 2556438 C1, 10.07.2015. RU 79213 U1,
 20.12.2008. US 5289044 A, 22.02.1994. US 2005/
 0156615 A1, 21.07.2005.

(54) СПОСОБ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно к способам их компоновки. Технический результат - уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Достигается тем, что в способе компоновки печатных плат, включающем взаимное расположение резервируемой и резервной плат, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с

относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на противоположных склеиваемым сторонах резервируемой и резервной печатных плат. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат. 5 ил.



Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а).

Фиг. 1

RU 2614156 C2

RU 2614156 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H04B 15/02 (2006.01)
H03H 3/00 (2006.01)
H05K 3/36 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015137532, 02.09.2015**

(24) Effective date for property rights:
02.09.2015

Registration date:
23.03.2017

Priority:

(22) Date of filing: **02.09.2015**

(43) Application published: **06.03.2017** Bull. № 7

(45) Date of publication: **23.03.2017** Bull. № 9

Mail address:

634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Gazizov Talgat Rashitovich (RU),
Orlov Pavel Evgenevich (RU),
Sharafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),
Kuznetsova-Tadzhibaeva Olga Mikhajlovna (RU),
Zabolotskij Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Kuksenko Sergej Petrovich (RU),
Buichkin Evgenij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravleniya i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)

(54) **PRINTED CIRCUIT BOARDS WITH RESERVE CIRCUITS ARRANGEMENT METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: printing industry.

SUBSTANCE: in the printed circuit boards arrangement method, comprising a mutual arrangement of redundant and backup boards, redundant and backup boards arrangement and trace, the reference conductor is in the form of separate layers on the redundant and backup boards; the redundant and backup boards are glued with a dielectric layer having a relative dielectric capacity higher than that of the dielectric substrates of the redundant and backup boards; corresponding to each other routes of the redundant and backup circuits are

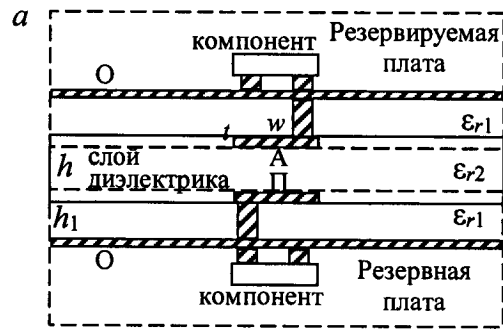
arranged parallel to and under each other in the gluing dielectric layer; redundant and backup radio-electronic components are placed on the opposite glued sides of the redundant and backup printed circuit boards. In case of failure of a redundant circuit, the same technical result will be achieved in the backup circuit.

EFFECT: reduction of redundant circuit sensitivity to external conductive emissions and reduction of the conducted emissions level from the redundant circuit.

5 dwg

RU 2 614 156 C 2

RU 2 614 156 C 2



Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а).

Фиг. 1

RU 2614156 C2

RU 2614156 C2

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно к способам их компоновки.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип способ компоновки с резервированием, когда резервируемая схема размещается на одной печатной плате (резервируемой), а резервирующая - на другой (резервной), причем платы располагаются произвольно относительно друг друга [Комнатное М.Е., Газизов Т.Р., Дементьев А.С. Эффективность экранирования унифицированных электронных модулей. Известия вузов. Физика - 2012, - Том 55. №7/2. С. 89-92].

Недостатком этого способа является отсутствие полезных взаимных влияний, в частности за счет электромагнитных связей между резервируемым и резервным проводниками резервируемой и резервной цепей во время работы одной из них.

Предлагается способ компоновки печатных плат, включающий взаимное расположение резервируемой и резервной плат, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат. Способ отличается тем, что опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на противоположных склеиваемых сторонах резервируемой и резервной печатных плат.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.

Технический результат достигается за счет того, что помеховый импульс, длительность которого меньше разности задержек четной и нечетной мод в структуре связанной линии, образованной парой проводников резервируемой и резервной цепей и опорными проводниками, выполненными в виде плоскости, подвергается разложению на импульсы меньшей амплитуды, а помеха на заданной частоте может значительно ослабляться за счет резонансов.

Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В и длительностями фронтов и плоской вершины по 100 пс в структуре связанных линий длиной 1 м (фиг. 1). Геометрические параметры проводников структуры: $w=300$ мкм, $t=65$ мкм. Толщина слоя диэлектрика $h=510$ мкм, толщина подложки $h_1=200$ мкм, относительная диэлектрическая проницаемость слоя диэлектрика $\epsilon_{r2}=29$, относительная диэлектрическая проницаемость подложки плат $\epsilon_{r1}=5$. Разность значений относительного диэлектрического заполнения подложек плат и слоя диэлектрика влияет на разность погонных задержек нечетной и четной мод структуры ($\Delta\tau$), которая для данной структуры составляет 6,5 нс/м (фиг. 2). Номинал всех резисторов выбран равным среднему геометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод связанной линии.

Импульсная помеха подавалась между резервируемой трассой (активный проводник) и опорным проводником, функцию резервной трассы выполняет пассивный проводник. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и дальнем концах резервируемой трассы (точки V2 и V4 на фиг. 1б) показывают два импульса разложения с амплитудами 0,4 В (фиг. 3), что в 2,5 раза меньше уровня

импульсной помехи (1 В) в начале линии. Разложение импульсной помехи на два импульса меньшей амплитуды (и, как следствие, уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек четной и нечетной мод в структуры, образованной данным способом компоновки печатных плат. В случае подачи импульсной помехи между пассивным и опорным проводниками на дальнем конце активного проводника будет наблюдаться аналогичный временной отклик. Сравнение частотных откликов (фиг. 4) одиночной и связанной линий показывает наличие резонансных частот (спектральных составляющих с нулевой амплитудой), что позволяет значительное ослабление спектральных составляющих вблизи этих частот.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ компоновки позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых кондуктивных эмиссий резервируемой цепью.

15

(57) Формула изобретения

Способ компоновки печатных плат, включающий взаимное расположение резервируемой и резервной плат, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, отличающийся тем, что опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на противоположных склеиваемым сторонах резервируемой и резервной печатных плат.

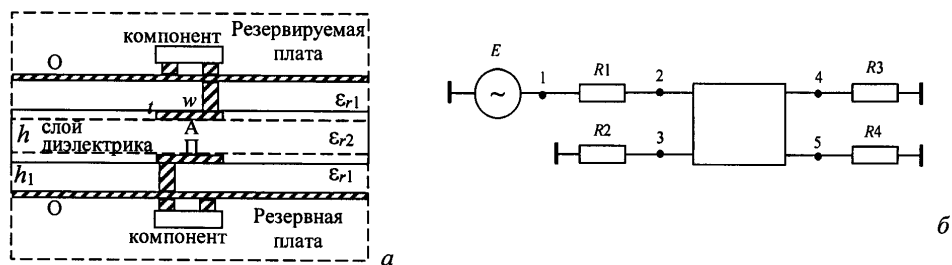
30

35

40

45

СПОСОБ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

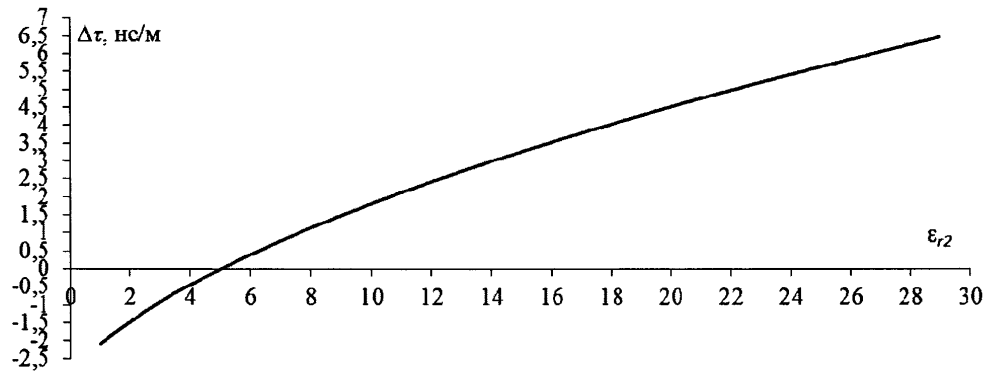


Фиг. 1.

Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а).

