



О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (61) Дополнительное к авт. свид-ву —
(22) Заявлено 25.10.74 (21) 2070123/21
с присоединением заявки № —
(23) Приоритет —
(43) Опубликовано 15.10.76. Бюллетень № 38
(45) Дата опубликования описания 18.10.76

(11) 532060

(51) М.Кл.² G 01 R 27/26

(53) УДК 621.317.756
(088.8)

(72) Автор
изобретения

В. Л. Свиридин

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ДЕКРЕМЕНТА ЗАТУХАНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

1

Изобретение относится к радиоизмерительной технике, предназначено для измерения логарифмического декремента затухания как низкочастотных, так и высокочастотных колебательных систем с повышенной точностью и быстродействием и может быть использовано для измерения других параметров систем, например добротности или тангенса угла потерь.

Известно устройство для измерения параметров колебательных систем, основанное на измерении натурального логарифма отношения амплитуд двух колебаний, отстоящих одно от другого на время, кратное периоду колебаний затухающего переходного процесса в исследуемых системах при их ударном возбуждении [1].

Однако это устройство обладает низкой точностью измерения.

Из известных устройств для измерения логарифмического декремента затухания колебательных систем наиболее близким по технической сущности является устройство, содержащее блок ударного возбуждения, блок формирования импульсов управления и индикатор [2].

Это устройство имеет низкую точность и малое быстродействие при измерении параметров высокочастотных систем.

С целью повышения точности и расшире-

2

ния пределов измерения в предлагаемое устройство введены счетчик импульсов, входы которого соединены с блоком ударного возбуждения и блоком формирования импульсов управления, а выходы — с входом последнего и индикатора и последовательно соединенные блок обработки несущей и формирования огибающей и блок измерения производной, причем один из входов блока обработки несущей и формирования огибающей соединены с блоком формирования импульсов управления, а другие входы блока измерения производной соединены с блоком ударного возбуждения колебаний и блоком формирования импульсов управления; блок измерения производной состоит из двух синхронных демодуляторов, выходы которых соединены с входами решающего усилителя, выход которого соединен с индикатором.

Логарифмический декремент затухания может быть определен по следующей формуле

$$\delta = \left| \frac{\Delta U_m(t_n)}{\frac{\Delta t}{T} U_m} \right| = \left| \frac{\Delta U_m(t_0)}{n U_m} \right|, \quad (1)$$

где $\Delta U_m(t_0)$ — конечное приращение амплитуды колебаний исследуемых систем, соответствующее конечному приращению времени Δt в начальный момент времени t_0 ;

25

30

$$n = \frac{\Delta t}{T}$$

Введение числа n позволяет упростить измерения и повысить их разрешающую способность в диапазоне измеряемых величин, так как это число n устанавливается в процессе измерений автоматически счетчиком импульсов. Для определения логарифмического декремента затухания δ требуется предельно короткое время Δt , чем и обуславливается быстрое действие предлагаемого устройства. Однако это время не может быть бесконечным малым так как для определения производной $\frac{dU_m}{dt}$ необходимо располагать (как минимум) двумя точками на огибающей ударно-возбужденных колебаний.

Не формируя огибающей как таковой (не производя детектирования колебаний, хотя подобная операция необходима при исследовании низкодобротных систем), в качестве опорных точек можно использовать экстремальные точки ударно-возбужденных колебаний, например первый максимум и первый минимум или первый и второй максимумы и т. д., при этом время, требуемое для измерения производной, составляет соответственно $\Delta t = \frac{T}{2}$ или $\Delta t = T$ и т. д.

При измерениях параметров низкодобротных систем, особенно когда тангенс угла потерь близок к единице, даже при столь малом Δt ощущается погрешность определения производной в связи с неточностью выполнения условия измерения ее в начальный момент времени ($t \neq t_0$) и неточностью аппроксимации огибающей хордой на участке, заключенном, например, между первым максимумом и первым минимумом ударно-возбужденных колебаний.

Величины отмеченных составляющих погрешности измерения могут быть снижены, если осуществить предварительную обработку, например дифференцирование по времени несущей с последующим формированием огибающей ударно-возбужденных колебаний исследуемых систем. Формируя огибающую, например, путем детектирования колебаний с использованием предварительного дифференцирования несущей время, требуемое для определения производной, может быть существенно сокращено и число n можно выбрать меньше 0,25, что позволяет повысить разрешающую способность, а, следовательно, и точность измерений параметров, в особенности низкодобротных колебательных систем.

