



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54809 (13) U
(51) МПК (2009)
H03H 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КЕРОВАНА ІНДУКТИВНІСТЬ

1

2

(21) u201006148

(22) 21.05.2010

(24) 25.11.2010

(46) 25.11.2010, Бюл.№ 22, 2010 р.

(72) ДРЮЧИН ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, КИЧАК ВАСИЛЬ МАРТИНОВИЧ, ГАВРАСІЄНКО ПАВЛО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Керована індуктивність, що містить транзистор, між вхідним і керуючим електродами якого ввімкнено резистор, а спільний електрод приєднано до одного із виводів конденсатора і спільного виходу пристрою, яка **відрізняється** тим, що введено другий резистор подільника, чотири конденсатори і транзистор протилежного типу провіднос-

ті, при цьому другий резистор одним із виводів приєднано до вихідного електрода транзистора з протилежним типом провідності, через другий конденсатор до другого виходу пристрою і до виводу третього конденсатора, який іншим виводом приєднано до вихідного електрода транзистора, другий вивід другого резистора через четвертий конденсатор приєднано до другого виводу першого конденсатора і входу пристрою, одного із виводів п'ятого конденсатора, другий вивід якого приєднано до керуючого електрода транзистора, також другий вивід другого резистора з'єднано з керуючим електродом транзистора протилежного типу провідності, спільний електрод якого з'єднано зі спільним виходом пристрою.

Корисна модель належить до області радіо і електрозв'язку і може використовуватися в модуляторах системи зв'язку з кутовою модуляцією.

Відомий пристрій (Дробов С.А., Бычков С.И. Радиопередающие устройства, изд. четвертое. - М.: Советское радио, 1969, стор. 322, рис. 12.21), який містить дві реактивні лампи, що включені по двотактній схемі, керуючі електроди (сітки) яких підключені до ємностей подільників, виходів модулюючого трансформатора і джерела зміщення, а вихідні електроди (аноди) з'єднані і створюють один з виводів керованої індуктивності, другим виводом якої є точка з'єднання спільних електродів (катодів).

Недоліком пристрою є несиметрія схеми, яка обумовлена використанням в одному з подільників між електродної ємності лампи, а в другому - зовнішнього конденсатора, і яка веде до зміщення центральної частоти автогенератора і збільшення рівня нелінійних спотворень. Крім того, використання електровакуумних ламп ускладнює конструкцію модулятора і зменшує його надійність.

Як прототип вибрана керована індуктивність на транзисторі (Радиопередающие устройства: Учебник для вузов/ В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Луковин и др. - 2 изд. - М.: Радио и связь, 1990, стор. 315, 316 рис. 8.12), яка містить транзистор, між вхідним (база) і спільним (емітер) електродами якого ввімкнено конденсатор, а між вхід-

ним і вихідним (колектор) ввімкнено резистор, спільний електрод транзистора приєднано до спільного виходу пристрою, вихідний електрод транзистора до другого виходу пристрою, а керуючий електрод транзистора з'єднано зі входом пристрою.

Недоліком такого пристрою є обмежена галузь використання за рахунок того, що обмеження діапазону зміни еквівалентної індуктивності обмежує діапазон частотної девіації.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення галузі використання шляхом створення керованої індуктивності з розширеним діапазоном її зміни, зменшеним рівнем вищих гармонік частот модуляції, збільшення стабільності центральної частоти автогенератора за рахунок введення транзистора протилежного типу провідності, другого резистора і чотирьох конденсаторів.

Поставлена задача вирішується тим, що в керовану індуктивність, яка містить транзистор, між вхідним і керуючим електродами якого ввімкнено резистор, а спільний електрод приєднано до одного із виводів конденсатора і спільного виходу пристрою, введено другий резистор подільника, чотири конденсатори і транзистор протилежного типу провідності, при цьому другий резистор одним із виводів приєднано до вихідного електрода транзистора з протилежним типом провідності, через другий конденсатор до другого виходу пристрою і

UA (19) 54809 (11) (13) U

до виводу третього конденсатора, який іншим виводом приєднано до вихідного електроду транзистора, другий вивід другого резистора через четвертий конденсатор приєднано до другого виводу першого конденсатора і входу пристрою, одного із виводів п'ятого конденсатора, другий вивід якого приєднано до керуючого електроду транзистора, також другий вивід другого резистора з'єднано з керуючим електродом транзистора протилежного типу провідності, спільний електрод якого з'єднано зі спільним виходом пристрою.

Схема керованої індуктивності наведена на кресленні. Допоміжні кола: джерела зміщення і їх фільтри на схемі не показані. Керована індуктивність містить транзистор 1, наприклад, біполярний n-p-n провідності, перший резистор 2, перший конденсатор 3, спільний вихід пристрою 4, другий резистор 5, другий 6, третій 7, четвертий 8 і п'ятий 9 конденсатори, транзистор 10 протилежного типу провідності, наприклад, біполярний p-n-p типу, другий вихід пристрою 11, вхід модуляції 12, причому другий резистор 5 одним із виводів приєднано до вихідного електроду транзистора 10 з протилежним типом провідності, через другий конденсатор 6 до другого виходу пристрою 11 і до виводу третього конденсатора 7, який іншим виводом приєднано до вихідного електроду транзистора 1, другий вивід другого резистора через четвертий конденсатор 8 приєднано до другого виводу першого конденсатора 3 і входу пристрою 12, одного із виводів п'ятого конденсатора 9, другий вивід якого приєднано до керуючого електроду транзистора 1, також другий вивід другого резистора з'єднано з керуючим електродом транзистора протилежного типу провідності 10, спільний електрод якого з'єднано зі спільним виходом пристрою 4.

