

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е И З О Б Р Е Т Е Н И Я

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
СОВЕТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
(11) 667902

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 07. 06. 76 (21) 2369478/18-21

с присоединенной заявкой № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15. 06. 79. Бюллетень № 22

Дата опубликования описания 15. 06. 79

(51) М. Кл.
G 01 R 17/10

(53) УДК 621. 317.
.733 (088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. А. Лабунов, В. А. Сокол и Д. Н. Михайлов

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ТОКОВОЙ КОРРЕКТИРОВКИ ВЕЛИЧИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ

Изобретение относится к области микроэлектроники, преимущественно к технологии изготовления гибридных интегральных схем, и может быть использовано при корректировке величины сопротивления тонкопленочных резисторов.

Известно устройство токовой корректировки номиналов резисторов, содержащее мостовую схему измерения на постоянном токе, в измерительную диагональ которой включен фотоэлектрический индикатор разбаланса моста, а к корректируемому резистору через регулятор тока подключен источник переменного напряжения корректировки [1].

Недостатком этого устройства является низкая точность корректировки величины сопротивления резисторов.

Известно также устройство токовой корректировки величины сопротивления тонкопленочных резисторов, содержащее мостовую схему для измерения номинала корректируемого резистора, источник корректирующего напряжения, подключенный к корректируемому резистору, усилитель-детектор сигнала разбаланса моста, к выходу которого через электронный ключ подключен поро-

говый элемент, а также дифференцирующий блок и последовательно соединенный с ним пороговый элемент минимума производной, выход которого соединен с управляющим входом электронного ключа, а также схему, управляющую процессом корректировки [2].

Недостатком этого устройства является ограниченная точность корректировки величины сопротивления тонкопленочных резисторов, связанная с отсутствием возможности контроля за изменением сопротивления корректируемого резистора одновременно с электрическим воздействием на него и отсутствием эффективного управления энергией электрического воздействия на протяжении процесса корректировки.

Цель изобретения - повышение точности процесса токовой корректировки величины сопротивления тонкопленочных резисторов.

Поставленная цель достигается тем, что устройство токовой корректировки величины сопротивления тонкопленочных резисторов, содержащее управляемый источник напряжения корректировки, подключенный к корректируемому резистору через измерительное сопротивление, мостовую схе-

му измерения, выход которой через последовательно соединенные усилитель-детектор сигнала разбаланса моста, ключ, пороговый элемент подключен к входу триггера управления, причем выход усилителя-детектора сигнала разбаланса моста соединен с последовательно соединенными дифференцирующим блоком и пороговым элементом минимума производной, введены последовательно соединенные второй ключ, запоминающее устройство и блок сравнения текущего значения сигнала разбаланса, последовательно соединенные измеритель мощности, блок вычисления приращения мощности и нуль-орган, второй триггер управления, третий и четвертый ключи, второе и третье запоминающее устройство и блок сравнения мощности, причем один из выходов второго триггера управления через последовательно соединенные третий ключ и второе запоминающее устройство соединен с одним из входов блока сравнения мощности, а другой выход второго триггера управления через последовательно соединенные четвертый ключ и третье запоминающее устройство соединен с вторым входом блока сравнения мощности, выход которого через нуль-орган соединен с входом первого триггера управления, одновременно соединенного с блоком сравнения текущего значения и сигнала разбаланса, выход первого триггера управления одновременно соединен с входом управляемого источника напряжения корректировки и счетным входом второго триггера управления, при этом выход порогового элемента минимума производной соединен с управляющим входом первого ключа, а выход порогового элемента соединен с входом второго ключа, входы третьего и четвертого ключей соединены с выходом измерителя мощности, подключенного параллельно измерительному резистору, при этом другой вход блока вычисления приращения мощности соединен с выходом усилителя-детектора сигнала разбаланса моста, соединенного одновременно с входом блока сравнения текущего значения сигнала разбаланса и второго ключа.

На чертеже приведена блок-схема предлагаемого устройства.

Устройство токовой корректировки величины сопротивления тонкопленочных резисторов содержит корректируемый резистор 1, подключенный к входу мостовой измерительной схемы 2, последовательно соединенные усилитель-детектор 3 сигнала разбаланса моста, электронный ключ 4, пороговый элемент допуска 5, триггер 6 управления, управляемый источник 7 напряжения корректировки, измерительный резистор 8, параллельно которому включен измеритель 9 мощности, дифференцирующий блок 10, его выходной сигнал поступает на вход порогового элемента 11 минимума производной, а выход порогового элемента соединен с управляющим входом ключа 4, блок 12 сравнения текущего значения сигнала разбалан-

са, один из входов которого подсоединен непосредственно к выходу усилителя-детектора, а другой — через электронный ключ 13 и запоминающее устройство 14, блок 15 сравнения мощности, один из его входов подключен к выходу измерителя мощности 9 через последовательно соединенный ключ 16 и запоминающее устройство 17, другой — через последовательно соединенные ключ 18 и запоминающее устройство 19, при этом управляющие входы ключей 16 и 18 соединены с соответствующими выходами триггера 20, счетный вход которого соединен с выходом триггера управления 6, блок 21 вычисления приращения мощности, один вход которого соединен с выходом усилителя-детектора 3, а другой — с выходом измерителя 9 мощности, нуль-орган 22, один из входов которого соединен с выходом блока сравнения 15, а другой — с выходом блока 21 вычисления, причем выход нуль-органа 22 соединен со входом триггера управления 6.

