

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 940087

(61) Дополнительное к авт. свид-ву № 659994

(22) Заявлено 19.12.80 (21) 3219689/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.06.82. Бюллетень № 24

Дата опубликования описания 02.07.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

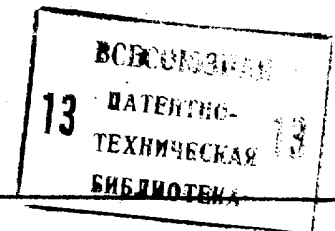
G 01 R 27/26

(53) УДК 621.317.  
.337(088.8)

(72) Автор  
изобретения

Ю. В. Филимонов

(71) Заявитель



(54) ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ

1  
Изобретение относится к области измерений электрических и магнитных величин, в частности к измерению добротности.

По основному авт. св. № 659994 известно устройство для измерения добротности, содержащее генератор переменной частоты, соединенный с одним из зажимов для подключения измеряемого контура, и электронно-счетный частотомер, вычислительный блок, блок управления, гетеродин и смеситель, причем выход генератора переменной частоты соединен с одним входом смесителя, другой вход которого соединен с выходом гетеродина, а выход смесителя соединен с одним из входов устройства управления и с одним из входов частотомера, другой вход последнего соединен с первым выходом вычислительного блока, второй выход которого соединен с другим входом вычислительного блока, выход устройства управления соединен с входом гетеродина

2  
на, а вход вычислительного блока соединен с другим зажимом для подключения измерительного контура, вычислительный блок содержит пиковый детектор, выход которого соединен с входом делителя напряжения, соединенного с одним из входов блока сравнения, выход последнего соединен с входом дифференцирующего блока, а другой вход блока сравнения соединен с входом пикового детектора, блок управления содержит формирователь импульсов, выход которого соединен с входом элемента совпадения, а выход последнего соединен с входом генератора линейно изменяющегося напряжения;

Цель изобретения - упрощение процесса измерения.

Поставленная цель достигается тем, что в цифровой измеритель добротности, содержащий генератор переменной частоты, соединенный с одним из зажимов для подключения измеряемого контура, и электронно-счетный частото-

мер, вычислительный блок, блок управления, гетеродин и смеситель, причем выход генератора переменной частоты соединен с одним входом смесителя, другой вход которого соединен с выходом гетеродина, а выход смесителя соединен с одним из входов устройства управления и с одним из входов частотомера, другой вход последнего соединен с первым выходом вычислительного блока, второй выход которого соединен с другим входом вычислительного блока, выход устройства управления соединен с входом гетеродина, а вход вычислительного блока соединен с другим зажимом для подключения измерительного контура, вычислительный блок содержит пиковый детектор, выход которого соединен с входом делителя напряжения, соединенного с одним из входов блока сравнения, выход последнего соединен с входом дифференцирующего блока, а другой вход блока сравнения соединен с входом пикового детектора, блок управления содержит формирователь импульсов, выход которого соединен с входом элемента совпадения, а выход последнего соединен с входом генератора линейно изменяющегося напряжения, введены блок формирования управляющего напряжения и генератор гармоник, вход генератора соединен с выходом гетеродина и с третьим входом электронно-счетного частотомера, а выход генератора гармоник соединен с вторым входом смесителя, при этом управляющий выход генератора переменной частоты соединен с первым входом блока формирования управляющего напряжения, второй вход которого соединен с выходом генератора линейно изменяющегося напряжения, а выход блока формирования управляющего напряжения соединен с управляющим входом гетеродина, блок формирования управляющего напряжения содержит интегрирующую цепь, выход которой соединен с входом функционального преобразователя, а выход последнего соединен с первым входом суммирующего блока.

На фиг. 1 изображена функциональная электрическая схема предлагаемого измерителя; на фиг. 2 - резонансная кривая измеряемого контура.

Цифровой измеритель добротности состоит из генератора 1 переменной частоты, измеряемого контура 2, вы-

числительного блока 3, гетеродина 4, смесителя 5, блока 6 управления, электронно-счетного частотомера 7.

Вычислительный блок 3 содержит пиковый детектор 8, делитель 9 напряжения, блок 10 сравнения и дифференцирующую цепь 11. Блок 6 управления состоит из генератора 12 линейно изменяющегося напряжения, которое управляет частотой гетеродина 4, формирователя 13 импульса, элемента 14 совпадения, а гетеродин 4 управляет частотой генератора 15 гармоник.

Блок 16 формирования управляющего напряжения содержит интегрирующую цепь 17, функциональный преобразователь 18 и суммирующий блок 19.

