



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 691781

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 14.09.77 (21) 2523992/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.10.79. Бюллетень № 38

Дата опубликования описания 18.10.79

(51) М. Кл.²

G 01 R 27/26
G 01 R 27/00

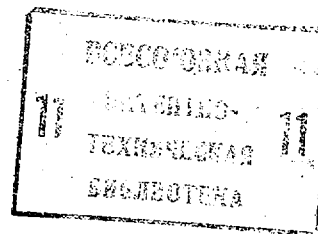
(53) УДК 621.317.
.73(088.8)

(72) Автор
изобретения

Свирид В. Л.

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНЫХ ПРОВОДИМОСТЕЙ И ДОБРОТНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,

1

Изобретение относится к радиоизмерительной технике, предназначено для измерения полных проводимостей и добротности различных линейных и нелинейных элементов с повышенной точностью и быстродействием и может быть использовано при технологическом контроле параметров полупроводниковых приборов и других объектов с неблагоприятными соотношениями составляющих.

Известно устройство для измерения параметров радиотехнических элементов, основанное на компенсации потерь в измерительном контуре и содержащее блок автоматической регулировки амплитуды, два широкополосных усилителя, согласующие элементы, два ключа и блок регистрации момента возбуждения [1].

Это устройство имеет низкую точность и не обеспечивает высокой производительности измерений.

Известно также устройство, основанное на компенсации вносимых потерь в

2

измерительном контуре при его ударном возбуждении и содержащее генератор запускающих импульсов, схему управления, измерительный контур, дифференцирующую цепь, усилитель-ограничитель разнополярных импульсов, сравнивающее устройство, аналоговый делитель с индикаторным устройством, а также исследуемый элемент с источником и измерителем напряжения смещения и управляемые образцовые отрицательную активную и реактивную проводимости [2].

Данное устройство не обеспечивает высокого быстродействия, в особенности при измерениях параметров нелинейных элементов на низких частотах. Кроме этого, устройство имеет низкую производительность вследствие трудностей автоматизации измерений по реактивной составляющей.

Целью изобретения является автоматизация и повышение быстродействия измерений.

Для этого в устройство для измерения полных проводимостей и добротности нелинейных элементов, содержащее генератор запускающих импульсов, блок управления, соединенный с одним из зажимов для подключения измерительного контура, блок дифференцирования, соединенный с входом усилителя-ограничителя, блок сравнения, аналоговый делитель, индикатор, источник напряжения смещения, соединенный с измерителем напряжения смещения и с одним из зажимов для подключения исследуемого нелинейного элемента, а также управляемые образцовые активную и реактивную проводимости, одни выводы которых соединены соответственно с первым и вторым входами аналогового делителя, введены блок регистрации экстремума, переключатель, два синхронных демодулятора, RS- и T-триггеры, два элемента И, элемент НЕ, элемент ИЛИ, а также интегратор, причем вход блока регистрации экстремума подключен к другому зажиму для подключения измерительного контура и к одному из входов переключателя, выход которого соединен с другим зажимом для подключения исследуемого нелинейного элемента и с другими выводами управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей, а выход блока регистрации экстремума соединен с входом блока дифференцирования и с информационными входами каждого синхронного демодулятора, выходы которых соответственно соединены с входами блока сравнения, а управляющие входы синхронных демодуляторов соответственно соединены с выходами одного и другого элемента И и с одним и другим входами интегратора, выход которого соединен с одним входом аналогового делителя и с первым входом индикатора, второй вход которого соединен с выходом блока сравнения, а третий вход - с выходом аналогового делителя, другой вход последнего соединен с выходом блока сравнения, а также один из выходов усилителя-ограничителя через элемент ИЛИ, а другой выход через элемент НЕ соответственно соединены с S- и R- входами RS-триггера, R-вход которого соединен со счетным входом T-триггера, установочный вход последнего соединен с выходом генератора запускающих импульсов и с другим входом элемента ИЛИ, прямой выход T-триггера соединен с другим входом переключателя и с одним из входов первого элемента И, инверсный вы-

ход T-триггера соединен с одним из входов второго элемента И, другие входы первого и второго элементов И соединены с выходом RS-триггера и с входом блока управления.

На чертеже приведена структурная электрическая схема устройства для измерения полных проводимостей и добротности нелинейных элементов.