Устройство работает следующим образом.

До начала корректировки сопротивление резистора 1 отличается от номинального значения, поэтому на выходе мостовой схемы измерения 2 находится соответствующее напряжение разбаланса, которое усиливается и детектируется усилителем-детектором 3 и через открытый ключ 4 поступает на вход порогового элемента допуска 5. Одновременно исходное напряжение разбаланса поступает на вход блока 2 вычисления приращения мощности, а через ключ 13 — на вход запоминающего устройства 14. Сигналом с выхода порогового элемента 5 переключается триггер 6, что приводит к запуску генераторов возрастающего напряжения корректировки источника 7. Напряжение с выхода источника 7 через измерительный резистор 8 поступает на корректируемый резистор 1. Величина электрической мощности, рассеиваемая на корректируемом резисторе 1, измеряется при помощи измерителя 9 мощности, а сигнал, пропорциональный величине указанной мощности с выхода измерителя 9 поступает на вход блока 21 вычисления приращения мощности и в зависимости от состояния триггера 20 через ключи 16 и 18 — на вход запоминающих устройств 17 и 19.

В результате рассеивания электрической мощности на резисторе 1 он разогревается, при этом его сопротивление изменяется, что приводит к изменению величины разбаланса мостовой измерительной схемы 2 и к соответствующему изменению сигнала на выходе усилителя-детектора 3. Величина этого изменения постоянно сравнивается в блоке 12 сравнения, а по достижении требуемой разности между исходным и текущим значением разбаланса моста с выхода блока 12 подается импульс на триггер 6, который изменяет свое состояние, сбрасывает источник 7 и переводит в противоположное состояние триггер 20, в резуль-

тате чего напряжение на корректируемом резисторе становится равным нулю, а в запоминающих устройствах 17 и 19 запоминается сигнал, пропорциональный величине максимальной мощности, рассеиваемой на резисторе 1 в данном цикле корректировки.

После уменьшения напряжения на резисторе 1 до нуля он начинает охлаждаться и его сопротивление резко изменяется. За счет сигнала, пропорционального величине производной от функции измерения сопротивления резистора 1 в процессе охлаждения, поступающего с выхода дифференцирующего блока 10, срабатывает пороговый элемент 11 минимума производной и закрывает ключ 4. По мере охлаждения резистора 1 величина производной уменьшается и по достижении допустимого минимального значения пороговый элемент 11 минимум производной выключается, а следовательно, открывается ключ 4 и с помощью порогового элемента 5 оценивается соответствие допустимому сопротивлению резистора 1 после первого цикла корректировки. Если отклонение сопротивления резистора 1 от требуемого значения больше допуска, то пороговый элемент 5 срабатывает, при этом закрывается ключ 13, а в запоминающем устройстве 14 запоминается сигнал разбаланса моста после первого цикла корректировки, а также срабатывает триггер 6, запускается источник 7 и начинается второй цикл корректировки, который происходит аналогично описанному выше порядку работы устройства.

Этот порядок работы устройства сохраняется до появления необратимых изменений сопротивления корректируемого резистора, после очередного цикла электрического воздействия на резистор 1. В этом случае в блоке 21 вычисления приращения мощности формируется сигнал, пропорциональный допустимому приращению мощности в данном цикле по отношению к максимально достигнутой мощности в предыдущем цикле, например сигнал

$$U_{\text{вых}} = K \frac{\Delta P_{n-1}}{\Delta \delta R_{n-1}} \delta R_{n-1},$$

где $U_{\text{вых}}$ — выходное напряжение блока 21;

K — постоянный коэффициент;

ΔP_{n-1} — приращение мощности в $(n-1)$ -ом цикле по сравнению с мощностью, достигнутой в $(n-2)$ -ом цикле;

$\Delta \delta R_{n-1}$ — необратимое изменение сопротивления корректируемого резистора 1 за $(n-1)$ -ый цикл;

δR_{n-1} — отклонение сопротивления этого резистора от номинального значения после $(n-1)$ -го цикла корректировки.

Затем работа устройства в n -ом цикле воздействия происходит следующим образом.

По мере увеличения электрической мощности, рассеиваемой на корректируемом резисторе 1, ее величина сравнивается с величиной максимально достигнутой мощности в предыдущем цикле в блоке 15, а с момента достижения равенства этих мощностей сигнал, пропорциональный их последующей разности, поступает на соответствующий вход нуля—орган 22, на другой вход которого поступает сигнал с блока 21 вычисления.

При равенстве сигналов на обоих входах нуля—органа 22 на его выходе формируется импульс сброса триггера 6. После переключения триггера 6 сбрасывается источник 7 и переключается триггер 20, в результате прекращается электрическое воздействие на корректируемый резистор 1, меняется состояние ключей 16 и 18, и на одном из запоминающих устройств 17 или 19 фиксируется максимальное значение мощности, достигнутое в данном цикле корректировки. В дальнейшем работа устройства повторяется.

