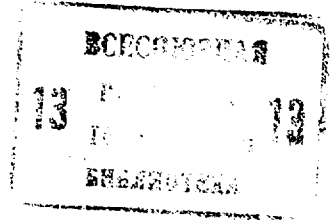




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3651753/18-09
- (22) 27.07.83
- (46) 30.03.87. Бюл. № 12
- (71) Минский радиотехнический институт
- (72) Б.М.Богданович, В.С.Богдановский, Л.А.Глобус и Н.Н.Исакович
- (53) 621.372.622:621.376.223 (088.8)
- (56) Роде У.Л. Улучшение технических характеристик современных радиоприемников. - Электроника, 1975, № 4, с. 41, рис. 4б.

Авторское свидетельство СССР
№ 396809, кл. Н 03 С 1/54, 1971.

(54)(57) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ, содержащий входной трансформатор, два диодных моста, одна из диагоналей каждого из которых включена между соответствующими выводами вторичной обмотки входного трансформатора и нагрузкой, другой вывод которой подключен к среднему выводу вторичной обмотки входного трансформатора, а также гетеродин, парафазные выходы которого подключены к входам первого преобразователя напряжение-ток, отличающийся тем, что, с целью расширения динамического диапазона, введены второй преобразователь напряжение-ток, соответствующие входы которого подключены к парафазным выходам гетеродина, при этом преобразователи напряжение-ток выполнены по дифференциальной схеме

с симметричными входами и выходами, и шесть диодов, причем вторая диагональ первого диодного моста включена между первым выходом первого и вторым выходом второго преобразователей напряжение-ток соответственно через первый и второй диоды, включенные согласно с диодами первого диодного моста, вторая диагональ второго диодного моста включена между первым выходом второго и вторым выходом первого преобразователей напряжение-ток соответственно через третий и четвертый диоды, включенные согласно с диодами второго диодного моста, между точкой соединения первого выхода первого преобразователя напряжение-ток и первого диода и точкой соединения первого выхода второго преобразователя напряжение-ток и третьего диода включен пятый диод, соединенный с первым и третьим диодами одноименными электродами, а между точкой соединения второго выхода первого преобразователя напряжение-ток и четвертого диода и точкой соединения второго выхода второго преобразователя напряжение-ток и второго диода включен шестой диод, соединенный с четвертым и вторым диодами одноименными электродами, а точка соединения первых диагоналей диодных мостов с нагрузкой подключена к общей шине.

(19) **SU** (11) **1300629** **A1**

Изобретение относится к радиотехнике и может использоваться в радиоприемных устройствах радиовещания и профессионального приема, а также в измерительной технике.

Известен балансный преобразователь частоты, содержащий входной трансформатор, два диодных моста, первые диагонали которых включены между соответствующими выводами вторичной обмотки входного трансформатора и общей шиной, к среднему отводу входного трансформатора подключена нагрузка, гетеродин и преобразователь напряжение-ток выходы которого подключены к другим диагоналям диодных мостов, выходы гетеродина подключены к входам преобразователя напряжение-ток.

Однако, известный балансный преобразователь имеет недостаточный динамический диапазон.

Наиболее близким к предлагаемому является преобразователь частоты, содержащий входной трансформатор и два диодных моста, одна из диагоналей каждого из которых включена между соответствующими выводами вторичной обмотки входного трансформатора и нагрузкой, другой вывод которой подключен к среднему выводу вторичной обмотки входного трансформатора, а также гетеродин, парафазные выходы которого подключены к входам первого преобразователя напряжение-ток.

Однако, известный преобразователь частоты имеет недостаточный динамический диапазон.

Цель изобретения - расширение динамического диапазона.