На фиг. 1 приведена структурная электрическая схема устройства для измерения логарифмического декремента затухания; на фиг. 2 — диаграммы, поясняющие принцип измерений и работы устройства.

Устройство содержит исследуемую колебательную систему 1, схему 2 ударного возбуж-

дения колебаний, блок 3 обработки несущей и формирования огибающей, блок 4 измерения производной по времени от огибающей ударно-возбужденных колебаний, включающий в себя два синхронных демодулятора 5, 6 и решающий усилитель 7, блок 8 формирования импульсов управления, счетчик 9 импульсов и индикатор 10.

При ударном возбуждении импульсом, вырабатываемым схемой 2 (фиг. 2,а) в исследуемой колебательной системе 1 во времени t возникают затухающие колебания (фиг. 2,б). В блоке 3 производится обработка несущей, состоящая в дифференцировании по времени огибающей (фиг. 2,б, кривая Б) и двухполупериодном выпрямлении без фильтрации и с фильтрацией при формировании. Из полученных импульсов одной полярности на выходах блока 3 в формирователе 8 в моменты времени, соответствующие экстремальным точкам кривых А и Б отдельно для одной и другой формируют короткие импульсы стандартной амплитуды и длительности (фиг. 2,в, г), которые после дополнительной обработки используются для управления синхронных демодуляторов 5 и 6 блока измерения производной.

Синхронный демодулятор 5 управляется соответствующим импульсом в зависимости от того, продифференцированная или не продифференцированная (соответственно кривая Б и А) несущая подается на него с выхода блока 3. Для управления синхронным демодулятором 6 вырабатываются аналогичные импульсы на той же последовательности с помощью счетчика 9 импульсов, осуществляющего необходимый временной сдвиг импульса управления (фиг. 2,е, штриховая линия) относительно начала отсчета. В блоке измерения производной с помощью синхронных демодуляторов 5 и 6 накапливается и запоминается информация об амплитуде импульсов ударно-возбужденных колебаний в соответствующие моменты времени, а затем в решающем усилителе обрабатывается эта информация, например вычитается.

Полученное приращение напряжения ΔU_m за соответствующий промежуток времени $\Delta t = nT$ (фиг. 2,б) поступает для отсчета на индикатор 10, помимо этого на индикатор поступают также импульсы со счетчика 9 импульсов. По окончании прохождения импульса схемы 2 ударного возбуждения колебаний накопленная информация в демодуляторах 5, 6 частично учитывается, счетчик 9 импульсов возвращается в исходное состояние, а устройство готово к следующему циклу измерений.

Если в качестве индикаторного устройства использовать осциллоскоп и дополнительно генератор импульсов с калиброванной длительностью импульсов, то сущность измерений можно изложить следующим образом.

На вход канала вертикального отклонения осциллографа индикатора с выхода блока 3 подается сформированная огибающая (фиг. 2,ж) ударно-возбужденных колебаний, перед-

ним фронтом импульса возбуждения запускается развертка. С другого выхода блока 3 на модулятор индикатора подается импульс (фиг. 2,з), полученный аналогично импульсам, показанным на фиг. 2,д, е, и на экране часть огибающей, соответствующая длительности этого импульса, равной, например, $\Delta t = \frac{T}{4}$, в начальный момент времени затемняется.

Одновременно передним фронтом импульса (фиг. 2,з) синхронизируется вспомогательный генератор импульсов, длительность импульса которого (фиг. 2,и) регулируется в пределах длительности импульса (фиг. 2,з). Подавая этот импульс на модулятор осциллооскопа в противоположной полярности относительно импульса (фиг. 2,з) и регулируя его длительность до получения на экране непрерывного изображения огибающей, отмечается по лимбу генератора импульсов длительность импульса (фиг. 2,з). Затем, уменьшая в соответствующее число раз длительность импульса (фиг. 2,и) до получения необходимого числа n , на экране осциллооскопа возникает огибающая (фиг. 2,ж) с четким очертанием подлежащей исследованию части. Измеряя амплитуду U_m и приращение ΔU_m огибающей, по формуле (1) с учетом установленного числа n определяется искомый параметр.