Циклы корректировки прекращаются, если после очередного остывания резистора 1 окажется, что сигнал разбаланса мостовой измерительной схемы 2 меньше сигнала, соответствующего допустимому отклонению сопротивления резистора 1 от номинального значения. В этом случае пороговый элемент 5 не срабатывает и триггер 6 остается в исходном состоянии, а следовательно, не запускается источник 7, и резистор 1 не подвергается электрическому воздействию.

Формула изобретения

Устройство токовой корректировки величины сопротивления тонкопленочных резисторов, содержащее управляемый источник напряжения корректировки, подключенный к корректируемому резистору через измерительное сопротивление, мостовую схему измерения, выход которой через последовательно соединенные усилитель—детектор сигнала разбаланса моста, ключ, пороговый элемент подключен к входу триггера управления, причем выход усилителя—детектора сигнала разбаланса моста соединен с последовательно соединенными дифференцирующим блоком и пороговым элементом минимума производной, отличающийся тем, что, с целью повышения точности процесса токовой корректировки, в него введены последовательно соединенные второй ключ, запоминающее устройство и блок сравнения текущего значения сигнала разбаланса, последовательно соединенные измеритель мощности, блок вычисления приращения мощности и нуля—орган, второй триггер управления, третий и четвертый ключи, второе и третье запоминающее устройство и блок сравнения мощности, причем один из выходов второго триггера управления через по-

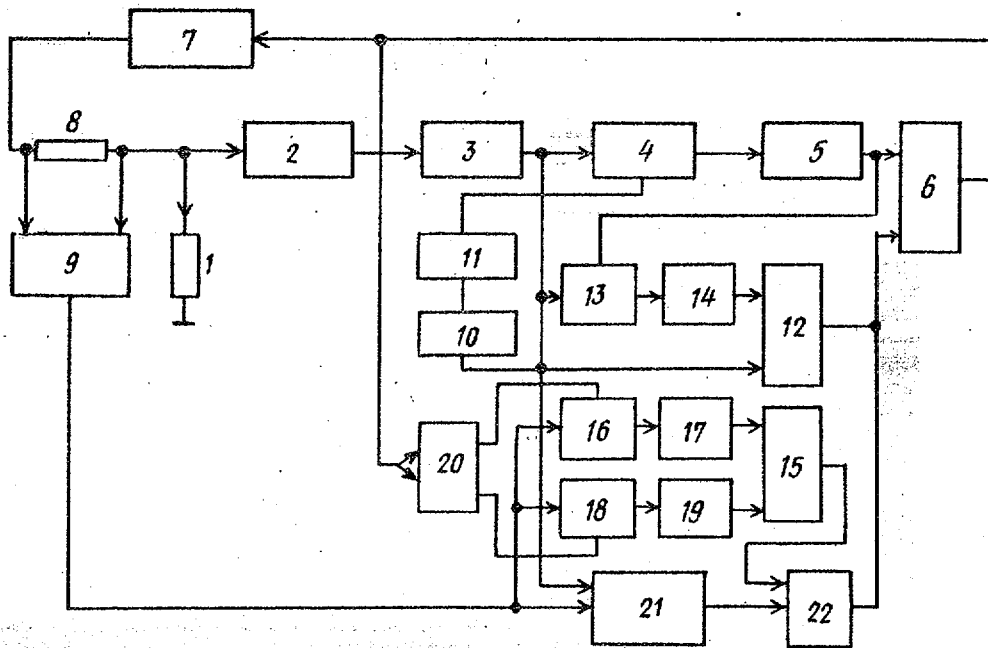
следовательно соединенные третий ключ и второе запоминающее устройство соединен с одним из входов блока сравнения мощности, а другой выход второго триггера управления через последовательно соединенные четвертый ключ и третье запоминающее устройство соединен с вторым входом блока сравнения мощности, выход которого через нуль-орган соединен с входом первого триггера управления, одновременно соединенного с блоком сравнения текущего значения сигнала разбаланса, выход первого триггера управления одновременно соединен с входом управляемого источника напряжения корректировки и счетным входом второго триггера управления, при этом выход порогового элемента минимума производной соединен с управляющим входом первого ключа,

а выход порогового элемента соединен с входом второго ключа, входы третьего и четвертого ключей соединены с выходом измерителя мощности, подключенного параллельно измерительному резистору, при этом другой вход блока вычисления приращения мощности соединен с выходом усилителя-детектора сигнала разбаланса моста, соединенного одновременно со входом блока сравнения текущего значения сигнала разбаланса и второго ключа.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 232352, кл. H 01 C 17/00, 28. 09. 67.

2. Авторское свидетельство СССР № 468168, кл. G 01 R 17/00, 20. 02. 75.



Редактор Т. Янова

Составитель И. Бахтина
Техред С. Мигай

Корректор А. Грищенко

Заказ 3458/40

Тираж 1089

Подписное

ЦНИИПИ 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