



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 845263

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 22.03.77 (21) 2467385/18-09

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.07.81, Бюллетень № 25

Дата опубликования описания 07.07.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

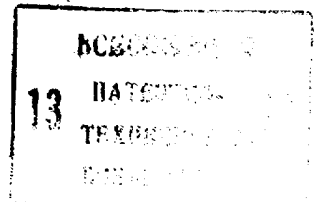
H 03 D 7/14

(53) УДК 621.372.  
.622(088.8)

(72) Автор  
изобретения

А.А. Биленко

(71) Заявитель



### (54) ДВОЙНОЙ БАЛАНСНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ

1

Изобретение относится к радиотехнике, предназначено для преобразования частоты с одной несущей на другую, может быть использовано в радиоприемных устройствах СВЧ.

Известен двойной балансный смеситель, состоящий из входных гибридных соединений (сумматоров и делителей мощности) и четырех диодов [1].

Недостатком этого смесителя является невысокий коэффициент трансформации импедансов у входных гибридов, что затрудняет согласование последних с диодами, а пересечение линий передачи, соединяющих диоды с гибридами, приводит к значительным трудностям в конструировании таких смесителей в СВЧ диапазоне.

Наиболее близок к предлагаемому двойной балансный смеситель, содержащий синфазно-противофазный делитель с двумя входами, четыре диода, включенных по мостовой схеме, и выходной сумматор.

С помощью синфазно-противофазного делителя и выходного сумматора в известном устройстве обеспечивается подача на диоды напряжений сигнала и гетеродина с определенными фазами

2

и выделение сигнала промежуточной частоты [2].

Для обеспечения необходимых фазовых соотношений на диодах их включают по мостовой схеме, что требует пересечения линий передач, соединяющих диоды с гибридами.

Такое включение приводит к паразитному влиянию одного диода на другой и возникновению комбинационных составляющих на выходе смесителя.

Целью изобретения является улучшение подавления комбинационных составляющих на выходе смесителя в широкой полосе частот.

Для этого в двойной балансный смеситель, содержащий синфазно-противофазный делитель мощности с двумя входами, первый вход которого подключен к одной из входных клемм смесителя, четыре диода и выходной сумматор, введены два противофазных делителя мощности, выходы которых соответственно соединены через диоды, включенные в одном направлении, с входами первого и второго синфазных сумматоров мощности, причем выходной сумматор выполнен противофазным, входы первого и второго противофазных делителей подключены соответственно к синфазному

и противофазному выходам синфазно-противофазного делителя, второй вход которого соединен с другой входной клеммой смесителя, выходы первого и второго синфазных сумматоров подключены соответственно к синфазному и противофазному входам выходного сумматора.

На чертеже представлена блок-схема предлагаемого двойного балансного смесителя.

Двойной балансный смеситель содержит синфазно-противофазный делитель 1 с входами 2 и 3, синфазным 4 и противофазным 5 выходами, противофазные делители 6 и 7, диоды 8-11, синфазные сумматоры 12 и 13, выходной сумматор 14.

№ диодов по чертежу	фаза			
	8	9	10	11
$\varphi_c$	$0^\circ$	$180^\circ$	$0^\circ$	$180^\circ$
$\varphi_r$	$0^\circ$	$180^\circ$	$180^\circ$	$0^\circ$

Здесь  $\varphi_c$  - фаза напряжения сигнала;  
 $\varphi_r$  - фаза напряжения гетеродина.

Известно, что вольт-амперная характеристика смесительного диода может описываться рядом:

$$i_D = a_0 + a_1 e_D + a_2 e_D^2 + \dots \quad (1)$$

где  $i_D$  - ток диода;

$a_0, a_1, a_2, \dots$  - постоянные коэффициенты;

$e_D$  - напряжение на диоде.

К каждому диоду прикладывается по два напряжения входных сигналов с различными фазами, и суммарное напряжение  $e_D$  на каждом диоде

$$e_D = \frac{1}{2} [e_c \cos(\omega_c t + \varphi_c) + e_r \cos(\omega_r t + \varphi_r)]$$

где  $e_c, e_r$  - амплитуды входных напряжений сигнала и гетеродина.

С учетом фаз  $\varphi_c$  и  $\varphi_r$ , приведенных в таблице, напряжения на диодах 8-11:

$$\begin{aligned} e_{D8} &= \frac{1}{2} (e_c \cos \omega_c t + e_r \cos \omega_r t) \\ e_{D9} &= \frac{1}{2} (-e_c \cos \omega_c t - e_r \cos \omega_r t) \\ e_{D10} &= \frac{1}{2} (e_c \cos \omega_c t - e_r \cos \omega_r t) \\ e_{D11} &= \frac{1}{2} (-e_c \cos \omega_c t + e_r \cos \omega_r t) \end{aligned} \quad (2)$$

Подставив напряжения из (2) в (1), получим значения токов соответственно для каждого диода:

$$i_{D8} = a_0 + \frac{a_1}{2} (e_c \cos \omega_c t + e_r \cos \omega_r t) + \frac{a_2}{4} (e_c^2 \cos^2 \omega_c t + 2e_c e_r \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_r t + e_r^2 \cos^2 \omega_r t) + \dots$$

$$i_{D9} = a_0 + \frac{a_1}{2} (-e_c \cos \omega_c t - e_r \cos \omega_r t) + \frac{a_2}{4} (e_c^2 \cos^2 \omega_c t +$$

Напряжения сигнала и гетеродина подаются на входы 2 и 3 делителя 1, причем безразлично, какое из них подается на вход 1, а какое - на вход 2. Один из этих входов (например, 2) делит входной сигнал синфазно, а другой - противофазно. Пусть для определенности сигнал подается на синфазный вход 2, а гетеродин - на противофазный вход 3.

