



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41314 (13) U  
(51) МПК  
G01R 27/28 (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ГРАНИЧНОЇ ЧАСТОТИ ОДНОПЕРЕХІДНОГО ТРАНЗИСТОРА

1

2

(21) u200900490

(22) 23.01.2009

(24) 12.05.2009

(46) 12.05.2009, Бюл.№ 9, 2009 р.

(72) ЛІШІНСЬКА ЛЮДМИЛА БРОНІСЛАВІВНА, UA,  
ШВЕДЮК АНДРІЙ ГРИГОРОВИЧ, UA, ФІЛІНЬОК  
МИКОЛА АНТОНОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Установа для вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора, що включає генератор, частотомір, перший комутатор, досліджуваний транзисторний чотириполюсник, атенюатор, другий комутатор, вимірвач потужності, причому перший рухомий контакт першого комутатора під'єднано до генератора та до частотоміра, перший нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з входом досліджуваного транзисторного чотириполюсника та з першим нерухомим контактом другого комутатора, вихід досліджуваного транзисторного чотириполюсника з'єднано з атенюатором, другий нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з атенюатором та з другим нерухомим контактом другого комутатора, перший рухомий контакт другого комутатора з'єднано з вимірвачем потужності, яка **відрізняється** тим, що транзисторний чотириполюсник утворено одноперехідним транзистором, який включений по схемі з загальною першою базою, та містить схеми керування та живлення, причому перший контакт генератора під'єднано до частотоміра, другий контакт

генератора під'єднано до першого рухомого контакту першого комутатора, другий контакт частотоміра під'єднано до другого рухомого контакту першого комутатора, перший нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з першим нерухомим контактом другого комутатора та з першими контактами другого резистора, четвертого резистора та з емітером досліджуваного одноперехідного транзистора, другий нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з другим нерухомим контактом другого комутатора та з першим контактом атенюатора, третій нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з третім нерухомим контактом другого комутатора та з клеєю корпусу та з другим контактом четвертого резистора та з першою базою досліджуваного одноперехідного транзистора та з четвертим нерухомим контактом першого комутатора та з четвертим нерухомим контактом другого комутатора, другий контакт другого резистора під'єднано до перших контактів першого резистора, третього резистора та до першого контакту конденсатора, другий контакт першого резистора під'єднано до клеми живлення, другу базу досліджуваного одноперехідного транзистора з'єднано з другими контактами третього резистора та конденсатора та з другим контактом атенюатора, перший рухомий контакт другого комутатора з'єднано з першим контактом вимірвача потужності, другий рухомий контакт другого комутатора з'єднано з другим контактом вимірвача потужності.

Корисна модель відноситься до області електроніки, а саме виміральної техніки визначення параметрів транзисторів.

Відома установка визначення частоти транзистора по результатам вимірювання параметрів їх фізичних еквівалентних схем з подальшим розрахунком по формулам біполярного транзистора [Э. Столярский. Измерение параметров транзисторов. М; Сов.радио, 1976. с. 194]

$$f_T \approx |\beta| f_{\text{вим}},$$

де  $S_0$  та  $C_{3В}$  - низькочастотні значення крутизни та ємності затвор-витік польового транзистора;  $|\beta|$  - модуль коефіцієнта підсилення біполярного

транзистора в схемі із загальним емітером на частоті вимірювання  $f_{\text{вим}}$ .

Недоліком даної установки є її наближеність та низька точність зумовлена великою похибкою вимірювання параметрів  $S_0$  та  $C_{3В}$  на високих частотах, внаслідок впливу паразитних індуктивностей виводів транзисторів та їх міжелектродних ємностей.

Найбільш близькою до запропонованої є установка вимірювання граничної частоти польового транзистора [Филинук Н.А. Экспериментальное определение граничной частоты активной области кристалла полевого транзистора // Изв. Вуз