Принципиальная схема (б)

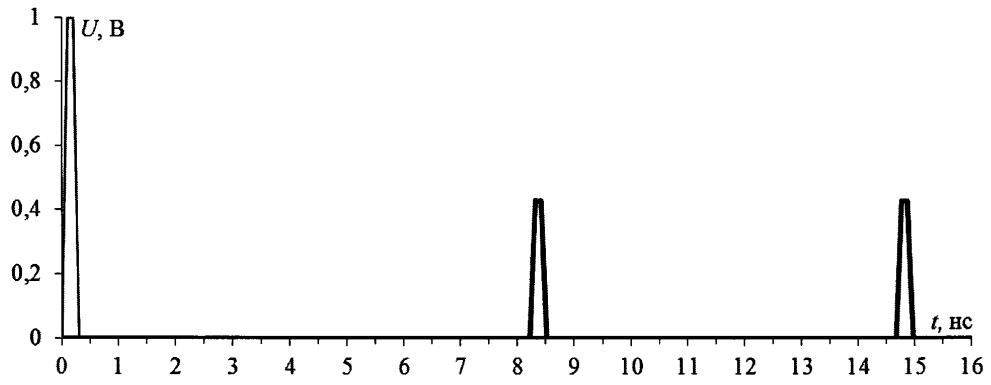
**СПОСОБ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 2.

Зависимость разности погонных задержек четной и нечетной мод от относительной диэлектрической проницаемости слоя диэлектрика

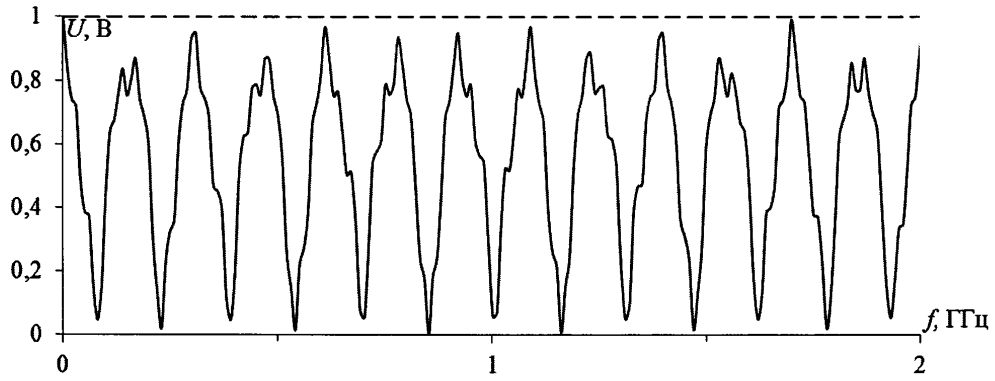
**СПОСОБ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 3.

Сигнал в начале (—) и конце (—) активного проводника структуры

**СПОСОБ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 4.

Частотные отклики на гармоническое воздействие для одиночной линии (---)
и рассматриваемой структуры (—)



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015129263/07, 16.07.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.07.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.07.2015

(45) Опубликовано: 10.12.2016 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU2556438 C1, 10.07.2015. RU2006990
C1, 30.01.1994. RU71477 U1, 10.03.2008.
RU2026611 C1, 09.01.1995. .

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Газизов Тальгат Рашитович (RU),
Орлов Павел Евгеньевич (RU),
Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),
Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна
(RU),
Заболоцкий Александр Михайлович (RU),
Куксенко Сергей Петрович (RU),
Буичкин Евгений Николаевич (RU)

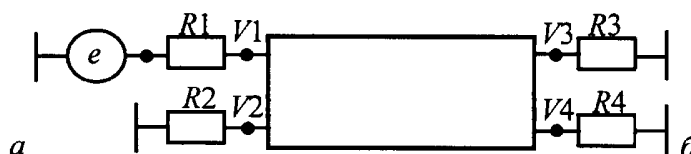
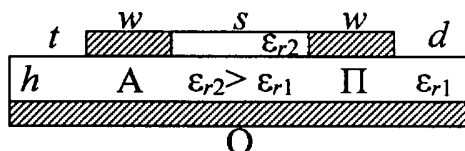
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Томский
государственный университет систем
управления и радиотехники" (ТУСУР)
(RU)(54) СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ
ДИЭЛЕКТРИКОМ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно - к способам их трассировки. Технический результат состоит в уменьшении восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Для этого способ трассировки печатных проводников с дополнительным диэлектриком для цепей с резервированием включает трассировку резервируемых и резервных проводников с опорным проводником в виде отдельного слоя,

при этом резервируемая и резервная цепи имеют один опорный проводник, резервируемые и резервные проводники одноименных цепей прокладываются парами, параллельно друг другу, на одном слое, с минимально технологически допустимым зазором между резервируемым и резервным проводниками, вдоль которых этот зазор заполняется материалом с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у материала подложки печатной платы. 4 ил.



Поперечное сечение структуры связанных линий, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015129263/07, 16.07.2015
 (24) Effective date for property rights:
16.07.2015
 Priority:
 (22) Date of filing: 16.07.2015
 (45) Date of publication: 10.12.2016 Bull. № 34
 Mail address:
 634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel

(72) Inventor(s):
 Gazizov Talgat Rashitovich (RU),
 Orlov Pavel Evgenevich (RU),
 SHarafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),
 Kuznetsova-Tadzhibaeva Olga Mikhajlovna (RU),
 Zabolotskij Aleksandr Mikhajlovich (RU),
 Kuksenko Sergej Petrovich (RU),
 Buichkin Evgenij Nikolaevich (RU)
 (73) Proprietor(s):
 Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravlenija i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)

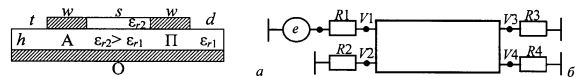
(54) **METHOD OF ROUTING PRINTED CONDUCTORS WITH ADDITIONAL DIELECTRIC FOR CIRCUITS WITH REDUNDANCY**

(57) Abstract:
 FIELD: printing.
 SUBSTANCE: invention relates to making printed circuit boards, more specifically to methods of their routing. For this purpose, the method of routing printed conductors with an additional dielectric for circuits with redundancy involves routing of reserved and backup conductors with a reference conductor in the form of a separate layer, herewith the reserved and the backup circuits have the same reference conductor, reserved and backup conductors of similar circuits are laid in pairs, parallel to each other, on the same layer, with a minimum technologically tolerable gap between the reserved and the backup conductors, along which this

gap is filled with a material with relative permittivity greater than that of the printed circuit board substrate material.

EFFECT: technical result is reduction of susceptibility of the backup circuit to external conductive emissions and reduction of conductive emissions level from the backup circuit.

1 cl, 4 dwg



Поперечное сечение структуры связанных линий, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1

RU 2 603 851 C1

RU 2 603 851 C1

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно - к способам их трассировки.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип обычный способ резервирования на печатной плате, когда резервируемая схема размещена на одном участке печатной платы, а резервирующая - на соседнем.

Недостатком этого способа является отсутствие полезных взаимных влияний, в частности, за счет электромагнитных связей между резервируемым и резервным проводниками резервируемой и резервной цепей во время работы одной из них.

Предлагается способ трассировки печатных проводников с дополнительным диэлектриком для цепей с резервированием, включающий трассировку резервируемых и резервных проводников с опорным проводником в виде отдельного слоя, отличающийся тем, что резервируемая и резервная цепи имеют один опорный проводник, резервируемые и резервные проводники одноименных цепей прокладываются парами, параллельно друг другу, на одном слое, с минимально технологически допустимым зазором между резервируемым и резервным проводниками, вдоль которых этот зазор заполняется материалом с относительной диэлектрической проницаемостью, большей, чем у материала подложки печатной платы.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.

Технический результат достигается за счет того, что помеховый импульс, длительность которого меньше разности задержек четной и нечетной мод в структуре связанной линии, образованной парой проводников резервируемой и резервной цепей, подвергается разложению на импульсы меньшей амплитуды, а помеха на заданной частоте может значительно ослабляться за счет резонансов.

Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В и длительностями фронтов и плоской вершины по 100 пс в структуре связанных линий длиной 1 м (фиг. 1). Геометрические параметры проводников структуры: $d=w=300$ мкм, $s=100$ мкм, $t=65$ мкм. Толщина диэлектрической подложки $h=510$ мкм, относительная диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon_{r1}=4,2$, диэлектрическое заполнение вокруг структуры - воздух ($\epsilon_r=1$).

Изменение значения диэлектрического заполнения зазора между трассами (фиг. 2) влияет на разность погонных задержек нечетной и четной мод структуры ($\Delta\tau$), позволяя увеличить ее значение от 0,8 нс/м при $\epsilon_{r2}=1$ до нуля при $\epsilon_{r2}=4,2$, а при $\epsilon_{r2}>\epsilon_{r1}$ до 4 нс/м при $\epsilon_{r2}=29$. Номинал резисторов R был выбран равным среднему геометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод.