Устройство для измерения полных проводимостей и добротности нелинейных элементов содержит измерительный контур 1, к которому через переключатель 2 подключены управляемые образцовые активная 3 и реактивная 4 проводимости, а также исследуемый элемент 5 с источником 6 и измерителем 7 напряжения смещения, с помощью которых задается необходимый режим измерения нелинейного элемента. Образцовая реактивная проводимость 4 выполнена отрицательной. Управляющие входы управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей 3 и 4 соединены с соответствующими входами аналогового делителя 8, позволяющего получить непосредственный отсчет добротности с помощью индикатора 9, который подключен к выходу аналогового делителя 8. Возбуждение колебаний специальной формы в измерительном контуре 1 осуществляется с помощью системы, в состав которой входят блок регистрации экстремума 10, блок дифференцирования 11, усилитель-ограничитель 12, элемент НЕ 13, элемент ИЛИ 14, RS-триггер 15 и блок управления 16; два синхронных демодулятора 17 и 18, подключенные к выходу блока регистрации экстремума 10, и блок сравнения 19, соединенный с управляемой образцовой активной проводимостью 3 и аналоговым делителем 8; T-триггер 20, два элемента И 21 и 22 и интегратор 23, соединенный с управляемой образцовой реактивной проводимостью 4 и аналоговым делителем 8. Синхронизация контура уравнивания активной составляющей осуществляется импульсами, образующимися на выходах логических элементов И 21 и 22, которые соединены с соответствующими входами синхронных демодуляторов 17 и 18. Работа переключателя 2 управляет T-триггер 20. Начальные условия всех систем устройства обеспечиваются генератором запускающих импульсов 24.

Работа устройства в наиболее неблагоприятном случае, когда при включении

прибора в сеть исходное состояние схемы управления 16 таково, что она шунтирует измерительный контур 1 и колебания в нем отсутствуют, заключается в том, что генератор запускающих импульсов 24 выдает короткий импульс, который через элемент ИЛИ 14 воздействует на S-вход RS-триггера 15 и переводит его в единичное состояние, при котором блок управления 16 в измерительном контуре 1 ударно возбуждает колебания. Одновременно с этим импульс генератора запускающих импульсов 24 устанавливает в исходное состояние T-триггер 20, который, в свою очередь, размыкает переключатель 2, предотвращает появление импульса на выходе элемента И 21, пропускает сигнал с выхода RS-триггера 15 на выход элемента И 22 и, тем самым, воздействует на один из входов интегратора 23 и открывает синхронный детектор 18. Возникающее в результате ударного возбуждения колебание в измерительном контуре 1, например, положительной полярности, проходит через блок регистрации экстремума 10, работающий в данный момент времени в режиме повторителя напряжения, на информационный вход синхронного детектора 18, где информация об амплитуде колебаний непрерывно накапливается и запоминается. Приобретаемая информация в интеграторе 23 и синхронном детекторе 18, воздействуя (первая непосредственно, а вторая через сравнивающее устройство 19) на управляющие входы управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей 3 и 4, смещает их под влиянием большего разностного сигнала в область максимума значений отрицательных проводимостей.

При достижении через четверть периода T_0 максимальной амплитуды U_{mo} блок регистрации экстремума 10 переходит в режим компаратора, и на его выходе образуется резкий перепад напряжения. Отрицательный перепад этого напряжения обрабатывается дифференцирующей цепью 12 и усилителем-ограничителем 13, усвоенным таким образом, что на одном из его выходов возможно появление импульсов только отрицательной полярности, а на другом — положительной, и после инвертирования элементом НЕ 13 воздействует на R-вход RS-триггера 15 и счетный вход T-триггера 20 и опрокидывает их. При этом блок управления 16, являющаяся низкий потенциал с выхода RS-

триггера 15, шунтирует измерительный контур 1, и колебание в нем, быстро затухая по экспоненте, прекращается, совершив лишь полную четверть периода, соответствующего резонансной частоте измерительного контура 1. Возникающий высокий потенциал на прямом выходе T-триггера 20 переводит переключатель 2 в замкнутое состояние и подключает, таким образом, управляемые образцовые активную и реактивную проводимости 3 и 4, а при измерениях — и исследуемый элемент 5 с источником 6 и измерителем 7 напряжения смещения, к измерительному контуру 1, причем существующие одновременно низкие потенциалы на инверсном выходе T-триггера 20 и выходе RS-триггера 15 исключают импульс на выходе элемента И 22, и синхронный детектор 18 переходит в режим хранения накопленной информации о максимуме амплитуды колебания U_{mo} . Информация о периоде колебаний T_0 , сосредоточенная в длительности импульса, существовавшего на выходе элемента И 22, к этому моменту времени накопилась в виде напряжения определенной полярности в интеграторе 23.

