

### МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ВРЕМЯ-ИМПУЛЬСНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ИНДУКТИВНОСТИ

Измерение индуктивностей — одна из актуальных проблем, возникающих при разработке аппаратуры оперативного контроля в массовом производстве, причем наиболее полно поставленной задаче отвечает метод время-импульсного преобразования значения индуктивности в цифровую форму. Но при этом возникает погрешность измерения, вызываемая собственной емкостью катушки  $C_L$ . В работе [2] проанализирована погрешность, которую вызывает межвитковая емкость, и показано, что погрешность увеличивается с увеличением емкости и уменьшением индуктивности и уменьшается с увеличением индуктивности при постоянной емкости. Устройства, реализующие известные методы, при контроле индуктивностей с межвитковой емкостью не более 1 пФ/мкГн позволяют обеспечить погрешность порядка 1 %. Однако при соотношениях  $C_L/L$  выше приведенного значения погрешность превышает уже 30 %, что резко снижает эффективность таких методов в условиях массового производства.

Напряжение на выходе измерительной схемы (рис. 1) равно

$$U_{\text{пр}} = E_0 \left[ 1 + \frac{k_1 + k_2}{k_1 - k_2} (e^{k_1 t} - e^{k_2 t}) \right], \quad (1)$$

где  $E_0$  — постоянное напряжение на входе;  $k_1$  и  $k_2$  — корни характеристического уравнения для свободной составляющей тока  $i_1$  св, определяемые выражением

$$k_{1,2} = -\frac{1}{2R_0 C_L} \pm \sqrt{\frac{1}{4R_0^2 C_L^2} - \frac{1}{L_x C_L}}. \quad (2)$$

Расположение корней  $k_1$  и  $k_2$  на комплексной плоскости и их предельные значения при  $C_L \rightarrow 0$  показаны на рис. 2.

При уменьшении  $C_L$  корень  $k_1$  приближается к значению  $-R_0/L_x$ , а корень  $k_2$  — к отдаленному от начала координат значению  $-1/R_0 C_L$ .

Предлагаемый метод основан на особенностях расположения корней характеристического уравнения измерительной цепи и заключается в следующем. Поскольку значению измеряемой индуктивности  $L_x$  с учетом погрешности измерения соответствует часть выражения (1), содержащая множитель  $e^{k_1 t}$ , а межвитковой емкости  $C_L$  соответствует другая его часть, которая содержит множитель

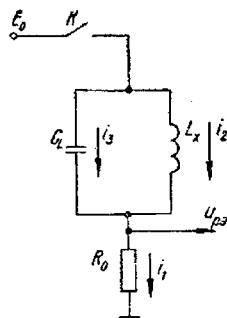


Рис. 1

$e^{k_2 t}$ , то, отделив вторую составляющую от первой, ее можно использовать для компенсации погрешности от  $C_L$ .

Вариант реализации предложенного метода показан на рис. 3. После делителя напряжения с коэффициентом передачи  $K_d$  часть напряжения  $U_{pз}$  дифференцируется соответствующим каскадом и через инвертирующий усилитель поступает на пиковый детектор, выходное напряжение которого

$$U_{\text{пик.дет}} = K_d dU_{pз} | dt |_{t=0}. \quad (3)$$

Так как напряжение погрешности определяется из выражения

$$\Delta U = U_{pз} - E_0(1 - e^{-1}), \quad (4)$$

то, приравняв выражения

$$K_d dU_{pз} | dt |_{t=0} K_{мп} = \Delta U, \quad (5)$$

где  $K_{мп}$  — коэффициент передачи масштабного преобразователя, мы определим необходимую величину  $K_{мп}$

$$K_{мп} = [(K_1 + K_2)/(K_1 - K_2) + 1]/(IK_d K_2). \quad (6)$$

После алгебраического суммирования напряжений  $U_{pз}$  и  $\Delta U$  напряжение на выходе сумматора будет лишено значительной части составляющей погрешности от межвитковой емкости  $C_L$ .

Коэффициент передачи  $K_{мп}$  отвечает номинальному соотношению  $C_L$  и  $L$  фазирован так, чтобы напряжение, компенсирующее

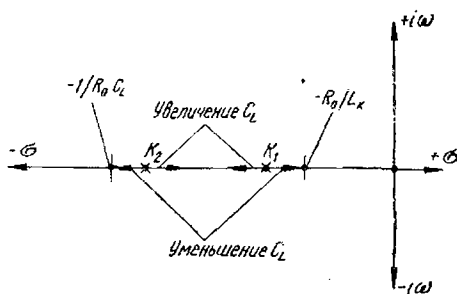


Рис. 2

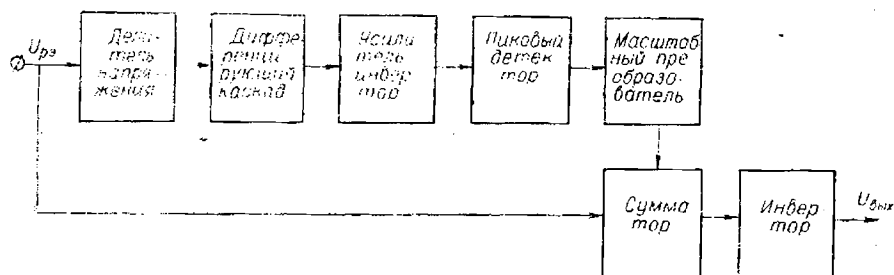


Рис. 3

погрешность, отвечало технологическому разбросу межвитковой емкости.

Как показали испытания, компенсация погрешности позволяет снизить максимальную относительную погрешность измерения индуктивностей с шунтирующей емкостью 10 пФ/мкГн до 4÷5 %.

1. Бессонов А. А. Теоретические основы электротехники. М., Высшая школа, 1978. 528 с. 2. Отбор и передача информации. 1968, вып. 15, 16. 187 с.; 180 с.

Поступила в редколлегию 14.07.81