

подсвета выполняет ждущий мультивибратор. Конструктивно синхронизатор, сумматоры и каскад синхронного подсвета могут быть выполнены в виде одного компактного блока или одной типовой платы печатного монтажа. Следовательно, для осуществления способа необходимы серийный осциллограф и экономичная малогабаритная приставка.

Рассмотренный в настоящей статье способ после экспериментального исследования был успешно применен в многоканальной системе спектрального анализа сигналов по ортонормированным функциям. Посредством его автоматически фиксировались серии коротких отсчетных импульсов обеих полярностей. Длительность импульсов каждой серии 0,5 мкс, длительность серий $\tau = 10$ мкс. Временные интервалы t_{1-2} и t_{2-3} составляли единицы и десятки миллисекунд. Один луч ЭЛТ был «разделен» на три части, границы каждой части четко просматривались. Серии импульсов с экрана регистратора фиксировались на фотопленку, причем полярность, амплитуда, длительность и фронты каждого импульса определялись достаточно точно. Способ может найти применение в импульсной и радиоизмерительной технике, в дальней связи и телеметрии.

Поступила в редакцию
16 июня 1970 г.

УДК 621.317.33

Ю. Д. КОШКИН, Б. Н. ЛОГИНОВ
(Одесса)

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ЛЕСТНИЧНЫХ ЦЕПЯХ

Цель настоящего сообщения — показать, что чувствительность лестничной цепи можно определить по результатам измерений входных иммитансов в определенных режимах ее полюсов.

Представим лестничную цепь (см. рисунок, *а*) в виде каскадного соединения цепей 1 и 2, между которыми включено сопротивление Z_i (см. рисунок, *б*) либо проводимость Y_k (см. рисунок, *в*). Нетрудно показать, что для схемы рисунка, *б* параметры передачи A , B , C и D всей цепи связаны с параметрами частей соотношениями:

$$\begin{aligned} A &= A_1 C_2 Z_i + A_1 A_2 + B_1 C_2; & B &= A_1 D_2 Z_i + A_1 B_2 + B_1 D_2; \\ C &= C_1 C_2 Z_i + C_1 A_2 + D_1 C_2; & D &= C_1 D_2 Z_i + C_1 B_2 + D_1 D_2. \end{aligned} \quad (1)$$

а для схемы рисунка *в* —

$$\begin{aligned} A &= B_1 A_2 Y_k + A_1 A_2 + B_1 C_2; & B &= B_1 B_2 Y_k + A_1 B_2 + B_1 D_2; \\ C &= D_1 A_2 Y_k + C_1 A_2 + D_1 C_2; & D &= D_1 B_2 Y_k + C_1 B_2 + D_1 D_2. \end{aligned} \quad (2)$$

Рассмотрим коэффициент передачи напряжения при холостом ходе цепи рисунка, *а*. Как известно [1],

$$K_U = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = \frac{1}{A}.$$

Для цепи рисунка, *б* найдем чувствительность коэффициента передачи напряжения при изменении сопротивления Z_i . Из определения чувствительности [2] следует

$$S_q^T = \frac{q}{T} \frac{\partial T}{\partial q}.$$

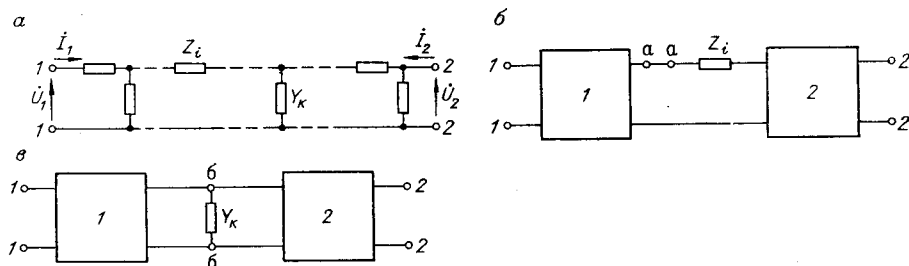
Учитывая первую из формул (2), найдем, что

$$S_{Z_i}^{KU} = - \frac{Z_i}{A} \frac{\partial A}{\partial Z_i} = - \frac{Z_i}{Z_i + \frac{A_2}{C_3} + \frac{B_1}{A_1}}. \quad (3)$$

Используя выражения входных и выходных иммитансов четырехполюсника через a -параметры [1], (3) перепишем в следующем виде:

$$S_{Z_i}^{KU} = - \frac{Z_i}{Z_i + Z_{кз1} + Z_{x,x2}} = - \frac{Z_i}{Z_{кз,x,x}}. \quad (4)$$

где $Z_{кз1}$ — выходное сопротивление цепи 1 при соединенных накоротко зажимах 1—1; $Z_{x,x2}$ — входное сопротивление цепи 2 при разомкнутых зажимах 2—2, а $Z_{кз,x,x}$ — сопротивление, измеренное со стороны точек a — a при размыкании соединяющей их перемычки в условиях, когда зажимы 1—1 соединены накоротко, а зажимы 2—2 разомкнуты.



Для цепи рисунка, $в$ чувствительность коэффициента передачи напряжения при изменении проводимости Y_k можно записать так:

$$S_{Y_k}^{KU} = - \frac{Y_k}{Y_k - Y_{кз1} + Y_{x,x2}} = - \frac{Y_k}{Y_{кз,x,x}}, \quad (5)$$

где $Y_{кз1}$ — выходная проводимость цепи 1 при короткозамкнутых зажимах 1—1; $Y_{x,x2}$ — входная проводимость цепи 2 при разомкнутых зажимах 2—2; $Y_{кз,x,x}$ — проводимость со стороны точек $б$ — $б$ при короткозамкнутых зажимах 1—1 и разомкнутых зажимах 2—2.