Спустя некоторое время $T_{восст}$ блок регистрации экстремума 10 возвращается в исходное состояние, образуя положительный перепад напряжения на своем выходе, который после обработки в блоке дифференцирования 11 и в усилителе-ограничителе 12 поступает через элемент ИЛИ 14 на S-вход RS-триггера 15, который опять переходит в единичное состояние, вызывая посредством блока управления 16 снова ударное возбуждение колебания в измерительном контуре 1 и разрешая прохождение единичного сигнала с прямого выхода T-триггера 20 на выход логического элемента И 21. Образующийся импульс поступает на второй вход интегратора 23 и открывает для приема информации синхронный детектор 17. По мере бурного нарастания амплитуды и сокращения периода ударно возбуждаемого колебания в рассматриваемый момент времени из-за того, что в измерительный контур 1 внесены отрицательная активная и реактивная проводимости, информация о текущей амплитуде колебания, поступающего с выхода блока регистрации экстремума 10, непрерывно накапливаясь в синхронном детекторе 17, преодолевает в сравнивающем блоке сравнения 19 хранящуюся синхронным детектором 18 информа-

цию и смещает управляемую образцовую активную проводимость 3 в область малых значений отрицательной составляющей, ограничивая рост амплитуды колебания в измерительном контуре 1. Одновременно с этим информация о текущем периоде колебания, непрерывно поступающая с выхода элемента И 21 на второй вход интегратора 23, компенсирует в нем ранее накопленную информацию о начальном периоде T_0 и смещает управляемую образцовую реактивную проводимость 4 в область малых значений отрицательной составляющей, способствуя росту периода колебания. В результате отмеченных противодействий мало вероятным является то, что к моменту окончания формирования возбуждаемого колебания его амплитуда и период совпадают с первоначальными. Наиболее вероятным оказываются случаи, когда амплитуда и период колебания не равны U_{m0} и T_0 , причем они могут быть как больше, так и меньше их, все зависит от инерционности контуров уравнивания по активной и реактивной составляющей, а также от того, подключается или не подключается к измерительному контуру 1 исследуемый элемент 5 с учетом характера его составляющих полных проводимостей. Независимо от того, какой из случаев будет преобладающим в данный момент, на динамику процессов, происходящих в схеме, это не оказывает решающего влияния.

Пусть к моменту окончания четверти периода возбуждаемое колебание характеризуется амплитудой $U_{m1} < U_{m0}$ и периодом $T_1 > T_0$, при этом, достигнув максимума амплитуды, снова срабатывает блок регистрации экстремума 10, формируя резкий перепад напряжения и описанным выше способом возвращая в исходное состояние RS-триггер 15, T-триггер 20 и блок управления 16, который, шунтируя измерительный контур 1, прекращает в нем колебательный процесс. Появление низкого потенциала на прямом выходе T-триггера 20 переводит переключатель 2 в разомкнутое состояние, отключая управляемые образцовые активную и реактивную проводимости 3 и 4 от измерительного контура 1, а также заканчивает формирование импульса на выходе элемента И 21, переводящего синхронный детектор 17 в режим хранения накопленной информации о максимуме амплитуды U_{m1} и прекращающего поступление

на второй вход интегратора 23 информации о периоде T_1 текущего колебания.

В дальнейшем процессы формирования колебаний в измерительном контуре 1 и разделения информации о периоде и амплитуде этих колебаний повторяются периодически, создавая непрерывно поступающую информацию об амплитуде U_{m0} и периоде T_0 идеализированных колебаний, соответствующих собственным параметрам измерительного контура 1, в синхронный детектор 18 и по одному из входов интегратора 23, а информацию об амплитуде и периоде колебаний, зависящих от состояния во времени управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей 3 и 4 и характера измеряемых составляющих исследуемого элемента 5 - в синхронный детектор 17 и по другому входу интегратора 23. В результате непрерывного сравнения уровней сигналов с выходов синхронного детектора 17 и элемента И 21 с опорными уровнями сигналов с выходов синхронного детектора 18 и элемента И 22 соответственно в блоке сравнения 19 интеграторе 23 образуются разностные сигналы, стремящиеся изменить раздельно состояния управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей 3 и 4 таким образом, чтобы возбуждаемые колебания приблизить к идеализированным и привести систему стабилизации амплитуды и периода в уравновешенное состояние независимо от того, подключаются или не подключаются к измерительному контуру 1 управляемые образцовые активная и реактивная проводимости 3 и 4 и исследуемый элемент 5. Спустя 3-4 полных такта возбуждения колебаний системы стабилизации уравниваются с заданной степенью точности и в дальнейшем осуществляют слежение за изменением параметров исследуемого элемента 5, вызванных, например, изменением напряжения смещения источника 6 или другими воздействующими факторами, полностью компенсируя измеряемые составляющие проводимости соответствующими отрицательными составляющими управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей 3 и 4. При таких условиях напряжения управления управляемыми образцовыми активной и реактивной проводимостями 3, 4 пропорциональны измеряемым полным проводимостям и поступают для регистрации на индикатор 9, а также на

