



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 739437

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 06.09.76 (21) 2402461/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 05.06.80, Бюллетень № 21

Дата опубликования описания 10.06.80

(51) М. Кл.²

G 01 R 27/26

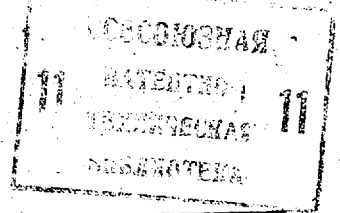
(53) УДК 621.317.
.337(088.8)

(72) Автор
изобретения

В. Л. Свирид

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ КОНТУРОВ

1
Изобретение относится к радиоизмерительной технике, предназначено для измерения добротности колебательных систем с повышенной точностью и быстродействием, может быть использовано для измерения емкости, индуктивности, тангенса угла потерь различных элементов.

Известно устройство для измерения добротности радиотехнических систем, содержащее измерительный контур, входной и выходной согласующие элементы, два широкополосных усилителя, блок автоматической регулировки амплитуды, два ключа, блок регистрации момента возбуждения [1].

Недостатком устройства является низкая точность измерения.

Наиболее близким к изобретению техническим решением является устройство для измерения добротности и резонансных контуров, содержащее последовательно соединенные генератор, управляемый по частоте, частотный модулятор, ко второ-

2
му входу которого через усилитель подключен генератор ступенчатого напряжения и блок измерения второй производной, состоящий из трех синхронных демодуляторов, первые входы которых объединены и подключены к исследуемому контуру, а вторые входы соединены с соответствующими выходами генератора ступенчатого напряжения, суммирующего устройства, аттенюатора и вычитающего устройства, причем выход первого демодулятора соединен с одним из входов вычитающего устройства, выходы второго и третьего демодуляторов соединены со входами суммирующего устройства, выход которого через аттенюатор соединен со вторым входом вычитающего устройства. Кроме этого, в состав устройства входит второе вычитающее устройство, выход которого через блок поиска соединен с генератором, управляемым по частоте, а входы — с выходами соответственно второго и третьего синхронных демодуляторов, а также индикатор и последо-

вательно соединенные второй аттенюатор и третье вычитающее устройство, выход которого через переключатель соединен с усилителем [2].

Недостатком устройства является низкая точность измерения, обусловленная методической погрешностью, связанной с определением второй производной.

Целью изобретения является повышение точности измерения добротности колебательных систем.

Указанная цель достигается за счет, того что в измеритель добротности колебательных контуров, содержащий генератор, перестраиваемый по частоте, соединенный с одним входом частотного модулятора, другой вход которого через усилитель соединен с выходом генератора ступенчатого напряжения, а выход через исследуемый контур соединен с амплитудным детектором, выход последнего и выходы генератора ступенчатого напряжения соединены с соответствующими входами блока измерения второй производной по частоте, состоящего из трех синхронных демодуляторов, при этом выход первого демодулятора соединен с одним из входов первого блока вычитания и с одним из входов первого сумматора, другой вход которого соединен с выходом второго синхронного демодулятора и с другим входом первого блока вычитания, а выход первого сумматора через первый аттенюатор соединен с одним из входов второго блока вычитания, другой вход которого соединен с выходом третьего синхронного детектора, выход первого блока вычитания через устройство поиска соединен со входом генератора перестраиваемой частоты, второй аттенюатор соединен с одним из входов третьего блока вычитания, выход которого через переключатель соединен с управляющим входом усилителя и индикатор, введены второй сумматор, третий аттенюатор, четвертый синхронный демодулятор и четвертый блок вычитания, причем выход последнего соединен с другим входом третьего блока вычитания, один вход соединен с выходом второго синхронного демодулятора, один из входов четвертого блока вычитания соединен с выходом второго синхронного демодулятора, а другой вход четвертого блока вычитания соединен с выходом третьего аттенюатора, вход которого соединен с выходом второго сумматора, один вход последнего соединен с выходом третьего демодулятора, а другой вход — с выходом четвертого синхронно-

го демодулятора, один вход последнего соединен с одним из входов генератора ступенчатого напряжения, другой вход — с одним из выходов амплитудного детектора, а выход блока выделения второй производной соединен со входом второго аттенюатора; при этом устройство поиска соединено с управляющим входом переключателя, а выход генератора перестраиваемой частоты соединен с одним из входов индикатора, другой вход последнего соединен с выходом усилителя.