Для этого в преобразователь частоты, содержащий входной трансформатор, два диодных моста, одна из диагоналей каждого из которых включена между соответствующими выводами вторичной обмотки входного трансформатора и нагрузкой, другой вывод которого подключен к среднему выводу вторичной обмотки входного трансформатора, а также гетеродин, парафазные выходы которого подключены к входам первого преобразователя напряжение-ток, введены второй преобразователь напряжение-ток, соответствующие входы которого подключены к парафазным выходам гетеродина, при этом преобразователи напряжение-ток

выполнены по дифференциальной схеме с симметричными входами и выходами, и шесть диодов, причем вторая диагональ первого диодного моста включена между первым выходом первого и вторым выходом второго преобразователей напряжение-ток соответственно через первый и второй диоды, включенные согласно с диодами первого диодного моста, вторая диагональ второго диодного моста включена между первым выходом второго и вторым выходом первого преобразователей напряжение-ток соответственно через третий и четвертый диоды, включенные согласно с диодами второго диодного моста, между точкой соединения первого выхода первого преобразователя напряжение-ток и первого диода и точкой соединения первого выхода второго преобразователя напряжение-ток и третьего диода включены пятый диод, соединенный с первым и третьим диодами одноименными электродами, а между точкой соединения второго выхода первого преобразователя напряжение-ток и четвертого диода и точкой соединения второго выхода второго преобразователя напряжение-ток и второго диода включен шестой диод, соединенный с четвертым и вторым диодами одноименными электродами, а точка соединения первых диагоналей диодных мостов с нагрузкой подключена к общей шине.

На фиг.1 приведена электрическая функциональная схема предложенного преобразователя частоты; на фиг.2 - фрагмент, поясняющий влияние паразитных емкостей.

Преобразователь частоты содержит входной трансформатор 1, первый и второй диодные мосты 2 и 3, преобразователь 4 напряжение-ток, преобразователь 5 напряжение-ток, гетеродин 6, первый, второй, третий, четвертый, пятый, шестой диоды 7 - 12, нагрузку 13.

Преобразователь частоты работает следующим образом.

Входной трансформатор 1 является фазорасщепляющим устройством для напряжения сигнала, диодные мосты 2 и 3 коммутируют поочередно выводы вторичной обмотки входного трансформатора 1 к общей шине, в результате чего на нагрузке 13 выделяется напряжение преобразованной частоты $f_{пч} = f_r \pm f_c$,

где f_r - частота гетеродина; f_c - частота сигнала. Преобразователи 4 и 5 напряжение-ток вырабатывают ток управления соответственно первым и вторым диодными мостами 2 и 3 под действием управляющего напряжения гетеродина 6. Диоды 7 - 10 совместно с диодами своих диодных мостов 2 и 3 создают при протекании по ним тока достаточное запирающее напряжение для второго и первого диодных мостов 3 и 2 соответственно, которое подается через диоды 11 и 12. Кроме названной функции, диоды 11 и 12 разрывают цепь сигнала между закрытым и открытым диодными мостами, обеспечивая тем самым инвариантность параметров закрытого диодного моста к напряжению сигнала.

При выключенном гетеродине 6 ток на выходах преобразователей 4 и 5 напряжение-ток отсутствует, следовательно, диодные мосты 2 и 3 заперты, в результате чего напряжения сигнала на нагрузке 13 нет. При включении гетеродина 6 допустим в первый его полупериод на первом и втором выходах первого и второго преобразователей 4 и 5 формируется положительный и отрицательный ток гетеродина 6 соответственно, а другие их выходы обесточены. При этом протекает ток по цепи от первого выхода преобразователя 4 напряжение-ток через диод 7, диодный мост 2, диод 10 к второму выходу преобразователя 5. В результате диодный мост 2 открывается и подключает один из выводов входного трансформатора 1 к нагрузке 13, на которой выделяется напряжение сигнала. Одновременно второй диодный мост 3 закрыт. Во второй полупериод напряжения гетеродина 6 появляется положительный и отрицательный ток на втором и первом выходах преобразователей 4 и 5 напряжение-ток соответственно, а на других их выходах ток исчезает. Теперь ток протекает через второй диодный мост 3, первый же закрыт. Происходит соединение другого вывода вторичной обмотки входного трансформатора с нагрузкой 13, на которой выделяется напряжение сигнала. В результате поочередного включения диодных мостов 2 и 3 под действием тока, вырабатываемого преобразователями 4 и 5 напряжение-ток, в нагруз-

ке 13 образуется напряжение преобразованных частот.

Определяют предельные динамические диапазоны предлагаемого и известного преобразователей частоты.

