



УКРАЇНА

(19) UA (11) 23637 (13) A

(51) G 01 R 27/26; G 01 R 27/02

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

без проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23 XII 1993 р

Публікується  
в редакції заявника

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ДОБРОТНОСТІ КОТУШОК ІНДУКТИВНОСТІ

1

2

(21) 96124526  
(22) 03.12.96  
(24) 02.06.98  
(46) 31.08.98. Бюл. № 4  
(47) 02.06.98

(72) Куцевол Микола Олександрович, Поджаренко Володимир Олександрович, Кухарчук Василь Васильович, Кучерук Володимир Юрійович

(73) Вінницький державний технічний університет

(57) Спосіб вимірювання добротності катушок індуктивності, заключаючийся в тому, що досліджувану катушку з'єднують послідо-

вательно с образцовым конденсатором и источником гармонического напряжения, отличающемся тем, что измеряют фазовый сдвиг между напряжениями на исследуемой катушке и образцовом конденсаторе и рассчитывают добротность по формуле

$$Q_L = \operatorname{tg}(\varphi - \frac{\pi}{2}),$$

где  $\varphi$  – фазовый сдвиг между напряжениями на исследуемой катушке и образцовом конденсаторе.

Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано в электроизмерительных приборах и системах.

Известен способ измерения добротности путем преобразования и сравнения напряжений на исследуемом комплексном сопротивлении и источнике напряжения, реализованный в устройстве для раздельного измерения параметров комплексного сопротивления [Авт. св. СССР № 1366969, кл. G 01 R 27/02, 1988].

Недостатками способа являются высокая погрешность измерений и сложность реализации способа.

Высокая погрешность измерений обусловлена нелинейностью амплитудных характери-

стик преобразователей, нестабильностью напряжения смещения нуля.

Сложность реализации способа обусловлена большим количеством блоков преобразования.

Наиболее близким техническим решением является способ измерения добротности катушек индуктивности, реализованный в кумметре ВМ-560 (Измеритель добротности ВМ-560 (ЧССР)/Техническое описание и инструкция по эксплуатации). Сущность способа состоит в том, что исследуемую катушку соединяют последовательно с образцовым конденсатором и источником гармонического напряжения. Изменяя емкость образцового конденсатора, настраивают контур, образованный последовательным соединением исследуемой катушки и образцового

(19) UA (11) 23637 (13) A

конденсатора, в резонанс с напряжением источника. Затем измеряют напряжение на образцовом конденсаторе и по его значению судят о величине добротности.

Недостатками способа являются низкая точность измерений, большая трудоемкость и сложность автоматизации процесса измерений, обусловленные необходимостью проведения поиска и настройки колебательного контура в резонанс.

Низкая точность измерений обусловлена сложностью настройки в резонанс при низких добротностях исследуемых катушек индуктивности.

Задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в разработке способа измерения добротности катушек индуктивности.

При осуществлении изобретения может быть получен технический результат, заключающийся в том, что в заявляемом способе применяются операции, которые позволяют исключать необходимость настройки колебательного контура в резонанс.

При этом достигаются потребительские свойства, заключающиеся в повышении точности измерений путем исключения погрешности от неточности установки момента резонанса, снижении трудоемкости, уменьшении времени измерений, в простоте автоматизации процесса измерений.

Сущность изобретения заключается в том, что исследуемую катушку соединяют последовательно с образцовым конденсатором и источником гармонического напряжения, измеряют величину фазового сдвига между напряжениями на исследуемой катушке и образцовом конденсаторе и рассчитывают добротность по формуле

$$Q_L = \operatorname{tg} \left( \varphi - \frac{\pi}{2} \right),$$

где  $\varphi$  — фазовый сдвиг между напряжениями на исследуемой катушке и образцовом конденсаторе.

Сложность автоматизации процесса измерений обусловлена необходимостью введения в устройство, реализующее известный способ, электромеханической цепи настройки (реверсивный двигатель, усилитель) на резонанс. При этом реверсивный двигатель, выполняющий роль звена обратной связи, изменяет емкость образцового конденсатора так, что колебательный контур в установленном режиме настроен на резонанс.

Однако с введением электромеханической цепи настройки усложняется общая структура устройства. Поскольку ротор электродвигателя представляет собой инерционную массу, механически связанную с

валом регулировки емкости образцового конденсатора, то усложняется и алгоритм работы устройства. Для повышения точности настройки в качестве двигателя можно использовать малоинерционный шаговый двигатель, однако при этом возникают дополнительные погрешности, связанные с неточной регулировкой значения емкости образцового конденсатора в процессе настройки колебательного контура в резонанс за счет дискретности углового поворота ротора шагового двигателя. Вместо электродвигателя в цепи обратной связи можно использовать электрически управляемые реактивные элементы. Однако при этом мерой измеряемой емкости является ток или напряжение соответствующего управляемого реактивного элемента. Это приводит к дополнительным трудностям, связанным со съемом полезной информации за счет нелинейных зависимостей.

На чертеже показана эквивалентная схема измерительной цепи, содержащая образцовый конденсатор 1, исследуемую катушку индуктивности 2, состоящую из сопротивления 3 потерь и индуктивность 4. К измерительной цепи подключен источник 5 гармонического напряжения.

Предлагаемый способ определения добротности катушек индуктивности осуществляется следующим образом.