При наличии осциллографического индикатора устройство 6 управления может быть для упрощения исключено и заменено ручным управлением частотой гетеродина 4.

Цифровой измеритель добротности работает следующим образом.

Частота  $f_{гет}$  гетеродина 4 примерно в  $n_0$  раз меньше средней частоты  $f_{пч}$  генератора 1 переменной частоты. Генератор 15 гармоник формирует широкий спектр гармоник, в том числе и гармоники с номером  $n_0$ . Так как полоса свипирования генератора 1 переменной частоты при измерении добротности невелика, то в этой полосе оказывается только одна гармоника  $n_0$  частоты гетеродина 4. Управляющее напряжение генератора 1 переменной частоты в виде значительной по величине постоянной составляющей, определяющей среднюю частоту, и незначительной пилообразной составляющей, определяющей полосу свипирования, подается на интегрирующую цепь 17, на выходе которой выделяется постоянная составляющая управляющего напряжения генератора 1 переменной частоты, определяющая его среднюю частоту, которая подается через функциональный преобразователь 18 на первый вход суммирующего блока 19. На второй вход суммирующего блока 19 поступает пилообразное напряжение с выхода генератора линейно изменяющегося напряжения, период которого значительно больше периода свипирования генератора 12. На выходе суммирующего блока переменной частоты формируется напряжение управления частотой гетеродина 4, которое состоит из двух частей: постоянной составляющей, оп-

ределяющей среднюю частоту гетеродина 4 и зависящей от постоянного напряжения, подаваемого с выхода интегрирующей цепи 17, и незначительной пилообразной составляющей, определяющей полосу перестройки гетеродина 4, формируемой из пилообразного напряжения. При перестройке средней частоты генератора 1 переменной частоты в широком диапазоне частот (например, в диапазоне октавы) его управляющее напряжение воздействует на гетеродин 4 таким образом, что всегда выполняется условие

$$f_{\text{гет}} = \frac{f_{\text{гпч}}}{n_0}$$

В общем случае характеристики перестройки генератора 1 переменной частоты  $f_{\text{гпч}} = \psi_1(U_{\text{упр}})$  и гетеродина 4  $f_{\text{гет}} = \psi_2(U_{\text{упр}})$  не совпадают ( $\psi_1 \neq k\psi_2$ ). Для поддержания указанного выше соотношения служит функциональный преобразователь 18.

Генератор 12 линейно изменяющегося напряжения через блок 16 формирования управляющего напряжения медленно изменяет частоту гетеродина 4 в пределах полосы качения генератора 1 переменной частоты (с учетом номера используемой гармоники  $n_0$ ) до тех пор, пока частота гетеродина 4 не станет равной частоте, находящейся на уровне 0,7 левого склона резонансной кривой измеряемого контура, что определяется работой вычислительного блока 3 и блока 6 управления (фиг. 2), т.е.  $f_1 = n_0 f_{\text{гет}}$ , где  $f_1$  - частота, находящаяся на уровне 0,7 левого склона резонансной кривой измеряемого контура. В момент времени, соответствующий частотной точке на уровне 0,7 правого склона резонансной кривой, вычислительный блок 3 запускает электронно-счетный частотомер 7, на входы которого в этот момент подаются с выходов гетеродина 4 и смесителя 5 сигналы с частотами  $f_{\text{гет}}$  и  $2\Delta f_0$ . Электронно-счетный частотомер 7, работающий в режиме измерения отношения двух частот, покажет цифровую величину

$$N = \frac{f_{\text{гет}}}{2\Delta f_0} = \frac{f_1}{n_0 2\Delta f_0} = \frac{f_0 - \Delta f_0}{n_0 2\Delta f_0} = \frac{Q-0,5}{n_0}$$

где  $Q$  - добротность;  
 $f_0$  - резонансная частота измеряемого контура 2;

$2\Delta f_0$  - полоса измеряемого контура 2 на уровне 0,7.

При измерениях величин добротностей  $Q > 100$ , что практически всегда выполняется в СВЧ диапазоне, величиной 0,5 можно пренебречь (погрешность при этом определяется выражением  $\delta = \frac{50}{Q} \%$ ), в этом случае показания электронно-счетного частотомера 7  $N = \frac{Q}{n_0}$  и  $Q = N \cdot n_0$ .  
Выбирая  $n_0 = 10^k$  (где  $k = 1, 2$ ), в зависимости от рабочего диапазона частот измерений получаем

15

$$Q = N \cdot 10^k$$

Таким образом, измеряемое значение добротности  $Q$  в  $10^k$  раз больше показаний электронно-счетного частотомера 7.