За критерий предельного динамического диапазона преобразователя частоты принимают, например, 20%-ное уменьшение коэффициента преобразования. Это соответствует условию

$$R_{q3} \geq 5R_n, \quad (1)$$

где R_{q3} - сопротивление запертого диода;

R_n - сопротивление нагрузки.

Так как в известном преобразователе частоты запирающим напряжением для диодного моста является полное напряжение гетеродина, то можно записать

$$U_c - U_r = (R_n + R_r) I + \frac{2}{\mu} \ln\left(\frac{I}{I_0} + 1\right) \quad (2)$$

где U_c - напряжение сигнала и помех;

U_r - напряжение гетеродина;

R_r - сопротивление ограничительного резистора в цепи гетеродина;

μ - показатель степени в принятой экспоненциальной модели р-п-перехода;

I_0 - ток обратно смещенного р-п перехода диода.

При принятой аппроксимации сопротивление диода

$$R_d = \partial U_d / \partial i_d = 1/\mu \quad (3)$$

где U_d - напряжение на р-п переходе;

i_d - ток диода.

Принимая во внимание, что напряжение на открытом р-п-переходе при увеличении тока увеличивается незначительно, обозначим

$$\frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{I}{I_0} + 1\right) = U_{gsat}. \quad (4)$$

Тогда, подставляя (2) и (4) и (3), получим

$$R_q = 1/\mu \left[\frac{U_c - U_c - 2 U_{gsat}}{R_n + R_r} + I_0 \right] \quad (5)$$

Учитывая условие (1), определим из (5) то напряжение сигнала и помех, которое определяет предельный динамический диапазон известного преобразователя частоты (1)

$$U_c = U_r + \frac{R_H + R_r + 5R_H I_0 (2U_{gsat} - I_0 (R_H + R_r))}{5R_H I_0}$$

Так как $I_0 (R_H + R_r) \ll 2U_{gsat}$, то окончательно получаем

$$U_c = U_r + (R_H + R_r) / 5R_H I_0 + 2U_{gsat}$$

При минимально возможном напряжении гетеродина сопротивление R_r следует устремить к нулю, в этом случае

$$U_c = U_r + 2U_{gsat} + 1/5 I_0$$

Таким образом, предельный динамический диапазон известного преобразователя частоты при минимально возможном уровне гетеродина равен

$$U_c = 4U_{gsat} \quad (6)$$

или 2,8 В (при $U_{gsat} = 0,7$ В).

Оценим предельный динамический диапазон предложенного преобразователя частоты, в котором уменьшение нелинейных искажений при переключении диодных мостов достигается за счет увеличения их быстродействия, а после переключения - за счет реализации принципа инвариантности к напряжению входного сигнала. Процесс переключения диодных мостов поясним с помощью фиг.2. В один полупериод гетеродина б при протекании тока управления через диоды одного из диодных мостов 2 и 3 происходит заряд их емкостей C_d до величины U_{gsat} , а суммарное напряжение управления диодными мостами при этом достигает $U_y = 4U_{gsat}$. В другой полупериод гетеродина б ток управления через эти диоды не течет, а их емкости C_d постепенно разряжаются. Причем, в случае отсутствия диодов 11 и 12 они вынуждены разряжаться через большое выходное сопротивление преобразователей 4 или 5 напряжение-ток, что приводит к затягиванию одного из фронтов напряжения на диодном мосту и, как следствие, к снижению быстродействия и росту нелинейных искажений. Кроме того, за полпериода гетеродина б открытый мост не успевает полностью закрыться. В результате уменьшается коэффициент преобразования и резко возрастают нелинейные искажения преобразователя частоты после переключения диодных мостов. Практически схема оказывается неработоспособной.

Для устранения перечисленных недостатков в предложенном преобразователе частоты искусственно создается путь для перезаряда паразитных емкостей благодаря включению диодов 11 и 12. При этом, в качестве источника напряжения перезаряда используется падение напряжения, возникающее при протекании тока через диодный мост 2(3) и последовательно включенные с ним диоды 7,8,(9,10). Необходимость включения диодов 7-10 обусловлена тем, что вольтамперная характеристика всякого диода (в том числе и диодов 11 и 12) начинается не с нуля. Поэтому, чтобы произошел разряд емкостей диодов одного закрываемого диодного моста, должны сначала открыться диоды 11 и 12 под действием напряжения другого диодного моста, которое при отсутствии диодов 7-10 имеет недостаточную величину. Как показано на фиг.2, напряжение перезаряда емкостей первого диодного моста 2 с учетом падения напряжения на диодах 11, 12 составляет $-2U_{gsat} - 1,4$ В, т.е. разряд паразитных емкостей идет не к нулю, а к отрицательному источнику. Тем самым гарантируется как быстрое переключение диодных мостов, так и их надежное запираение в статическом состоянии.