Исследуемую катушку 2, образцовый конденсатор 1 и источник гармонического напряжения 5 соединяют последовательно. При этом в измерительной цепи возникает ток  $I_m$ , под воздействием которого на исследуемой катушке индуктивности возникает напряжение  $\dot{U}_{mL}$ :

$$\dot{U}_{mL} = \frac{\dot{U}_m}{Z_3} jZ_L, \quad (1)$$

где  $\dot{U}_m$  — комплексная амплитуда напряжения источника 4;

$Z_3$  — комплексное эквивалентное сопротивление измерительной цепи;

$Z_L$  — комплексное сопротивление исследуемой катушки 2;

$$j = \sqrt{-1}.$$

Приняв начальный фазовый сдвиг напряжения источника 4 равным нулю, получим:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{mL} &= \\ &= \frac{U_m \sqrt{r^2 + X_L^2} \exp(j \operatorname{arctg} \frac{X_L}{r})}{\sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2} \exp(j \operatorname{arctg} \frac{X_L - X_C}{r})} = \end{aligned}$$

$$= \frac{U_m \sqrt{r^2 + X_L^2}}{\sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}} \exp x$$

$$\times (j \left( \arctg \frac{X_L}{r} - \arctg \frac{X_L - X_C}{r} \right)) =$$

$$= U_{mL} \exp (j \varphi_L), \quad (2)$$

где  $U_m$  – амплитуда напряжения источника 4;

$r$  – активная составляющая комплексного сопротивления исследуемой катушки индуктивности 2;

$U_{mL}$  – амплитуда напряжения на катушке индуктивности 2;

$\varphi_L$  – начальный фазовый сдвиг напряжения на катушке индуктивности 2.

На образцовом конденсаторе 1 отложится напряжение:

$$\dot{U}_{mC} = \frac{U_m (-j X_C)}{Z_2} =$$

$$= \frac{U_m X_C \exp(-j \frac{\pi}{2})}{\sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2} \exp(j \arctg \frac{X_L - X_C}{r})} =$$

$$= \frac{U_m X_C}{\sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}} \exp(-j \arctg \frac{X_L - X_C}{r} - \frac{\pi}{2}) =$$

$$= U_{mC} \exp(j \varphi_C), \quad (3)$$

где  $U_{mC}$  – амплитуда напряжения на образцовом конденсаторе 1;

$\varphi_C$  – начальный фазовый сдвиг на образцовом конденсаторе 1.

Измеряют фазовый сдвиг  $\varphi$  между напряжениями  $\dot{U}_{mL}$  и  $\dot{U}_{mC}$ :

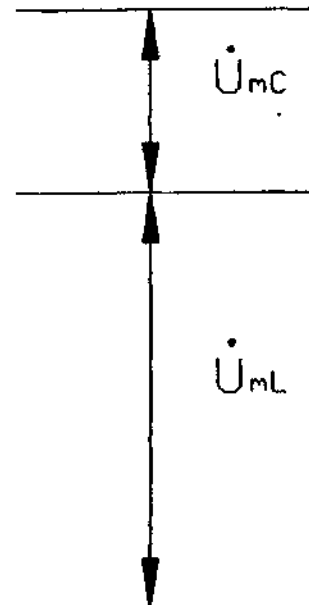
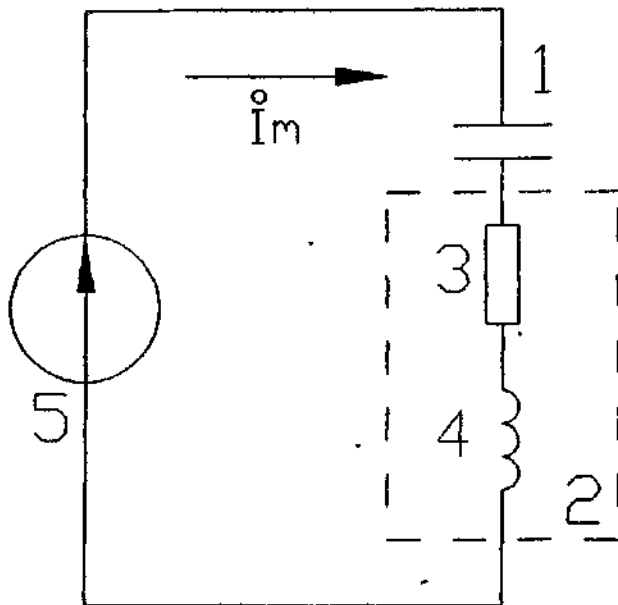
$$\varphi = \varphi_L - \varphi_C = \arctg \frac{X_L}{r} - \arctg \frac{X_L - X_C}{r} +$$

$$+ \arctg \frac{X_L - X_C}{r} + \frac{\pi}{2} = \arctg \frac{X_L}{r} + \frac{\pi}{2}. \quad (4)$$

Учитывая, что добротность катушки 2 равна  $\frac{X_L}{r}$ , из выражения (4) можно найти:

$$Q_L = \operatorname{tg} \left[ \varphi - \frac{\pi}{2} \right].$$

Таким образом, значение фазового сдвига между напряжениями на образцовом конденсаторе 1 и исследуемой катушке 2 может быть проградуировано в единицах добротности.



Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор О.Кравцова

Замовлення 4550

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