Импульсная помеха подавалась между резервируемой трассой (активный проводник) и опорным проводником, функцию резервной трассы выполняет пассивный проводник. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и дальнем концах резервируемой трассы (точки V1 и V3 на фиг. 1б) при $\epsilon_{r2}=29$ показывают два импульса разложения с амплитудами 0,4 В (фиг. 3), что в два с половиной раза меньше уровня импульсной помехи (1 В) в начале линии. Разложение импульсной помехи на два импульса меньшей амплитуды (и, как следствие, уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек четной и нечетной мод в структуре связанных линий. В случае подачи импульсной помехи между пассивным и опорным проводниками, на дальнем

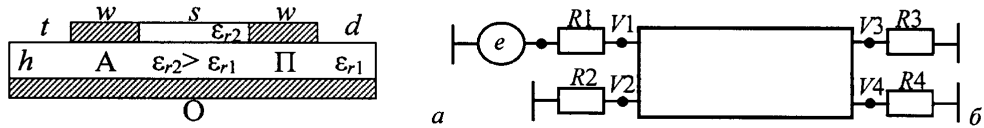
конце активного проводника будет наблюдаться аналогичный временной отклик. Сравнение частотных откликов (фиг. 4) одиночной и связанных микрополосковых линий показывает наличие резонансных частот (спектральных составляющих с нулевой амплитудой), что позволяет значительное ослабление спектральных составляющих вблизи этих частот.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых кондуктивных эмиссий резервируемой цепью.

Формула изобретения

Способ трассировки печатных проводников с дополнительным диэлектриком для цепей с резервированием, включающий трассировку резервируемых и резервных проводников с опорным проводником в виде отдельного слоя, отличающийся тем, что резервируемая и резервная цепи имеют один опорный проводник, резервируемые и резервные проводники одноименных цепей прокладываются парами, параллельно друг другу, на одном слое, с минимально технологически допустимым зазором между резервируемым и резервным проводниками, вдоль которых этот зазор заполняется материалом с относительной диэлектрической проницаемостью, большей, чем у материала подложки печатной платы.

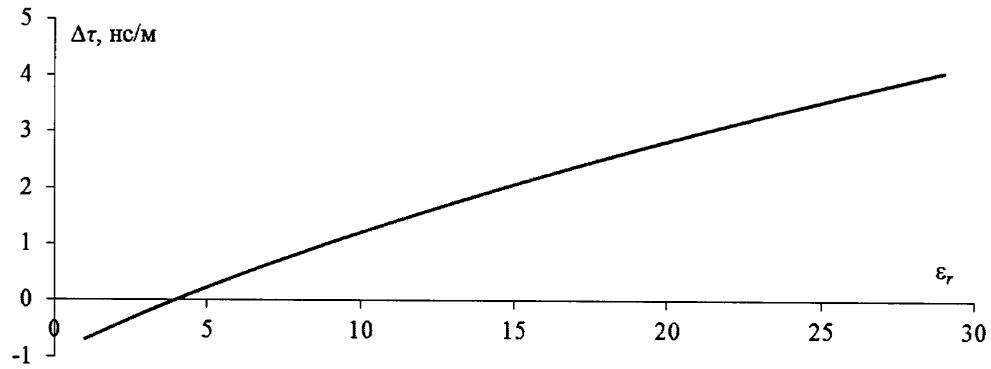
**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ С
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 1.

Поперечное сечение структуры связанных линий, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

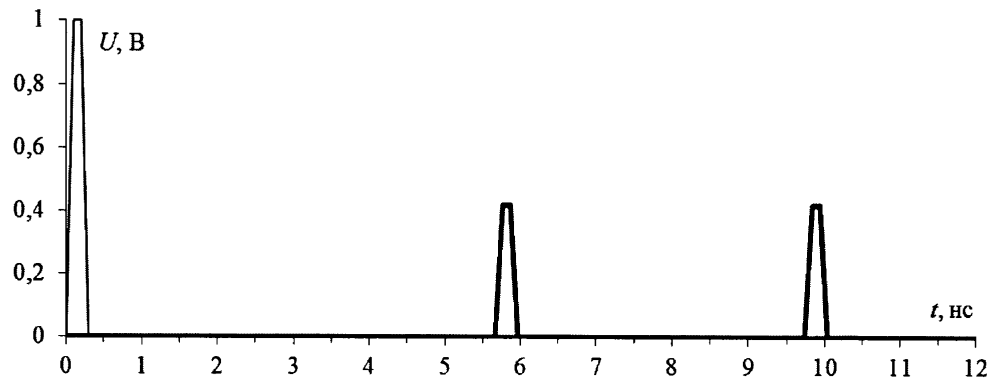
**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ С
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 2.

Зависимость разности погонных задержек четной и нечетной мод от относительной диэлектрической проницаемости зазора между трассами

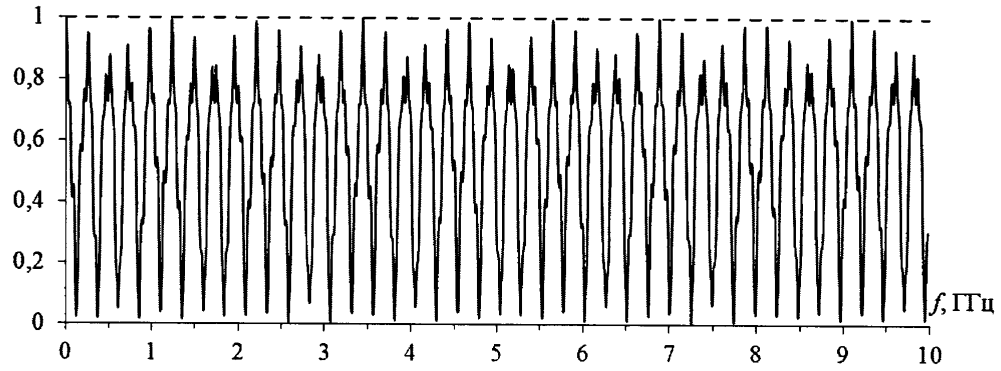
**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ С
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 3.

Сигнал в начале (—) и конце (—) активного проводника структуры

**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ С
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 4.

Частотные отклики на гармоническое воздействие для одиночной (---) и
связанных (—) микрополосковых линий



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015129253/07, 16.07.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.07.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.07.2015

(45) Опубликовано: 10.12.2016 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU2556438 C1, 10.07.2015. RU2006990
C1, 30.01.1994. RU71477 U1, 10.03.2008.
RU2026611 C1, 09.01.1995. .

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Газизов Тальгат Рашитович (RU),
Орлов Павел Евгеньевич (RU),
Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),
Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна
(RU),
Заболоцкий Александр Михайлович (RU),
Куксенко Сергей Петрович (RU),
Буичкин Евгений Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

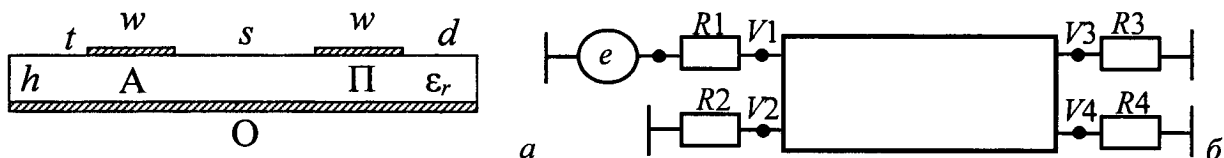
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Томский
государственный университет систем
управления и радиотехники" (ТУСУР)
(RU)

(54) СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно к способам их трассировки. Технический результат состоит в уменьшении восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшении уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Для этого способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием, включает трассировку

резервируемых и резервных проводников с опорным проводником в виде отдельного слоя, при этом резервируемая и резервная цепи имеют один опорный проводник, резервируемые и резервные проводники одноименных цепей прокладываются парами, параллельно друг другу, на одном слое, с минимально технологически допустимым зазором между резервируемым и резервным проводниками. 3 ил.



Поперечное сечение структуры связанных линий, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015129253/07, 16.07.2015
 (24) Effective date for property rights:
16.07.2015
 Priority:
 (22) Date of filing: 16.07.2015
 (45) Date of publication: 10.12.2016 Bull. № 34
 Mail address:
 634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel

(72) Inventor(s):
 Gazizov Talgat Rashitovich (RU),
 Orlov Pavel Evgenevich (RU),
 SHarafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),
 Kuznetsova-Tadzhibaeva Olga Mikhajlovna (RU),
 Zabolotskij Aleksandr Mikhajlovich (RU),
 Kuksenko Sergej Petrovich (RU),
 Buichkin Evgenij Nikolaevich (RU)
 (73) Proprietor(s):
 Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravlenija i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)

(54) **METHOD OF ROUTING PRINTED CONDUCTORS OF CIRCUITS WITH REDUNDANCY**

(57) Abstract:

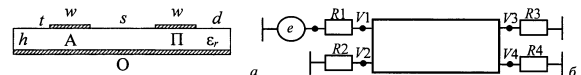
FIELD: printing.

SUBSTANCE: invention relates to making printed circuit boards, more specifically to methods of their routing. For this purpose, the method of routing printed conductors of circuits with redundancy involves routing of reserved and backup conductors with a reference conductor in the form of a separate layer, herewith the reserved and the backup circuits have the same reference conductor, reserved and backup conductors of similar circuits are laid in pairs, parallel to each other, on the same layer, with a minimum technologically tolerable

gap between the reserved and the backup conductors.