Пристрій працює наступним чином. При використанні керованої індуктивності на біполярних транзисторах вихідним електродом є колектор, керуючим - база, спільним - емітер. При використанні на польових транзисторах вихідним електродом є стік, керуючим - заслін, спільним - витік.

До спільного 4 і другого 11 виходів пристрою прикладається високочастотна гармонічна напруга, яка може бути подана, наприклад, від автогенератора:

$$u(t) = U_m \sin \omega t; \quad (1)$$

Через другий 6 і третій 7 конденсатори, які виконують функцію розділових конденсаторів і тому мають малий опір для високочастотного сигналу, ця напруга прикладається до вихідних електродів транзистора 1 і транзистора протилежного типу провідності 10. За рахунок малого опору другого 6 та третього 7 конденсаторів по відношенню до джерела напруги, що поступає на виходи пристрою 4 і 11 резистори 2 і 5 включені паралельно, тому їх еквівалентний опір:

$$R_{25} = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_5}; \quad (2)$$

де R_2 - опір резистора 2;

R_5 - опір другого резистора 5.

Номіналів резисторів 2 і 5 вибрано так, що їх еквівалентний опір R_{25} буде більшим за реактивний опір X_3 конденсатора 3 з ємністю C_3 :

$$R_{25} \gg X_3 = \frac{1}{\omega \cdot C_3}. \quad (3)$$

В цьому випадку струм через подільник $R_{25}C_3$ співпадатиме з напругою U_k , що прикладена між виводами пристрою 4 і 11, по фазі. За рахунок реактивного опору конденсатора 3, напруга на ньому відставатиме на кут близький до 90° :

$$U_3 = k \cdot U_m \cos \omega t; \quad (4)$$

де $k = X_3 / \sqrt{X_3^2 + R_{25}^2}$ - коефіцієнт передачі подільника $R_{25}C_3$ на частоті ω .

Через четвертий 8 і п'ятий 9 конденсатори, які виконують функції розділових конденсаторів, та сама напруга прикладається до спільного (емітера) та вхідного (бази) електродів транзистора 1 і транзистора 10 протилежного типу провідності. Завдяки зсуву напруги U_3 , яка подається на вхідні електроди обох транзисторів 1 і 10, струми вихідних електродів транзистора 1 і транзистора 10 протилежного типу провідності також будуть зсунутим на 90° по відношенню до напруги, що прикладена до вихідних електродів:

$$i_{\text{вих}} = S \cdot U_3 = S \cdot k \cdot U_m \cos \omega t, \quad (5)$$

де S - крутість передаточної характеристики, яку можна вважати реальним числом при роботі транзисторів на частотах нижче граничної.

Таким чином, струм $i_{\text{вих}}$ між спільним 4 і другим виходом 11 пристрою буде запізнюватись на 90° по відношенню до напруги, що прикладена до тих же виходів. Тобто при такому схемному рішенні і прийнятих співвідношеннях пристрій по реакції еквівалентний індуктивності L_e . В активному режимі:

$$L_e = \frac{|U_m|}{|i_{\text{вих}}| \omega} = \frac{U_m}{S \cdot k \cdot U_m \cdot \omega} = \frac{1}{S \cdot k \cdot \omega} \quad (6)$$

Зміна значення індуктивності L_e здійснюється подачею напруги модуляції на вхід модуляції 12, яка змінює зміщення на вхідних електродах транзистора 1 і транзистора протилежного типу провідності 10. За рахунок того, що транзистори 1 і 10 мають протилежну провідність, активні режими кожного з них відповідатимуть протилежним напівперіодам напруги модуляції.

Так при «додатньому» напівперіоді в активному режимі буде транзистор 1, а при «від'ємному» напівперіоді в активному режимі буде транзистор 10 протилежного типу провідності. Такий режим дає можливість змінювати крутість прохідної характеристики S від нуля до максимального значення S_{max} :

$$\Delta S_1 = S_{\text{max}} - S_{\text{min}} \approx S_{\text{max}}$$

При використанні прототипу зміна крутості ΔS_2 , а, відповідно, і індуктивності в два рази менше:

$$\Delta S_2 = S_{\text{max}} - S_{\text{cp}} \approx S_{\text{max}} / 2$$

$$\text{Де } S_{\text{cp}} = \frac{S_{\text{max}} - S_{\text{min}}}{2}$$

Таким чином, діапазон зміни індуктивності в пристрої приблизно в два рази більше, ніж в прототипі, приблизно в два рази більше і девіація частоти.

При симетрії плеч та ідентичності параметрів обох транзисторів 1 і 10, що легко реалізується в ІС, в навантаженні, яке підключається до виходів 4 і 11 пристрою компенсується постійна складова струмів вихідних електродів і парні гармоніки частот модуляції, що дозволяє зменшити зміщення центральної частоти автогенератора та збільшити стабільність частоти. Зменшення рівня парних гармонік частот модуляції веде до зменшення нелінійних спотворень в сигналі, що передається і відповідно в сигналі, який отримується після демодуляції.

Введення другого резистора 5 дозволяє змінювати початкове зміщення на вхідному електроді

транзистора 10 протилежного типу провідності і компенсувати рівень постійної складової в девіації частоти і, відповідно, зміщення центральної частоти автогенератора. Використання другого 6, третього 7, четвертого 8 і п'ятого 9 конденсаторів дозволяє встановлювати незалежні режими по постійному струму обох транзисторів 1 і 10, що дає можливість створити додаткову симетрію схеми і зменшити рівень парних гармонік частот модуляції. Сукупність цих факторів дозволяє розширити галузь застосування пристрою. Ці обставини підтверджують виконання поставленої задачі.