На чертеже представлена функциональная электрическая схема измерителя добротности.

На схеме показаны исследуемый контур 1, генератор 2, управляемый по частоте, частотный модулятор 3, генератор ступенчатого напряжения 4, соединенный с модулятором 3 через усилитель 5, амплитудный детектор 6, блок измерения второй производной по частоте 7, содержащий три синхронных демодулятора 8-10, суммирующее устройство 11, аттенюатор 12 и вычитающее устройство 13. Для задания числа n с помощью второй производной от амплитудно-частотной характеристики исследуемого контура в устройство введен соответствующий канал измерения второй производной в одной из точек, расположенных по соседству с исследуемой точкой (ω_0), например, ($\omega_0 + \Delta\omega$). Этот канал содержит синхронный демодулятор 14, суммирующее устройство 15, аттенюатор 16 с коэффициентом затухания, равным двум, и вычитающее устройство 17, аттенюатор 18 и вычитающее устройство 19 с большим коэффициентом передачи. В данном случае необходимый коэффициент затухания аттенюатора 18 в зависимости от устанавливаемого числа n определяют исходя из характеристики второй производной.

Настройка генератора 2 на резонансную частоту исследуемого контура 1 автоматизирована с помощью вычитающего устройства 20 и устройства поиска 21, которое содержит блок поиска 22 и блок управления 23, соединенный с переключателем 24, а также индикатор 25, содержащий преобразователь 26 "амплитуда-частота" и блок измерения отношения частот 27, к которому подключено отсчетное устройство 28, представляющее собой счетчик импульсов.

Измеритель работает следующим образом.

При воздействии на частотный модулятор 3 ступенчатого напряжения $U = f(t)$

на его выходе образуется напряжение постоянной амплитуды с периодически изменяющейся во времени t частотой, например $\omega, \omega + 2\Delta\omega, \omega + \Delta\omega, \omega - \Delta\omega, \omega - 2\Delta\omega$, которое, проходя исследуемый контур 1 и амплитудный детектор 6, претерпевает амплитудные изменения. В синхронных демодуляторах 8, 9, 10, 14 информация об амплитудно-частотной характеристике исследуемого контура 1, соответствующая указанным частотам, за исключением одной из них, например, $\omega - 2\Delta\omega$, разделяется под действием генератора ступенчатого напряжения 4 и запоминается. Далее напряжения с выходов синхронных демодуляторов 9, 10 складываются в устройстве 11, ослабляются в два раза attenuатором 12 и вычитаются в устройстве 13 с напряжением синхронного демодулятора 8, а напряжения с выходов демодуляторов 8 и 14 также складываются в устройстве 15, ослабляются в два раза attenuатором 16 и попадают в вычитающее устройство 17. При постоянной амплитуде модулирующего напряжения напряжение на выходах вычитающих устройств 13 и 17 пропорциональны второй производной от амплитудно-частотной характеристики контура 1 соответственно в точках ω и $\omega + \Delta\omega$. Одновременно с этим на выходе вычитающего устройства 20 образуется напряжение, пропорциональное первой производной, которое управляет устройством поиска 21. Устройство поиска 21 перестраивает генератор 2 в пределах диапазона частот до тех пор, пока на выходе вычитающего устройства 20 не образуется напряжение, соответствующее точной настройке исследуемого контура в резонанс. При перестройке генератора 2 изменяется амплитуда каждой "ступеньки" напряжения на выходе амплитудного детектора 6, и в синхронных демодуляторах 8, 9, 10, 14 непрерывно накапливается информация о значении амплитудно-частотной характеристики в исследуемой точке и ее окрестностях, а на выходах вычитающих устройств 13, 17, 20 — о значениях соответствующих производных. При прохождении через точку резонанса первая производная изменяет свой знак на противоположный и останавливает систему поиска, переводя ее в режим автоподстройки. С этого момента времени система поиска следит за состоянием точной настройки генератора 2 на резонансную частоту контура 1 и через блок управления 23 воздейст-

вует на переключатель 24, который соединяет выход вычитающего устройства 19 с управляющим входом усилителя 5. При этом цепь следящей обратной связи, регулирующей приращение частоты $\pm \Delta\omega$ и $\pm 2\Delta\omega$, оказывается замкнутой.