EFFECT: technical result is reduction of susceptibility of the backup circuit to external conductive emissions and reduction of conductive emissions level from the backup circuit.

1 cl, 3 dwg



Поперечное сечение структуры связанных линий, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1

RU 2 603 850 C1

RU 2 603 850 C1

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно - к способам их трассировки.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип обычный способ резервирования на печатной плате, когда резервируемая схема размещена на одном участке печатной платы, а резервирующая - на соседнем.

Недостатком этого способа является отсутствие полезных взаимных влияний, в частности за счет электромагнитных связей между резервируемым и резервным проводниками резервируемой и резервной цепей во время работы одной из них.

Предлагается способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием, включающий трассировку резервируемых и резервных проводников с опорным проводником в виде отдельного слоя, отличающийся тем, что резервируемая и резервная цепи имеют один опорный проводник, резервируемые и резервные проводники одноименных цепей прокладываются парами, параллельно друг другу, на одном слое, с минимально технологически допустимым зазором между резервируемым и резервным проводниками.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.

Технический результат достигается за счет того, что помеховый импульс, длительность которого меньше разности задержек четной и нечетной мод в структуре связанной линии, образованной парой проводников резервируемой и резервной цепей, подвергается разложению на импульсы меньшей амплитуды, а помеха на заданной частоте может значительно ослабляться за счет резонансов.

Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В и длительностями фронтов и плоской вершины по 100 пс в структуре связанных линий длиной 1 м (фиг. 1). Геометрические параметры проводников структуры: $d=w=300$ мкм, $s=100$ мкм, $t=65$ мкм. Толщина диэлектрической подложки $h=510$ мкм, относительная диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon_r=10$, диэлектрическое заполнение вокруг структуры - воздух ($\epsilon_r=1$). При этих параметрах вычисленная разность погонных задержек четной и нечетной мод составляет около 1,2 нс/м. Номинал резисторов R был выбран равным среднему геометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод.

Импульсная помеха подавалась между резервируемой трассой (активный проводник) и опорным проводником, функцию резервной трассы выполняет пассивный проводник. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и дальнем концах резервируемой трассы (точки V1 и V3 на фиг. 1б) показывают два импульса разложения с амплитудами 0,5 В (фиг. 2), что в два раза меньше уровня импульсной помехи (1 В) в начале линии. Разложение импульсной помехи на два импульса меньшей амплитуды (и как следствие уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек четной и нечетной мод в структуре связанных линий. В случае подачи импульсной помехи между пассивным и опорным проводниками, на дальнем конце активного проводника будет наблюдаться аналогичный временной отклик. Сравнение частотных откликов (фиг. 3) одиночной и связанных микрополосковых линий показывает наличие резонансных частот (спектральных составляющих с нулевой амплитудой), что позволяет значительное ослабление спектральных составляющих вблизи этих частот.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых кондуктивных эмиссий резервируемой цепью.

5

Формула изобретения

Способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием, включающий трассировку резервируемых и резервных проводников с опорным проводником в виде отдельного слоя, отличающийся тем, что резервируемая и резервная цепи имеют один
10 опорный проводник, резервируемые и резервные проводники одноименных цепей прокладываются парами, параллельно друг другу, на одном слое, с минимально технологически допустимым зазором между резервируемым и резервным проводниками.

15

20

25

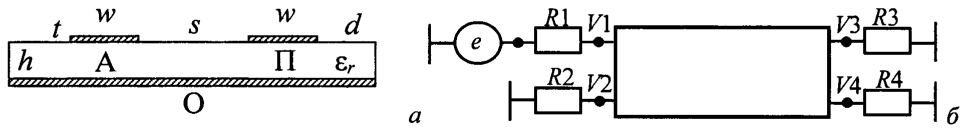
30

35

40

45

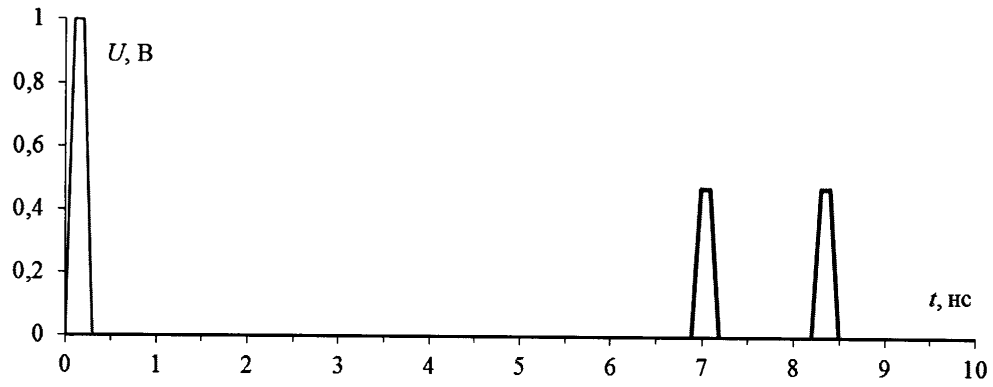
**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ ЦЕПЕЙ
С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 1.

Поперечное сечение структуры связанных линий, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

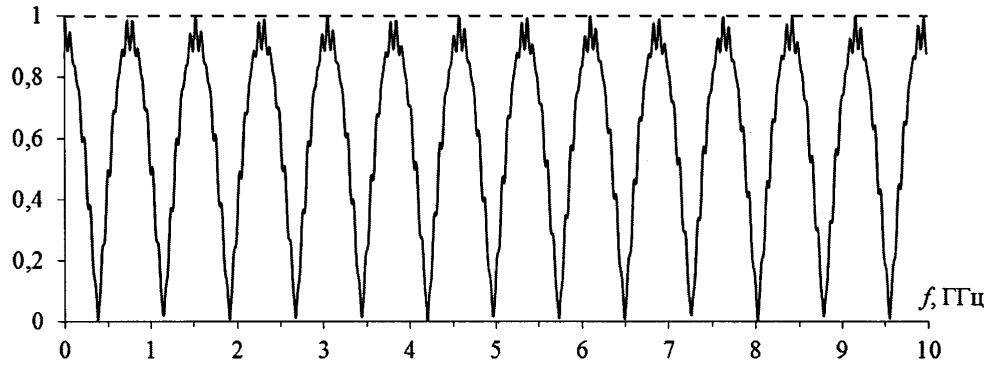
**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ ЦЕПЕЙ
С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 2.

Сигнал в начале (—) и конце (—) активного проводника структуры

**СПОСОБ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ ЦЕПЕЙ
С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 3.

Частотные отклики на гармоническое воздействие для одиночной (---) и связанных (—) микрополосковых линий



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015156667/07, 28.12.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2015

(45) Опубликовано: 10.12.2016 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 71477 U1, 10.03.2008. RU 2006990
C1, 30.01.1994. RU 2026611 C1, 09.01.2008.

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Газизов Тальгат Рашитович (RU),
Орлов Павел Евгеньевич (RU),
Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),
Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна
(RU),
Заболоцкий Александр Михайлович (RU),
Куксенко Сергей Петрович (RU),
Буичкин Евгений Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

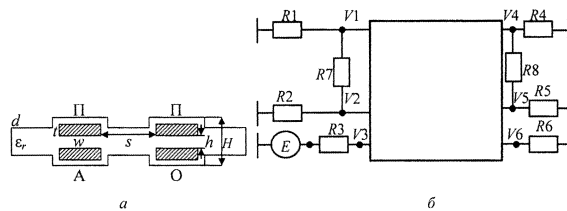
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Томский
государственный университет систем
управления и радиотехники" (ТУСУР)
(RU)

(54) СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПЛОСКИХ КАБЕЛЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, конкретно к способам резервирования кабелей. Технический результат состоит в уменьшении восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшении уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Для этого в способе резервирования проводники

резервируемого кабеля располагаются на одном уровне, проводники резервного кабеля располагаются на другом уровне, при этом одноименные проводники резервируемого и резервного кабелей располагаются друг под другом в диэлектрическом слое. 2 ил.



Поперечное сечение структуры, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015156667/07, 28.12.2015
 (24) Effective date for property rights:
28.12.2015
 Priority:
 (22) Date of filing: 28.12.2015
 (45) Date of publication: 10.12.2016 Bull. № 34
 Mail address:
 634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel

(72) Inventor(s):
**Gazizov Talgat Rashitovich (RU),
 Orlov Pavel Evgenevich (RU),
 SHarafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),
 Kuznetsova-Tadzhibaeva Olga Mikhajlovna (RU),
 Zabolotskij Aleksandr Mikhajlovich (RU),
 Kuksenko Sergej Petrovich (RU),
 Buichkin Evgenij Nikolaevich (RU)**
 (73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravlenija i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)

(54) **METHOD OF FLAT CABLES BACKING UP**

(57) Abstract:

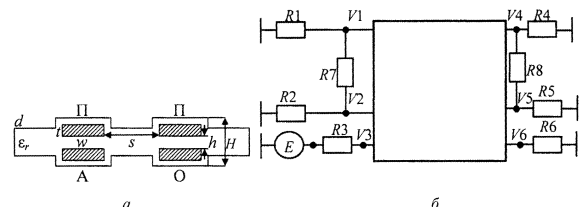
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering, particularly to cables redundancy methods. In redundancy method backed up cable conductors are located at same level, redundant cable conductors are located at another level, wherein similar conductors of backed up and redundant cables are arranged one above other in dielectric layer.