Соотношения (4) и (5) вытекают также из результатов работы [3], в которой исследовалось изменение вносимого затухания в цепи при включении малого сопротивления ΔZ или малой проводимости ΔY между двумя частями цепи, как показано на рисунке, $б$ и $в$. Были получены следующие выражения:

$$\Delta a_{вн} = \frac{1}{2} \ln \left| 1 + \frac{\Delta Z}{Z_{вых1} + Z_{вх2}} \right|; \quad (6)$$

$$\Delta a_{вн} = \frac{1}{2} \ln \left| 1 + \frac{\Delta Y}{Y_{вых1} + Y_{вх2}} \right|. \quad (7)$$

Учитывая, что

$$\Delta a_{вн} = - \frac{1}{2} S_q^{KU},$$

получим из (6) и (7) соответственно:

$$S_Z^{KU} = - \frac{\Delta Z}{Z_{вых1} + Z_{вх2}}; \quad S_Y^{KU} = - \frac{\Delta Y}{Y_{вых1} + Y_{вх2}},$$

что аналогично соотношениям (4) и (5) настоящего сообщения.

Используя коэффициент передачи тока при коротком замыкании K_i , передаточное сопротивление холостого хода $Z_{пер}$, передаточную проводимость короткого замыкания $Y_{пер}$, входное сопротивление холостого хода $Z_{вх}$ и входную проводимость короткого замыкания $Y_{вх}$ цепи рисунка, $а$, получим для чувствительности перечисленных функций следующие выражения:

$$S_{Z_i}^{K_i} = - \frac{Z_i}{Z_{x,x,кз}}; \quad S_{Y_k}^{K_i} = - \frac{Y_k}{Y_{x,x,кз}}; \quad (8)$$

$$S_{Z_i}^{Y_{\text{пер}}} = -\frac{Z_i}{Z_{\text{кз,кз}}}; \quad S_{Y_k}^{Y_{\text{пер}}} = -\frac{Y_k}{Y_{\text{кз,кз}}}; \quad (10)$$

$$S_{Z_i}^{Z_{\text{вх}}} = \frac{Z_i}{Z_{\text{кз,х.х}}} - \frac{Z_i}{Z_{\text{х.х,х.х}}}; \quad S_{Y_k}^{Z_{\text{вх}}} = \frac{Y_k}{Y_{\text{кз,х.х}}} - \frac{Y_k}{Y_{\text{х.х,х.х}}}; \quad (11)$$

$$S_{Z_i}^{Y_{\text{вх}}} = \frac{Z_i}{Z_{\text{х.х,кз}}} - \frac{Z_i}{Z_{\text{кз,кз}}}; \quad S_{Y_k}^{Y_{\text{вх}}} = \frac{Y_k}{Y_{\text{х.х,кз}}} - \frac{Y_k}{Y_{\text{кз,кз}}}. \quad (12)$$

В (8) — (12) $Z_{\text{х.х,кз}}$ — это сопротивление со стороны точек $a-a$ при разомкнутых зажимах 1—1 и короткозамкнутых зажимах 2—2; $Y_{\text{х.х,кз}}$ — проводимость между точками $b-b$ в том же режиме входных и выходных зажимов; $Z_{\text{х.х,х.х}}$ — сопротивление со стороны точек $a-a$ при холостом ходе на входе и выходе цепи; $Y_{\text{х.х,х.х}}$ — проводимость между точками $b-b$ в том же режиме; $Z_{\text{кз,кз}}$ — сопротивление со стороны точек $a-a$ при коротком замыкании на входе и выходе цепи; $Y_{\text{кз,кз}}$ — проводимость между точками $b-b$ в том же режиме.

Полученные соотношения (4), (5) и (8) — (12) указывают метод измерения чувствительности функции лестничной цепи к изменению любого ее элемента. При этом для определения чувствительности передаточных функций необходимо одно измерение входного иммитанса в определенном режиме цепи, а для определения чувствительности входной функции цепи требуются два измерения входных иммитансов. Отметим, что предложенный в [4] метод измерения чувствительности передаточной функции требует двух измерений передаточных функций в различных режимах на концах цепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. В. Зелях. Основы общей теории линейных электрических цепей. М., Изд-во АН СССР, 1951.
2. Г. Б о д е. Теория цепей и проектирование усилителей с обратной связью. М., Изд-во иностр. лит., 1948.
3. Э. В. Зелях. К теории рабочего затухания. — Электросвязь, 1941, № 1.
4. М. Л. Быховский. Основы динамической точности электрических и механических цепей. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Поступила в редакцию
1 октября 1970 г.

УДК 531.768.068.9

А. Е. СИНЕЛЬНИКОВ
(Ленинград)

ОБРАЗЦОВЫЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

Для передачи размера единицы измерения от высшего звена поверочной схемы к образцовым и рабочим установкам, а также для проверки рабочих средств измерения методом сличения используются образцовые акселерометры. Эти приборы наряду с высокой точностью измерения в статическом режиме должны обладать хорошими динамическими свойствами, т. е. постоянным уровнем амплитудно-частотной характеристики и линейностью фазочастотной характеристики при высокой стабильности обеих характеристик.

Для измерения постоянных и низкочастотных ускорений применяются различные типы акселерометров, однако известные принципы не могут быть использованы при построении образцового акселерометра. Так, простейшие одномассовые акселерометры [1]