20 Для увеличения точности отсчета величин добротностей  $Q = 100 \div 1000$ , а также для исключения операции умножения показаний частотомера на  $10^k$  можно использовать множитель периода электронно-счетного частотомера 7  $m = 10^k$ , соответствующий  $n_0$ , при этом показания электронно-счетного частотомера 7 будут соответствовать измеряемому значению добротности.

25

Формула изобретения

35 1. Цифровой измеритель добротности по авт.св. № 659994, отличающийся тем, что, с целью упрощения процесса измерения, в него введены блок формирования управляющего напряжения и генератор гармоник, причем вход генератора гармоник соединен с выходом гетеродина и с третьим входом электронно-счетного частотомера, а выход генератора гармоник соединен с вторым входом смесителя, при этом управляющий выход генератора переменной частоты соединен с первым входом блока формирования управляющего напряжения, второй вход которого соединен с выходом генератора линейно изменяющегося напряжения, а выход блока формирования управляющего напряжения соединен с управляющим входом гетеродина.

40

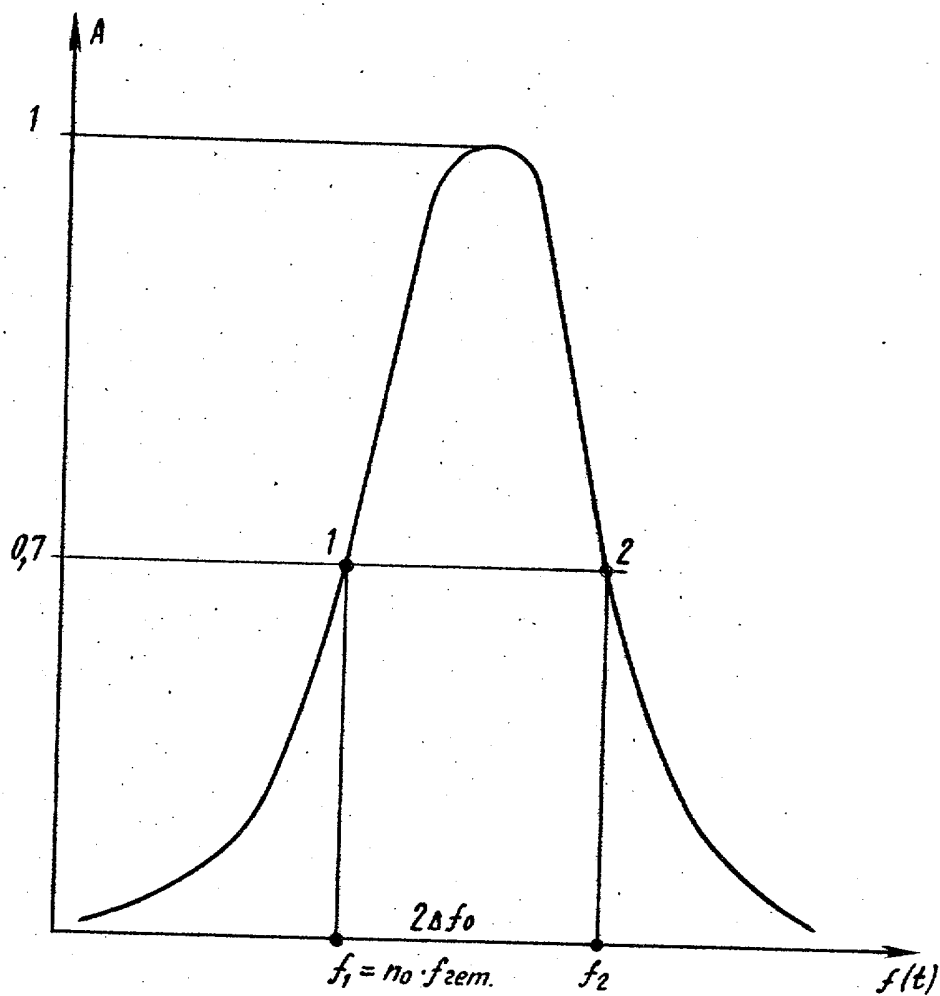
45

50

55

2. Измеритель по п. 1, отличающийся тем, что блок формирования управляющего напряжения содержит интегрирующую цепь, выход которой соединен с входом функционального преобразователя, а выход последнего соединен с первым входом суммирующего блока.





Фиг. 2

Составитель Л. Сотникова  
 Редактор А. Маковская Техред М. Гергель Корректор М. Коста  
 Заказ 4661/67 Тираж 717 Подписное  
 ВНИИПИ 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