Пусть первый диодный мост 2 (фиг.1) закрыт, а второй (3) открыт. Тогда, при положительной полярности сигнала может открыться один из диодов диодного моста 2 и диод 8, а при отрицательной полярности сигнала - другой диод диодного моста 2 и диод 7, диоды же 11 и 12 при этом еще более запираются, разрывая цепь сигнала между открытым и закрытым диодными мостами. Аналогично преобразователь частоты работает в другой полупериод гетеродина б, когда диодный мост 2 закрыт, а диодный мост 3 открыт. Следовательно, любой уровень сигнала на входе преобразователя частоты принципиально не может открыть запертый диодный мост, т.е. его параметры инвариантны к напряжению сигналов, а предельный динамический диапазон определяется максимально допустимым обратным напряжением диодов.

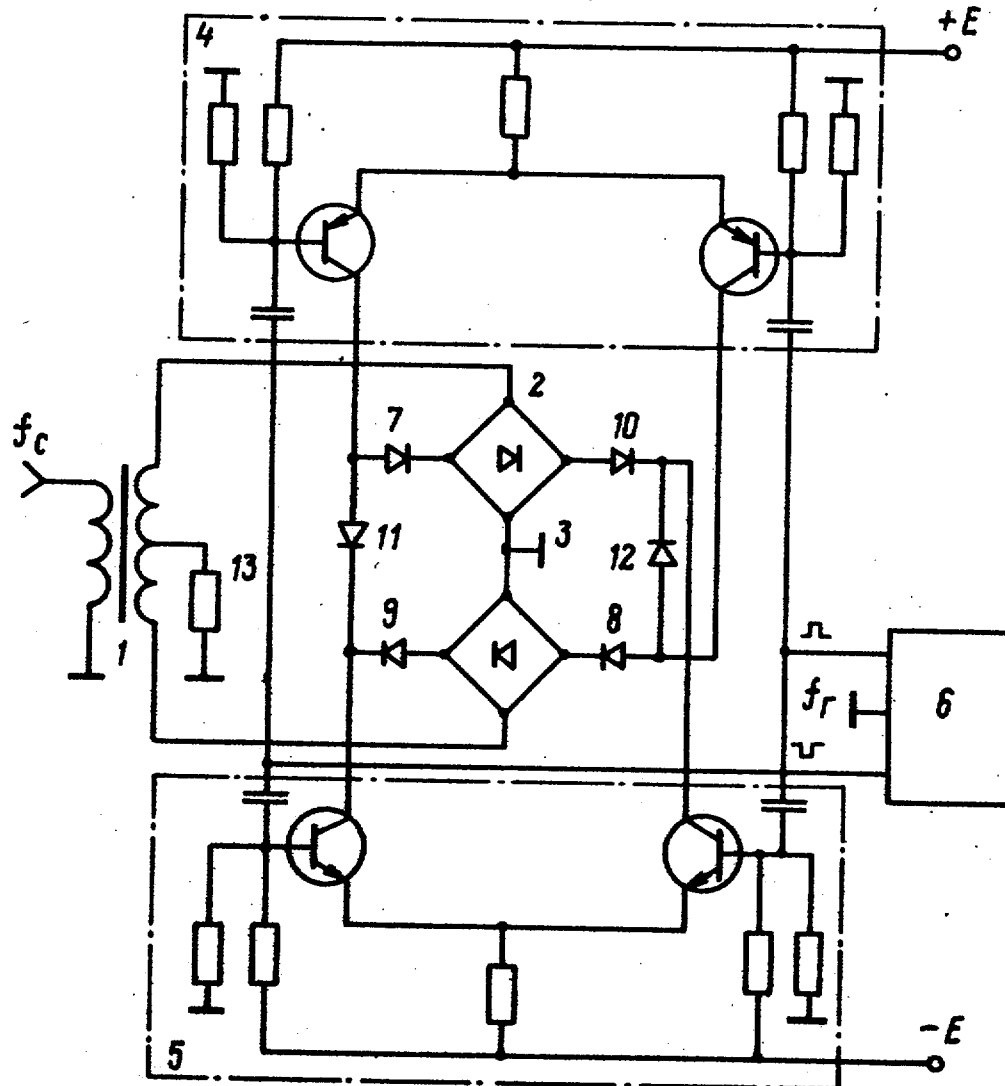
Таким образом, новое качество положительного эффекта получено за