Выходное напряжение вычитающего устройства 19, управляя коэффициентом передачи усилителя 5, устанавливает амплитуду ступенчатого напряжения такой, при котором выходное напряжение частотного модулятора 3, получая приращение частот $\pm \Delta\omega, \pm 2\Delta\omega$ и проходя исследуемый контур 1 и амплитудный детектор 6, создает соотношение напряжений вторых производных, образованных на выходах вычитающих устройств 13 и 17, в исследуемых точках ω_0 и $\omega_0 + \Delta\omega$ соответствующее затухание attenuатора 18. Регулируя степень затухания attenuатора 18, можно согласовать значения числа с положением декадного переключателя отсчетного устройства 28. Таким образом, в установившемся режиме данная система авторегулировки в зависимости от добротности исследуемого контура 1 стабилизирует с заданной степенью точности определенную величину амплитуды ступенчатого напряжения $2 \Delta U$. Стабилизированное напряжение, снимаемое с выхода усилителя 5, поступает на преобразователь 26 и в нем превращается в частоту, пропорциональную приращению частоты $2 \Delta\omega$. Эта частота в блоке измерения отношения частот 27 преобразуется в период, который заполняется частотой ω_0 генератора 2, управляемого по частоте, образуя количество импульсов, пропорциональное измеряемой добротности, затем подсчитываемое отсчетным устройством 28. При отключении исследуемого контура 1 процессы в схеме протекают в обратном порядке, возвращая измерительное устройство к исходному состоянию.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Измеритель добротности колебательных контуров, содержащий генератор, перестраиваемый по частоте, соединенный с одним входом частотного модулятора, другой вход которого через усилитель соединен с выходом генератора ступенчатого напряжения, а выход через исследуемый контур соединен с амплитудным детектором, выход последнего и выходы генератора ступенчатого напряжения соединены с

соответствующими входами блока измерения второй производной по частоте, состоящего из трех синхронных демодуляторов, при этом выход первого демодулятора соединен с одним из входов первого блока вычитания и с одним из входов первого сумматора, другой вход которого соединен с выходом второго синхронного демодулятора и с другим входом первого блока вычитания, а выход первого сумматора через первый аттенюатор соединен с одним из входов второго блока вычитания, другой вход которого соединен с выходом третьего синхронного детектора, выход первого блока вычитания через устройство поиска соединен со входом генератора перестраиваемой частоты, а также второй аттенюатор соединен с одним из входов третьего блока вычитания, выход которого через переключатель соединен с управляющим входом усилителя, и индикатор, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения, в него введены второй сумматор третий аттенюатор, четвертый синхронный демодулятор и четвертый блок вычитания, причем выход последнего соединен с другим входом третьего блока вычитания, а один из входов четвертого блока вычитания

соединен с выходом второго синхронного демодулятора, а другой вход четвертого блока вычитания соединен с выходом третьего аттенюатора, вход которого соединен с выходом второго сумматора, один вход последнего соединен с выходом третьего демодулятора, а другой вход - с выходом четвертого синхронного демодулятора, один вход последнего соединен с одним из входов генератора ступенчатого напряжения, другой вход - с одним из выходов амплитудного детектора, выход блока выделения второй производной соединен со входом второго аттенюатора, при этом устройство поиска соединено с управляющим входом переключателя, а выход генератора перестраиваемой частоты соединен с одним из входов индикатора, другой вход последнего соединен с выходом усилителя.

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 № 519659, кл. G 01 R 27/26, 16.08.74 (прототип)