UA (13) U

(11) 41314

(19) UA

СССР. Радиоелектроника. - 1987. - № 12. - с. 50-92], котра включає вимірювання потужності сигналу  $P_{BC}$  на виході транзисторного чотириполіусника, при подачі сигналу на його вхід, та вимірювання потужності сигналу  $P_{B3}$  на його виході, при подачі сигналу на його вихід з подальшим розрахунком граничної частоти транзистора по формулі

$$f_T = f_{\text{ВІМ}} \sqrt{\frac{P_{BC}}{P_{B3}}} \quad (1)$$

Установка включає генератор, частотомір, перший комутатор, досліджуваний транзисторний чотириполіусник, атенюатор, другий комутатор, вимірювач потужності. Причому перший рухомий контакт першого комутатора під'єднано до генератора та до частотоміра, перший нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з входом досліджуваного транзисторного чотириполіусника та з першим нерухомим контактом другого комутатора, вихід досліджуваного транзисторного чотириполіусника з'єднано з атенюатором, другий нерухомий контакт першого комутатора з'єднано з атенюатором та з другим нерухомим контактом другого комутатора, перший рухомий контакт другого комутатора з'єднано з вимірювачем потужності.

Недоліком даної установки є низька точність зумовлена відмінністю фізичних еквівалентних схем польового та одноперехідного транзисторів, в наслідок різних режимів роботи цих транзисторів, що не дозволяє використовувати установку та вираз (1) для розрахунку граничної частоти одноперехідного транзистора.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення установки для вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора, в якій за рахунок вимірювання потужності сигналу на клеммах транзистора, що не потребує забезпечення режимів короткого замикання та холостого ходу, підвищується точність вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора.

Поставлена задача вирішується тим, що в установці для вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора, що включає генератор, частотомір, перший комутатор, резистори, конденсатор, досліджуваний транзисторний чотириполіусник, атенюатор, другий комутатор, вимірювача потужності, транзисторний чотириполіусник утворено одноперехідним транзистором, який включений по схемі з загальною першою базою, та містить схеми керування та живлення

На кресленні зображено структурну схему установки для вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора.

Установка для вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора складається з генератора 1, частотоміра 2, першого комутатора 3, першого 4, другого 5, третього 6 резисторів, конденсатора 7, досліджуваного одноперехідного транзистора 8, четвертого резистора 9, атенюатора 10, другого комутатора 11, вимірювача потужності 12. Причому перший контакт генератора 1 під'єднано до частотоміра 2, другий контакт генератора 1 під'єднано до першого рухомого контакту 14 першого комутатора 3, другий контакт частотоміра 2 під'єднано до другого рухомого контакту 13 першого комутатора 3, перший нерухомий контакт

15 першого комутатора 3, з'єднано з першим нерухомим контактом 20 другого комутатора 11 та з першими контактами другого резистора 5, четвертого резистора 9 та з емітером досліджуваного одноперехідного транзистора 8, другий нерухомий контакт 16 першого комутатора 3, з'єднано з другим нерухомим контактом 19 другого комутатора 11 та з першим контактом атенюатора 10, третій нерухомий контакт 17 першого комутатора 3, з'єднано з третім нерухомим контактом 22 другого комутатора 11 та з клеєю корпуса 25 та з другим контактом четвертого резистора 9 та з першою базою досліджуваного одноперехідного транзистора 8 та з четвертим нерухомим контактом 18 першого комутатора 3 та з четвертим нерухомим контактом 21 другого комутатора 11, другий контакт другого резистора 5 під'єднано до перших контактів першого резистора 4, третього резистора 6 та до першого контакту конденсатора 7, другий контакт першого резистора 4 під'єднано до клеми живлення, другу базу досліджуваного одноперехідного транзистора 8 з'єднано з другими контактами третього резистора 6 та конденсатора 7 та з другим контактом атенюатора 10, перший рухомий контакт 23 другого комутатора 11 з'єднано з першим контактом вимірювача потужності 12, другий рухомий контакт 24 другого комутатора 11 з'єднано з другим контактом вимірювача потужності 12.