Верхний предел по δ может достигнуть несколько единиц (колебательный процесс вырождается в апериодический) с приемлемой степенью точности измерений, что не достижимо с помощью других устройств, аналогичных предложенному. При измерениях параметров высокочастотных систем возникают трудности фиксации разности двух амплитуд колебаний, следующих одно за другим, однако в предлагаемом устройстве (за счет уменьше-

ния быстродействия измерений) путем изменения числа n , которое в зависимости от допустимой погрешности может варьироваться в широких пределах, этого не происходит.

Формула изобретения

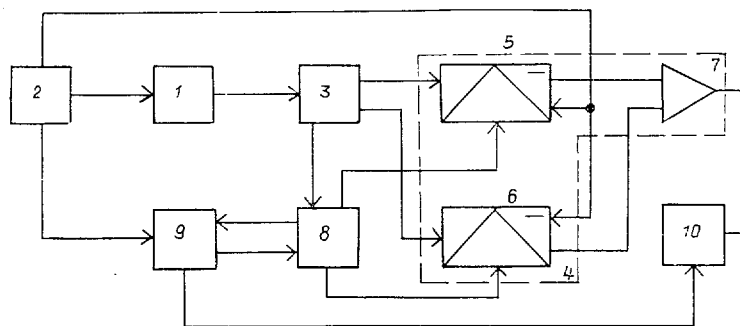
1. Устройство для измерения логарифмического декремента затухания колебательных систем, содержащее блок ударного возбуждения колебаний, блок формирования импульсов управления и индикатор, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и расширения пределов измерения, в него введены счетчик импульсов, входы которого соединены с блоком ударного возбуждения и блоком формирования импульсов управления, а выходы — с входом последнего и индикатора и последовательно соединенные блок обработки несущей и формирования огибающей и блок измерения производной, причем один из выходов блока обработки несущей и формирования огибающей соединен с блоком формирования импульсов управления, а другие входы блока измерения производной соединены с блоком ударного возбуждения колебаний и блоком формирования импульсов управления.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что блок измерения производной состоит из двух синхронных демодуляторов, выходы которых соединены с входами решающего усилителя, выход которого соединен с индикатором.

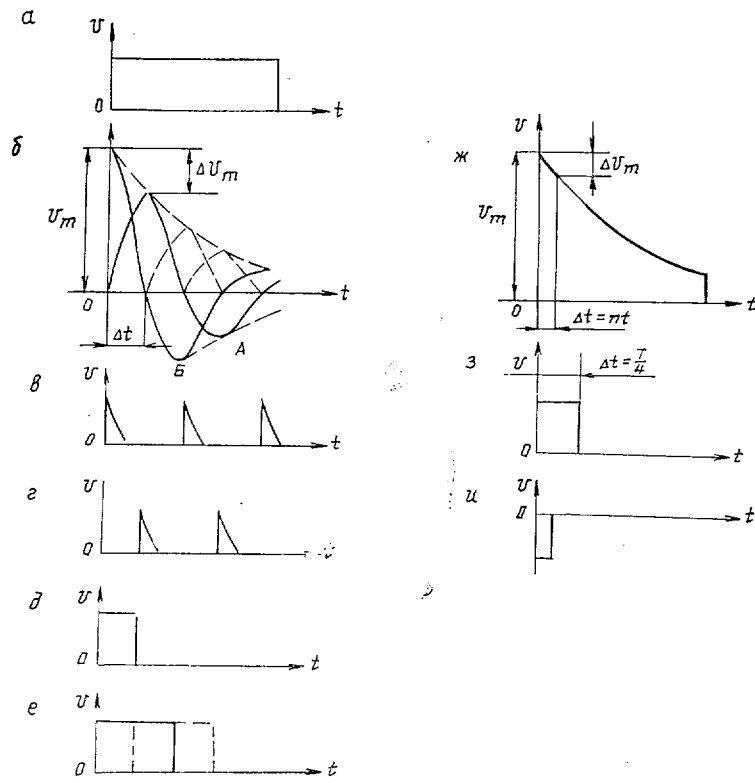
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе изобретения:

1. Патент США 3163818, кл. 324-57, 1964 г.

2. Журнал «Приборы и системы управления», № 1, 1974, стр. 48—49.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Т. Янова Составитель К. Шитиков Техред Л. Кочемирова Корректор В. Гутман
 Заказ 927/1217 Изд. № 1677 Тираж 1029 Подписное
 ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
 по делам изобретений и открытий
 Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Тип. Харьк. фил. пред. «Патент»