EFFECT: technical result consists in backed up circuit reduced susceptibility to external conductive emissions and reducing level of conductive emissions

from backed up circuit.

1 cl, 2 dwg



Поперечное сечение структуры, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1

RU 2 603 848 C1

RU 2 603 848 C1

Изобретение относится к электротехнике, конкретно к способам резервирования кабелей.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип обычный способ резервирования плоских кабелей, когда резервируемый и резервный плоские кабели расположены произвольно по отношению друг к другу [Денисенко В.В. Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации // Современные технологии автоматизации. - 2008. - №2. - С. 90-99.].

Недостатком этого способа является отсутствие полезных взаимных влияний, в частности, за счет электромагнитных связей между проводниками резервного и резервируемого плоских кабелей во время работы одного из них.

Предлагается способ резервирования плоских кабелей, при котором согласно изобретению проводники резервируемого кабеля располагаются на одном уровне, проводники резервного кабеля располагаются на другом уровне, при этом одноименные проводники резервируемого и резервного кабелей располагаются друг под другом в диэлектрическом слое.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.

Технический результат достигается за счет того, что помеховый сигнал, длительность которого меньше разности задержек мод в структуре, образованной проводниками резервируемой и резервной цепей, подвергается модальным искажениям: разложению на импульсы меньшей амплитуды (при рассмотрении сигнала во временной области).

Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В с длительностями фронтов и плоской вершины по 100 пс в структуре, образованной двумя (резервируемым и резервным) отрезками плоского кабеля, длиной 1 м (фиг. 1). Геометрические параметры проводников структуры: $d=500$ мкм, $w=65$, мкм $s=60$ мкм, $t=5$ мкм. Толщина структуры $H=25$ мкм, толщина слоя между проводниками $h=5$ мкм, диэлектрическая проницаемость слоя $\epsilon=4$, диэлектрическое заполнение вокруг структуры - воздух ($\epsilon_r=1$). Номинал резисторов R3 и R6, R7 и R8 выбран равным 50 Ом; R1, R2, R4 и R5 - 1000 Ом (холостой ход). Резисторы R3 и R6, R7 и R8 представляют собой нагрузку резервируемой и резервной цепей соответственно. Резисторы R1, R2, R4, R5 введены в схему для учета гальванической связи резервного кабеля с землей резервируемой цепи.

Импульсная помеха подавалась между активным и опорным проводниками резервируемой цепи, функцию резервного плоского кабеля выполняют пассивные проводники. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и дальнем концах резервируемой трассы (точки V3 и V6 на фиг. 1б) показывают два импульса разложения с амплитудами 0,22 и 0,32 В (фиг. 2), что меньше уровня импульсной помехи (1 В) в начале линии. Разложение импульсной помехи на два импульса меньшей амплитуды (и, как следствие, уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек мод в структуре.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых резервируемой цепью кондуктивных эмиссий.

Формула изобретения

Способ резервирования плоских кабелей, отличающийся тем, что проводники резервируемого кабеля располагаются на одном уровне, проводники резервного кабеля располагаются на другом уровне, при этом одноименные проводники резервируемого и резервного кабелей располагаются друг под другом в диэлектрическом слое.

10

15

20

25

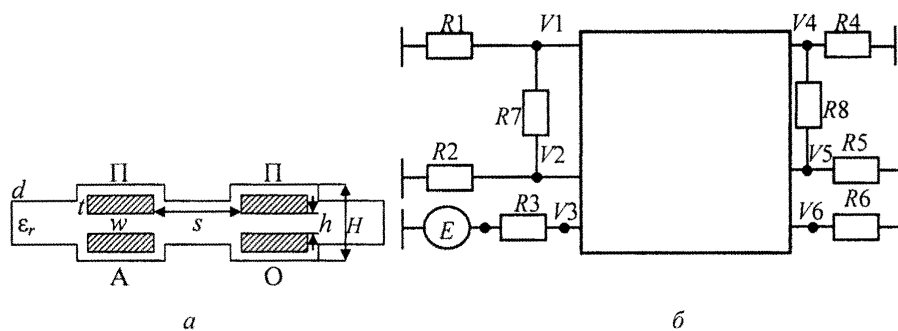
30

35

40

45

СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПЛОСКИХ КАБЕЛЕЙ



Фиг. 1

Поперечное сечение структуры, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Авторы: Газизов Т.Р.

Орлов П.Е.

Шарафутдинов В.Р.

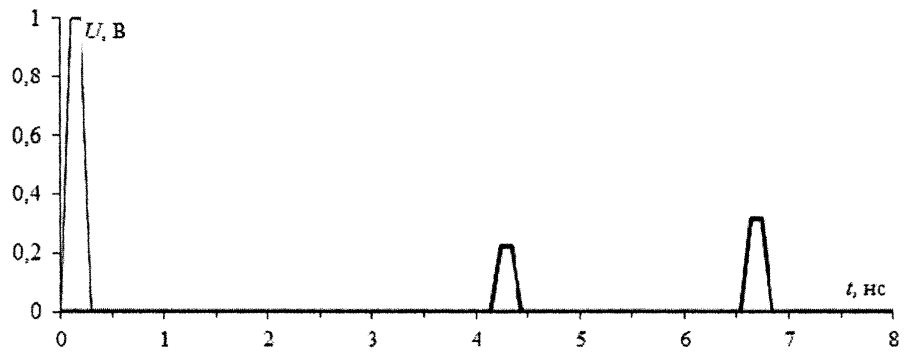
Кузнецова-Таджибаева О.М.

Заболоцкий А.М.

Куксенко С.П.

Буичкин Е.Н

СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПЛОСКИХ КАБЕЛЕЙ



Фиг. 2

Сигналы в начале (—) и конце (—) активного проводника структуры

Авторы: Газизов Т.Р.

Орлов П.Е.

Шарафутдинов В.Р.

Кузнецова-Гаджибаева О.М.

Заболоцкий А.М.

Куксенко С.П.

Буичкин Е.Н



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015137547/07, 02.09.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.09.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.09.2015

(45) Опубликовано: 10.12.2016 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU71477 U1, 10.03.2008. RU206990 C1,
20.01.11994. RU2556438 C1, 10.07.2015.
RU2026611 C1, 09.01.1995.

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Газизов Тальгат Рашитович (RU),
Орлов Павел Евгеньевич (RU),
Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),
Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна
(RU),
Заболоцкий Александр Михайлович (RU),
Куксенко Сергей Петрович (RU),
Буичкин Евгений Николаевич (RU)

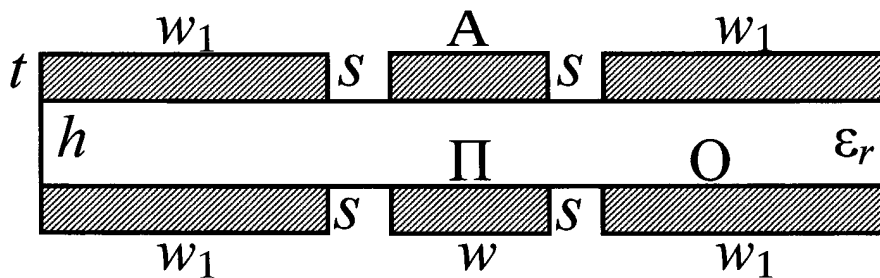
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Томский
государственный университет систем
управления и радиотехники" (ТУСУР)
(RU)**(54) СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

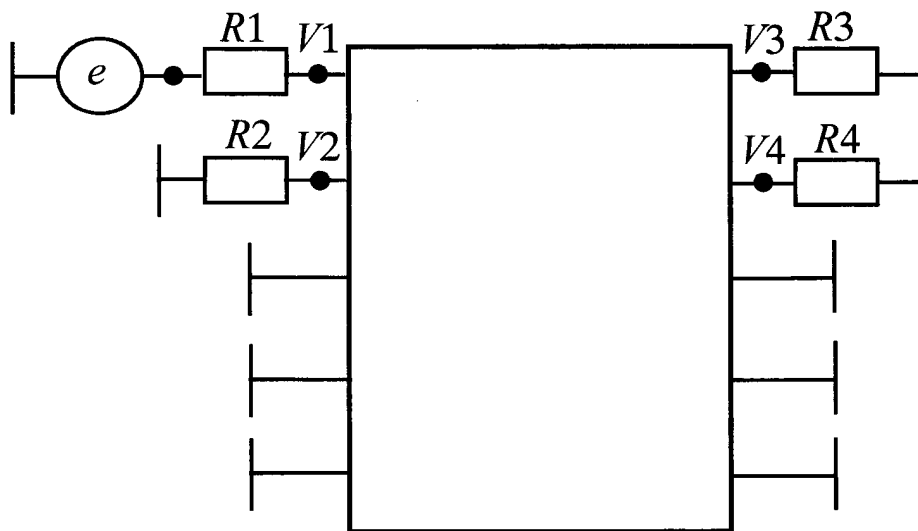
(57) Реферат:

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно - к способам их резервирования. Технический результат состоит в уменьшении восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Для этого предлагается способ резервирования цепей, включающий компоновку и трассировку резервируемой и резервной цепей, отличающийся тем, что компоновка и трассировка резервируемой цепи

выполняются на верхнем слое подложки, сигнальные проводники выполняются за счет зазоров в опорной проводящей пластине, а компоновка и трассировка резервной цепи выполняется на нижнем слое подложки зеркально верхнему слою, резервируемые и резервные сигнальные проводники одноименных цепей располагаются друг под другом, а оставшиеся проводники электрически соединяются друг с другом. 3 ил.



a



b

Поперечное сечение линии, где проводник А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1

RU 2603843 C1

RU 2603843 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015137547/07, 02.09.2015
 (24) Effective date for property rights:
02.09.2015
 Priority:
 (22) Date of filing: 02.09.2015
 (45) Date of publication: 10.12.2016 Bull. № 34
 Mail address:
 634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel

(72) Inventor(s):
 Gazizov Talgat Rashitovich (RU),
 Orlov Pavel Evgenevich (RU),
 SHarafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),
 Kuznetsova-Tadzhibaeva Olga Mikhajlovna (RU),
 Zabolotskij Aleksandr Mikhajlovich (RU),
 Kuksenko Sergej Petrovich (RU),
 Buichkin Evgenij Nikolaevich (RU)
 (73) Proprietor(s):
 Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovanija "Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravlenija i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)

(54) **RESERVATION METHOD FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS**

(57) Abstract:

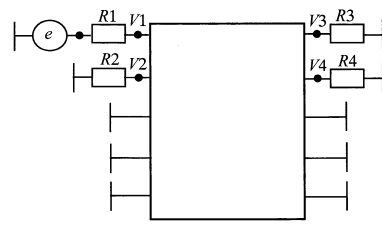
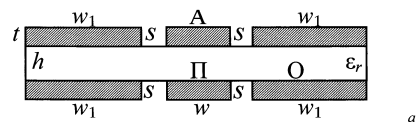
FIELD: polygraphy.

SUBSTANCE: invention relates to design of printed circuit boards, namely to methods of their reserving. For this purpose method of circuits' reservation is proposed, including configuration and tracing of reserving and reserve circuits, characterized by fact, that configuration and tracing of reserving circuit are made on upper layer of substrate, signal conductors are made by gaps in support conducting plate, and configuration and tracing of reserve circuit are made on lower layer of substrate mirroring upper layer, reserving and reserve signal conductors of similar circuits are arranged one above the other, and remaining conductors are electrically connected to each other.

EFFECT: technical result consists in reduction of susceptibility of reserving circuit to external conducted emissions and decrease of level of conductive emissions

from reserving circuit.

1 cl, 3 dwg



Поперечное сечение линии, где проводник А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 1

C1 2603843 RU

RU 2603843 C1

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно - к способам их резервирования.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип способ резервирования для печатных плат, включающий компоновку и трассировку резервируемой и резервной цепей [Комнатнов М.Е., Газизов Т.Р., Дементьев А.С. Эффективность экранирования унифицированных электронных модулей. Известия вузов. Физика - 2012, - Том 55, №7/2, С. 89-92].

Недостатком этого способа является отсутствие полезных взаимных влияний, в частности за счет электромагнитных связей между резервируемым и резервным проводниками, резервной и резервируемой цепей во время работы одной из них.

Предлагается способ резервирования цепей, включающий компоновку и трассировку резервируемой и резервной цепей, отличающийся тем, что компоновка и трассировка резервируемой цепи выполняются на верхнем слое подложки, сигнальные проводники выполняются за счет зазоров в опорной проводящей пластине, а компоновка и трассировка резервной цепи выполняется на нижнем слое подложки зеркально верхнему слою, резервируемые и резервные сигнальные проводники одноименных цепей располагаются друг под другом, а оставшиеся проводники электрически соединяются друг с другом.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.

Технический результат достигается за счет того, что помеховый сигнал, длительность которого меньше разности задержек четной и нечетной мод в структуре связанной линии, образованной парой проводников резервируемой и резервной цепей, подвергается модальным искажениям: разложению на импульсы меньшей амплитуды (при рассмотрении сигнала во временной области).

Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В с длительностями фронтов и плоской вершины 100 пс в структуре длиной 1 м (фиг. 1). Геометрические параметры проводников структуры: $w=300$ мкм, $w_1=600$ мкм, $s=60$ мкм, $t=105$ мкм. Толщина диэлектрической подложки $h=290$ мкм, диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon_r=5$, диэлектрическое заполнение вокруг структуры - воздух ($\epsilon_r=1$). Номинал резисторов R был выбран равным среднему геометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод эквивалентной двухпроводной линии.

Импульсная помеха подавалась между резервируемой трассой (активный проводник) и опорным проводником, функцию резервной трассы выполняет пассивный проводник. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и дальнем концах резервируемой трассы (точки V1 и V3 на фиг. 1б) показывают импульсы разложения с амплитудами меньше уровня импульсной помехи в начале линии (фиг. 2). Разложение импульсной помехи на импульсы меньшей амплитуды (и, как следствие, уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек мод в структуре. В случае подачи импульсной помехи между пассивным и опорным проводниками, на дальнем конце активного проводника будет наблюдаться аналогичный временной отклик. Результаты моделирования частотного отклика (фиг. 3) показывают ослабление спектральных составляющих исходного сигнала, наличие резонансных частот (спектральных составляющих с нулевой

амплитудой), что позволяет уменьшить помеховые сигналы в определенном частотном диапазоне до нуля.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ резервирования плат позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к
5 внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых кондуктивных эмиссий резервируемой цепью.

Формула изобретения

Способ резервирования цепей, включающий компоновку и трассировку
10 резервируемой и резервной цепей, отличающийся тем, что компоновка и трассировка резервируемой цепи выполняются на верхнем слое подложки, сигнальные проводники выполняются за счет зазоров в опорной проводящей пластине, а компоновка и трассировка резервной цепи выполняется на нижнем слое подложки зеркально верхнему слою, резервируемые и резервные сигнальные проводники одноименных цепей
15 располагаются друг под другом, а оставшиеся проводники электрически соединяются друг с другом.

20

25

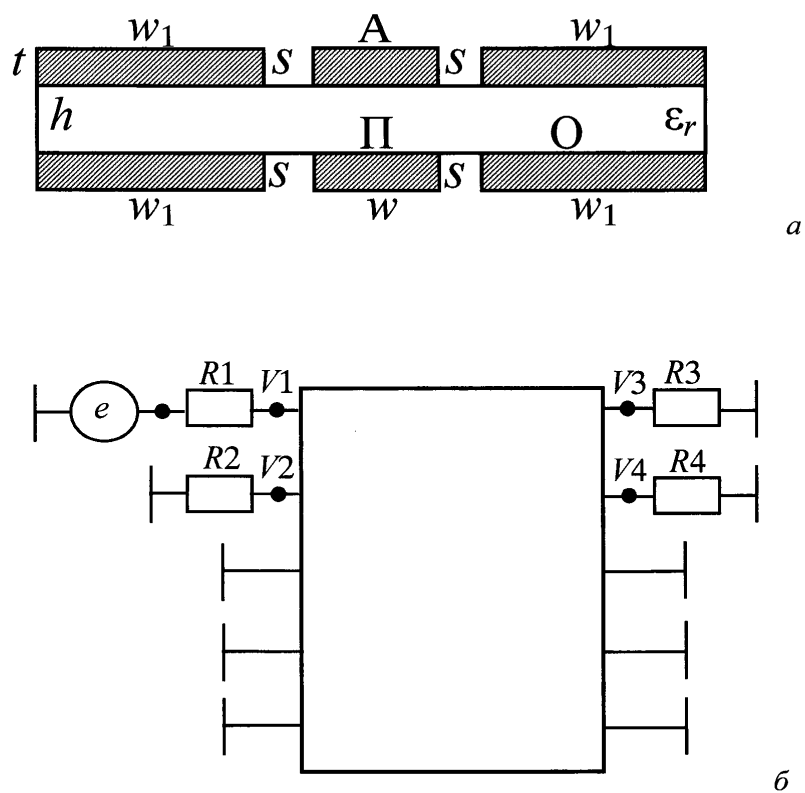
30

35

40

45

СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

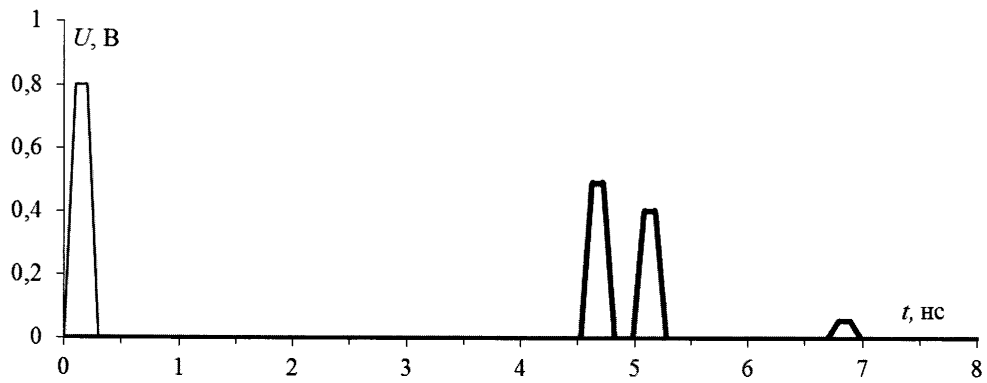


Фиг. 1.