Установка для вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора працює наступним чином. Відбувається вимірювання потужності сигналу  $P_{B1E}$  на клеммах першої бази та емітера, при подачі сигналу потужності  $P_T$  на клеми першої та другої бази, після цього вимірюється потужність  $P_{B1B2}$  на клеммах першої та другої бази, при подачі сигналу  $P_T$  на клеми емітера та першої бази. Причому в першому комутаторі 3 з'єднують відповідно контакти 13, 14 з 15, 17, під'єднуючи генератор 1 та частотомір 2 до входу досліджуваного одноперехідного транзистора 8, в другому комутаторі 11 з'єднують відповідно контакти 19, 21 з 23, 24, під'єднуючи вихід атенюатора 10 до вимірювача потужності 12. В цьому режимі виконують вимірювання значення потужності  $P_{B1E}$  досліджуваного одноперехідного транзистора 12 за допомогою вимірювача потужності 12. Потім в першому комутаторі 3 з'єднують відповідно контакти 13, 14 з 16, 18, під'єднуючи генератор 1 та частотомір 2 до виходу атенюатора 10, в другому комутаторі 11 з'єднують відповідно контакти 20, 22 з 23, 24, під'єднуючи вхід досліджуваного одноперехідного транзистора 8 до вимірювача потужності 12. В цьому режимі виконують вимірювання значення потужності  $P_{B1B2}$  досліджуваного одноперехідного транзистора 8 за допомогою вимірювача потужності 12. Значення  $f_{\text{ВІМ}}$  вимірюється за допомогою частотоміра 2:

$$f_T = f_{\text{ВІМ}} \frac{\alpha_0}{(1 + \alpha_0)^2} \sqrt{\frac{P_{B1E}}{P_{B1B2}}} \quad (2)$$

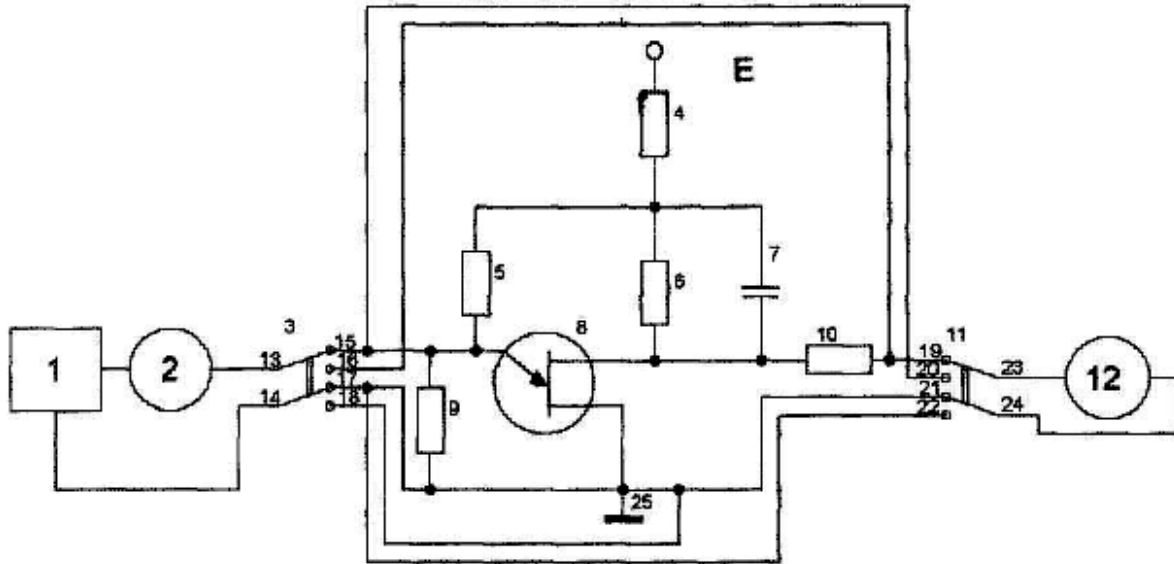
де  $f_{\text{ВІМ}}$  - частота сигналу потужністю  $P_T$ ,  $\alpha_0$  - низькочастотний коефіцієнт передачі транзистора по струму.

Для роботи досліджуваного одноперехідного транзистора 8 в лінійному режимі, в схему введені

елементи кола зміщення 4, 6, 9, та розв'язки 5, 7, 25.

За значеннями  $f_{\text{ВІМ}}$ ,  $R_{\text{Б1Е}}$  та  $R_{\text{Б1Б2}}$  за формулою (2) визначають значення граничної частоти досліджуваного одноперехідного транзистора 8.

Установка, що пропонується, в порівнянні з прототипом має суттєві переваги - можливість вимірювання граничної частоти одноперехідного транзистора з вищою точністю, оскільки спосіб не потребує забезпечення режимів короткого замикання чи холостого ходу.



Фіг.