соответствующие входы аналогового делителя 8 для вычисления добротности исследуемого элемента 5 с последующей регистрацией.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для измерения полных проводимостей и добротности нелинейных элементов, содержащее генератор запускающих импульсов, блок управления, соединенный с одним из зажимов для подключения измерительного контура, блок дифференцирования, соединенный с входом усилителя-ограничителя, блок сравнения, аналоговый делитель, индикатор, источник напряжения смещения, соединенный с измерителем напряжения смещения и с одним из зажимов для подключения исследуемого нелинейного элемента, а также управляемые образцовые активную и реактивную проводимости, одни выводы которых соединены соответственно с первым и вторым входами аналогового делителя, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью автоматизации и повышения быстродействия измерений, введены блок регистрации экстремума, переключатель, два синхронных демодулятора, RS- и T-триггеры, два элемента И, элемент НЕ, элемент ИЛИ, а также интегратор, причем вход блока регистрации экстремума подключен к другому зажиму для подключения измерительного контура и к одному из входов переключателя, выход которого соединен с другим зажимом для подключения исследуемого нелинейного элемента и с другими выводами управляемых образцовых активной и реактивной проводимостей, а выход блока регистра-

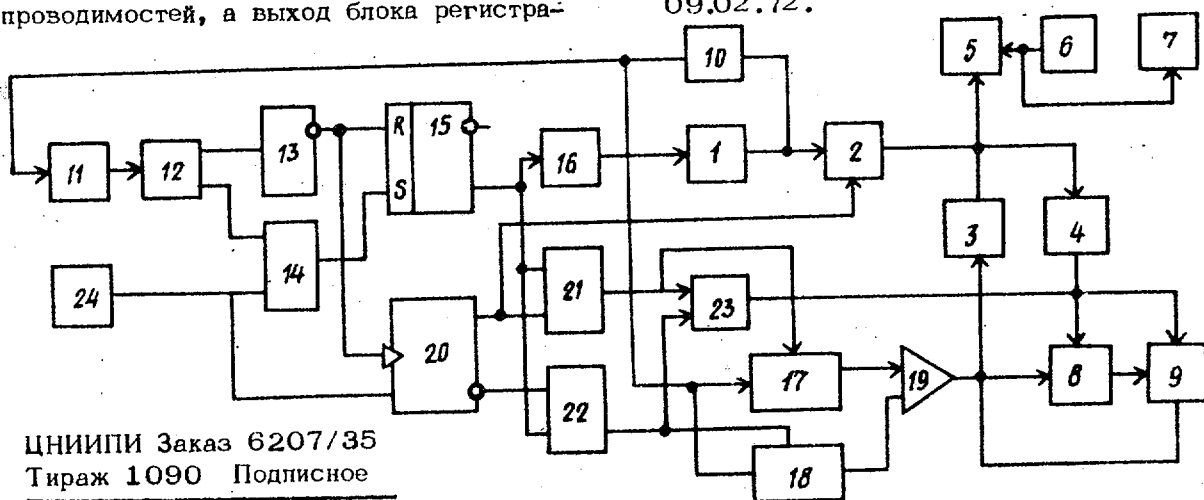
ции экстремума соединен с входом блока дифференцирования и с информационными входами каждого синхронного демодулятора, выходы которых соответственно соединены с входами блока сравнения, а управляющие входы синхронных демодуляторов соответственно соединены с выходами одного и другого элемента И и с одним и другим входами интегратора, выход которого соединен с одним входом аналогового делителя и с первым входом индикатора, второй вход которого соединен с выходом блока сравнения, а третий вход - с выходом аналогового делителя, другой вход последнего соединен с выходом блока сравнения, а также один из выходов усилителя-ограничителя через элемент ИЛИ, а другой выход через элемент НЕ соответственно соединены с S- и R- входами RS-триггера, R-вход которого соединен со счетным входом T-триггера, установочный вход последнего соединен с выходом генератора запускающих импульсов и с другим входом элемента ИЛИ, прямой выход T-триггера соединен с другим входом переключателя и с одним из входов первого элемента И, инверсный выход T-триггера соединен с одним из входов второго элемента И, другие входы первого и второго элементов И соединены с выходом RS-триггера и с входом блока управле-

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 523366, кл. G 01 R 27/26, 11.01.74.

2. Авторское свидетельство СССР № 429375, кл. G 01 R 27/26, 09.02.72.



ЦНИИПИ Заказ 6207/35
Тираж 1090 Подписное

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