В результате этого напряжение сигнала подается на противофазные делители 6 и 7 с одинаковыми фазами, а напряжение гетеродина - с противоположными. После противофазного деления в делителях 6 и 7 эти напряжения поступают на диоды с относительными фазами, приведенными в таблице.

$$+ 2e_c e_r \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_r t + e_r^2 \cos^2 \omega_r t) + \dots$$

$$i_{D10} = a_0 + \frac{a_1}{2} (e_c \cos \omega_c t - e_r \cos \omega_r t) + \frac{a_2}{4} (e_c^2 \cos^2 \omega_c t - 2e_c e_r \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_r t + e_r^2 \cos^2 \omega_r t) + \dots$$

$$i_{D11} = a_0 + \frac{a_1}{2} (-e_c \cos \omega_c t + e_r \cos \omega_r t) + \frac{a_2}{4} (e_c^2 \cos^2 \omega_c t - 2e_c e_r \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_r t + e_r^2 \cos^2 \omega_r t) + \dots \quad (3)$$

Так как сумматоры 12 и 13 синфазные, а сумматор 14 - противофазный, то токи  $i_{D8}, i_{D9}$  складываются синфазно, токи  $i_{D10}$  и  $i_{D11}$  - синфазно, а токи  $(i_{D8} + i_{D9})$  и  $(i_{D10} + i_{D11})$  - противофазно.

Отсюда:

$$i_{\pi 4} = i_{D8} + i_{D9} - i_{D10} - i_{D11}, \quad (4)$$

где  $i_{\pi 4}$  - ток промежуточной частоты на выходе 15 сумматора 14.

Подставив в (4) значения токов из (3), получим

$$i_{\pi 4} = 2e_c e_r \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_r t + \dots = e_c e_r [\cos(\omega_c - \omega_r)t + \cos(\omega_c + \omega_r)t] + \dots, \quad (5)$$

Предложенный двойной балансный смеситель имеет лучшее согласование в широкой полосе частот, более широкую полосу рабочих частот. В предложенном смесителе устранено пересечение линий передачи, соединяющих диоды с гибридами, в результате чего появляется возможность практической реализации двойных балансных смеси-

телей в микрополосковом и интегральном исполнении.

#### Формула изобретения

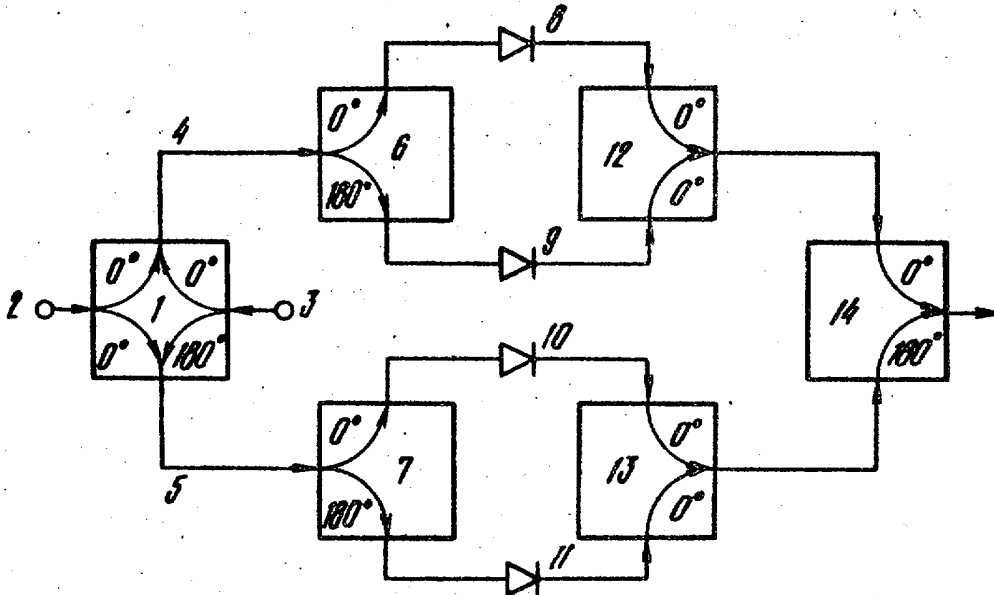
Двойной балансный смеситель, содержащий синфазно-противофазный делитель мощности с двумя входами, первый вход которого подключен к одной из входных клемм смесителя, четыре диода и выходной сумматор, отличающийся тем, что, с целью улучшения подавления комбинационных составляющих на выходе смесителя в широкой полосе частот, в него введены два противофазных делителя мощности, выходы которых соответственно соединены через диоды, включенные в одном направлении, с входами первого и второго синфазных сумматоров

мощности, причем выходной сумматор выполнен противофазным, входы первого и второго противофазных делителей подключены соответственно к синфазному и противофазному выходам синфазно-противофазного делителя, второй вход которого соединен с другой входной клеммой смесителя, выходы первого и второго синфазных сумматоров подключены соответственно к синфазному и противофазному входам выходного сумматора.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Мовшович М.Е. Полупроводниковые преобразователи частоты, Л., "Энергия", 1974, с. 245.

2. "Зарубежная электронная техника", 1975, № 19, с. 6, рис. 1 (в) (прототип).



Составитель Б. Дарчинянц  
 Редактор Б. Федотов    Техред М. Коштура    Корректор О. Билак

Заказ 4209/6    Тираж 988    Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4