Поперечное сечение линии, где проводник А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Авторы: Газизов Т.Р.
 Орлов П.Е.
 Шарафутдинов В.Р.
 Кузнецова-Гаджибаева О.М.
 Заболоцкий А.М.
 Куксенко С.П.
 Буичкин Е.Н.

СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



Фиг. 2.

Сигналы в начале (—) и конце (—) активного проводника линии

Авторы: Газизов Т.Р.

Орлов П.Е.

Шарафутдинов В.Р.

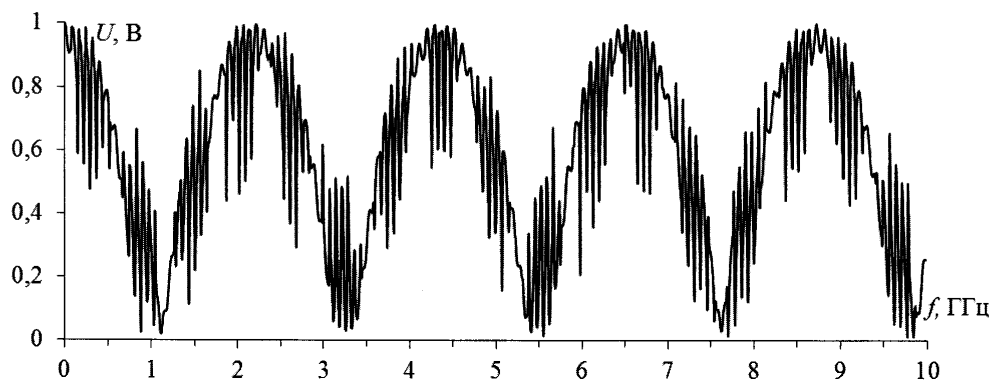
Кузнецова-Таджибаева О.М.

Заболоцкий А.М.

Куксенко С.П.

Буичкин Е.Н.

СПОСОБ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



Фиг. 3.

Частотный отклик на гармоническое воздействие амплитудой 2 В

Авторы: Газизов Т.Р.

Орлов П.Е.

Шарафутдинов В.Р.

Кузнецова-Таджибаева О.М.

Заболоцкий А.М.

Куксенко С.П.

Буичкин Е.Н.



(51) МПК
H04B 15/02 (2006.01)
H03H 3/00 (2006.01)
H05K 3/36 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015137548, 02.09.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 02.09.2015

Дата регистрации:
 05.07.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.09.2015

(43) Дата публикации заявки: 09.03.2017 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 05.07.2017 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
 патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Газизов Тальгат Рашитович (RU),
 Орлов Павел Евгеньевич (RU),
 Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),
 Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна
 (RU),
 Заболоцкий Александр Михайлович (RU),
 Куксенко Сергей Петрович (RU),
 Буичкин Евгений Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования "Томский
 государственный университет систем
 управления и радиоэлектроники" (ТУСУР)
 (RU)

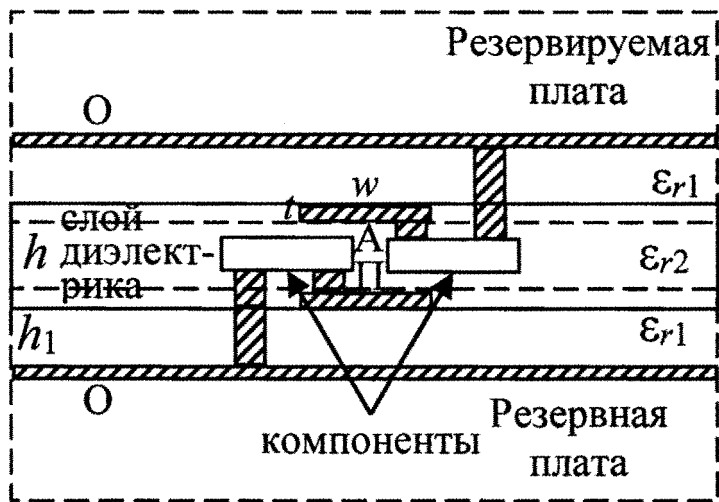
(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2431912 C1, 20.10.2011. RU
 2556438 C1, 10.07.2015. RU 79213 U1,
 20.12.2008. US 5289044 A, 22.02.1994. US 2005/
 0156615 A1, 21.07.2005.

**(54) СПОСОБ ВНУТРЕННЕЙ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С
 РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно к способам их компоновки. Технический результат - уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Достигается тем, что в способе компоновки печатных плат, включающем взаимное расположение резервируемой и резервной плат, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах. Резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с

относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат. Соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на склеиваемых сторонах резервируемой и резервной печатных плат в слое склеивающего диэлектрика. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат. 4 ил.



Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный

Фиг. 1а

RU 2624637 C2

RU 2624637 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H04B 15/02 (2006.01)
H03H 3/00 (2006.01)
H05K 3/36 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015137548, 02.09.2015**(24) Effective date for property rights:
02.09.2015Registration date:
05.07.2017

Priority:

(22) Date of filing: **02.09.2015**(43) Application published: **09.03.2017** Bull. № 7(45) Date of publication: **05.07.2017** Bull. № 19

Mail address:

634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Gazizov Talgat Rashitovich (RU),
Orlov Pavel Evgenevich (RU),
Sharafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),
Kuznetsova-Tadzhibaeva Olga Mikhajlovna (RU),
Zabolotskij Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Kuksenko Sergej Petrovich (RU),
Buichkin Evgenij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj universitet sistem upravleniya i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)(54) **PRINTED CIRCUIT BOARDS WITH RESERVE CIRCUITS ARRANGEMENT METHOD**

(57) Abstract:

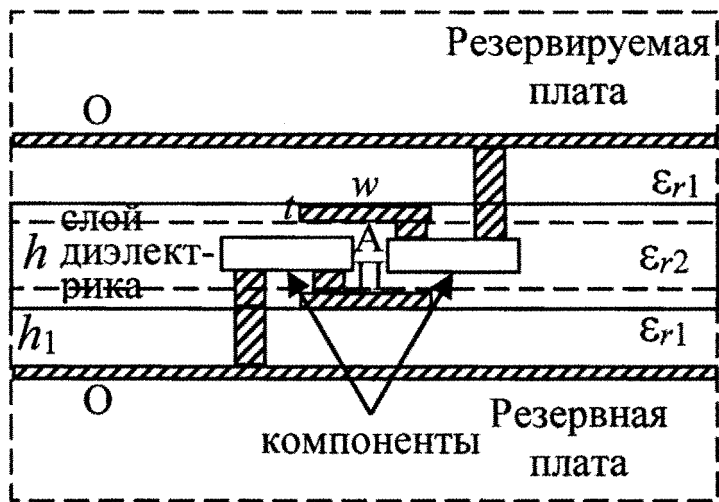
FIELD: printing industry.

SUBSTANCE: in the PCB layout method, which includes the mutual arrangement of the redundant and standby cards, the layout and tracing of the redundant and standby boards, the reference conductor is made as separate layers on the redundant and standby cards. Reserved and reserve boards glued layer dielectric with relative dielectric permeability greater than dielectric substrates and reserved. The route that correspond to each other redundant and backup chains are parallel to

and below each other in glue layer of dielectric, reserved and reserve electronic components are placed on bonded parties reserved and backup gluing layer PCB dielectric. In case of failure of the reserved circuit, the same technical result will be achieved in the backup circuit.

EFFECT: reduction of reserve circuit sensitivity to external conductive emissions and reduction of the conducted emissions level from the reserved circuit.