счет реализации принципа инвариантности преобразующего элемента (диодных мостов) к сигналу и увеличения его быстродействия благодаря введению преобразователей 4 и 5 напряжение-ток и шести диодов.

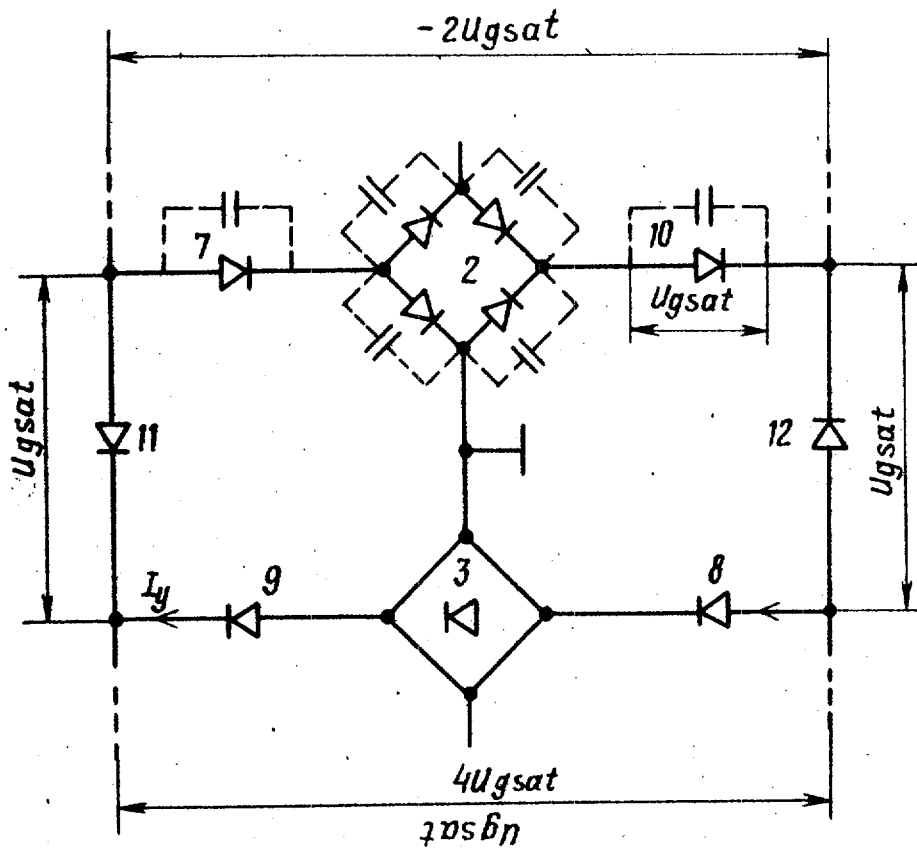
Предложенный преобразователь частоты испытан и показал следующие основные параметры: диапазон частот преобразуемых сигналов 0,1-100 МГц; коэффициент передачи по мощности, не хуже 0,45; динамический диапазон,

не менее 136 дБ, при условии, что ЭДС шума, приведенная ко входу, не более 1 мкВ, а перекрестные искажения не превышают 10%; диапазон частот гетеродина 0,1-100 МГц.

Таким образом, динамический диапазон предложенного преобразователя частоты в десять раз и более превосходит динамический диапазон известного преобразователя частоты при более высоком быстродействии



Фиг. 1



Фиг.2

Редактор И.Сегляник

Составитель А.Меньшикова
Техред А.Кравчук

Корректор А.Зимокосов

Заказ 1160/56

Тираж 902

Подписное

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

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4