4 dwg



Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный

Фиг. 1а

RU 2624637 C2

RU 2624637 C2

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно к способам их компоновки.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип способ компоновки с резервированием, когда резервируемая схема размещается на одной печатной плате (резервируемой), а резервирующая - на другой (резервной), причем платы располагаются произвольно относительно друг друга [Комнатнов М.Е., Газизов Т.Р., Дементьев А.С. Эффективность экранирования унифицированных электронных модулей. Известия вузов. Физика - 2012, - Том 55. №7/2. С. 89-92].

Недостатком этого способа является отсутствие полезных взаимных влияний, в частности за счет электромагнитных связей между резервируемым и резервным проводниками резервируемой и резервной цепей во время работы одной из них.

Предлагается способ компоновки печатных плат, включающий взаимное расположение резервируемой и резервной плат, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, отличающийся тем, что опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на склеиваемых сторонах резервируемой и резервной печатных плат в слое склеивающего диэлектрика.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.

Технический результат достигается за счет того, что помеховый импульс, длительность которого меньше разности задержек четной и нечетной мод в структуре связанной линии, образованной парой проводников резервируемой и резервной цепей и опорными проводниками, выполненными в виде плоскости, подвергается разложению на импульсы меньшей амплитуды, а помеха на заданной частоте может значительно ослабляться за счет резонансов.

Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В и длительностями фронтов и плоской вершины по 100 пс в структуре связанных линий длиной 1 м (фиг. 1). Геометрические параметры проводников структуры: $w=300$ мкм, $t=65$ мкм. Толщина слоя склеивающего диэлектрика $h=510$ мкм, расстояние от подложки до полигона земли $h_1=500$ мкм, относительная диэлектрическая проницаемость слоя склеивающего диэлектрика $\epsilon_{r2}=10$, значение относительного диэлектрического заполнения подложки плат $\epsilon_{r1}=5$. Разность значений относительного диэлектрического заполнения подложек плат и слоя диэлектрика влияет на разность погонных задержек нечетной и четной мод структуры ($\Delta\tau$), которая для данной структуры составляет 2 нс/м (фиг. 2). Номинал всех резисторов выбран равным среднему геометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод связанной линии.

Импульсная помеха подавалась между резервируемой трассой (активный проводник) и опорным проводником, функцию резервной трассы выполняет пассивный проводник. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и

дальнем концах резервируемой трассы (точки V2 и V4 на фиг. 1б) показывают два импульса разложения с амплитудами 0,44 В (фиг. 3), что в 2,25 раза меньше уровня импульсной помехи (1 В) в начале линии. Разложение импульсной помехи на два импульса меньшей амплитуды (и, как следствие, уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек четной и нечетной мод в структуры, образованной данным способом компоновки печатных плат. В случае подачи импульсной помехи между пассивным и опорным проводниками, на дальнем конце активного проводника будет наблюдаться аналогичный временной отклик. Сравнение частотных откликов (фиг. 4) одиночной и связанной линий показывает наличие резонансных частот (спектральных составляющих с нулевой амплитудой), что позволяет значительное ослабление спектральных составляющих вблизи этих частот.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ компоновки позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых кондуктивных эмиссий резервируемой цепью.

(57) Формула изобретения

Способ компоновки печатных плат, включающий взаимное расположение резервируемой и резервной плат, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, отличающийся тем, что опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на склеиваемых сторонах резервируемой и резервной печатных плат в слое склеивающего диэлектрика.

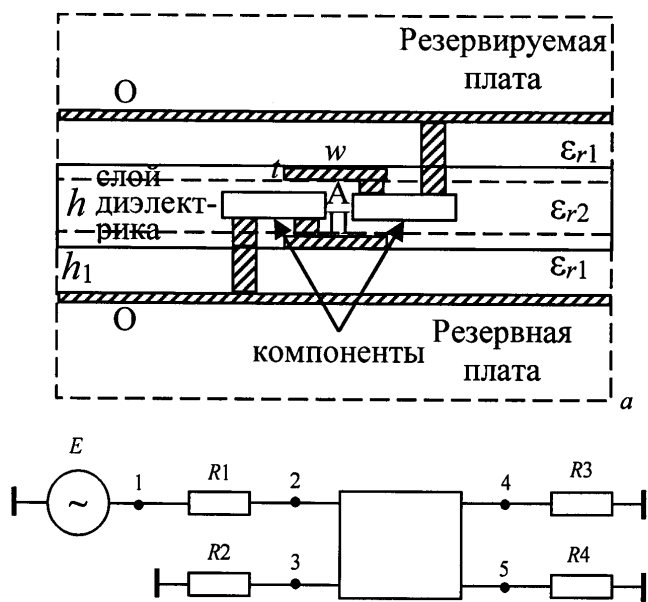
30

35

40

45

СПОСОБ ВНУТРЕННЕЙ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ



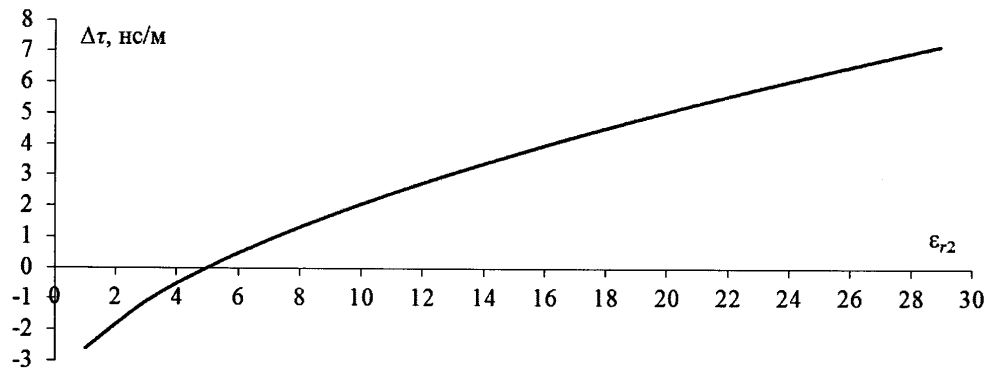
б

Фиг. 1.

Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а).

Принципиальная схема (б)

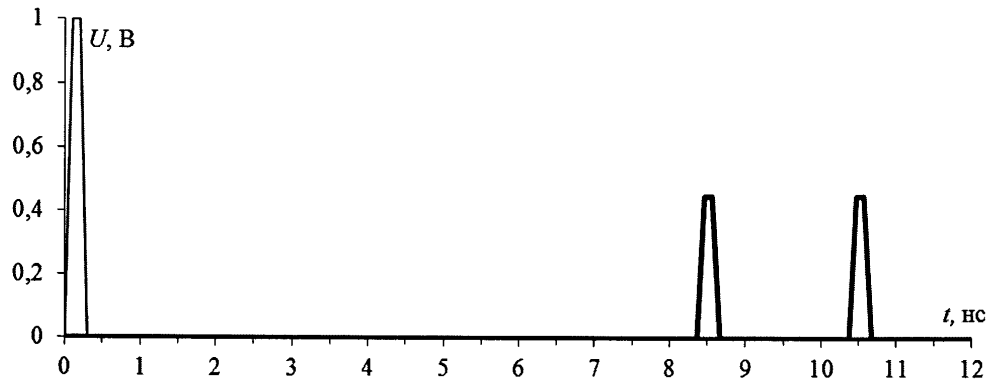
**СПОСОБ ВНУТРЕННЕЙ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ
ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 2.

Зависимость разности погонных задержек четной и нечетной мод от относительной диэлектрической проницаемости слоя диэлектрика

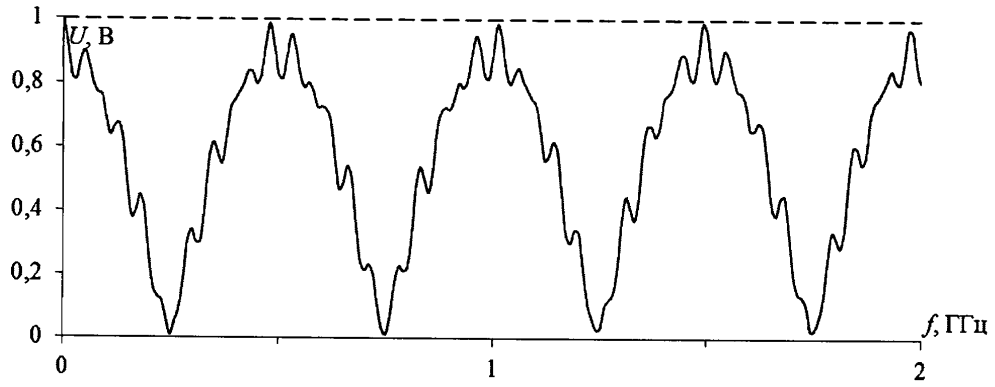
**СПОСОБ ВНУТРЕННЕЙ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ
ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 3.

Формы напряжения в начале (—) и конце (—) активного проводника
структуры

**СПОСОБ ВНУТРЕННЕЙ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ
ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**



Фиг. 4.

Частотные отклики на гармоническое воздействие для одиночной линии (---)
и рассматриваемой структуры (—)