

АКУСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том XI

1965

Вып. 2

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД

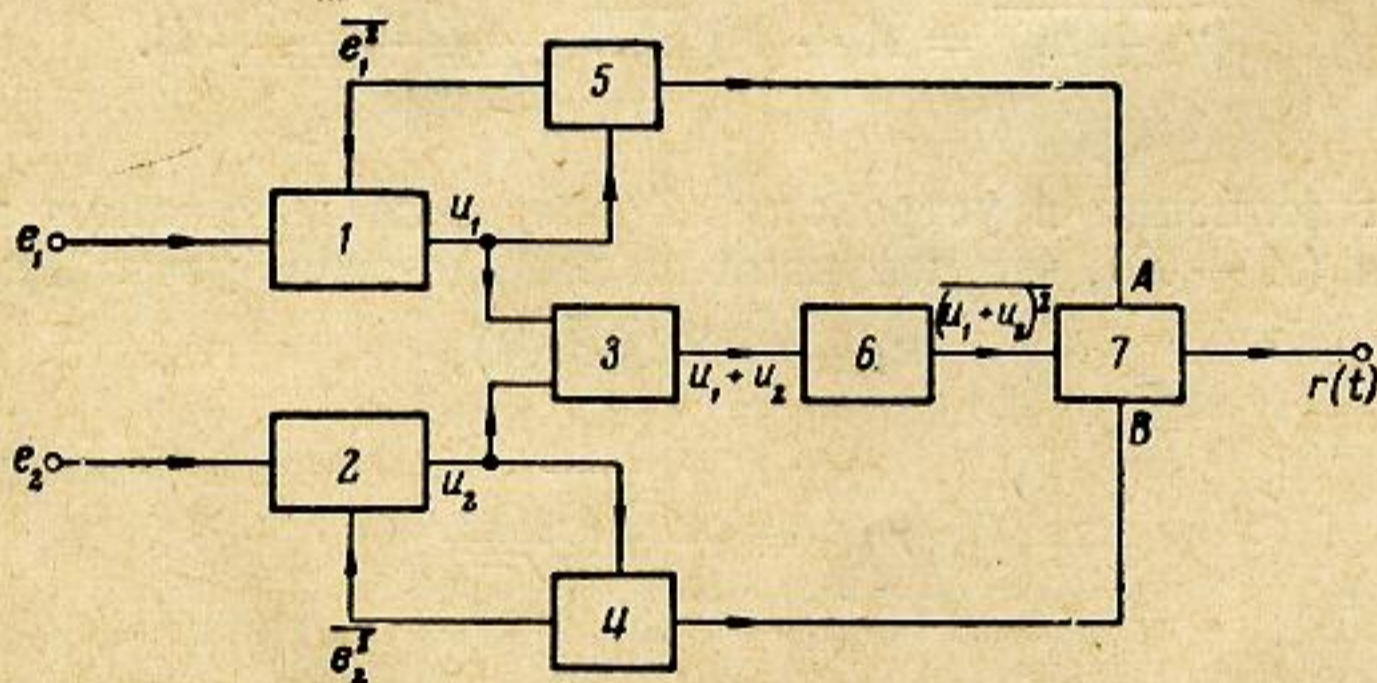
УДК 534.6.08:534.87

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ НЕПРЕРЫВНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Б. Г. Белкин

Описывается устройство для автоматического измерения нормированных функций текущей взаимной и автокорреляции нестационарных электрических или акустических сигналов, в котором требования к динамическому диапазону квадратирующих устройств могут быть существенно ослаблены по сравнению с общеизвестными схемами.

Наряду с известными (см., например, [1]) устройствами для измерения текущих корреляционных функций реальных звуковых сигналов [2] в некоторых случаях может оказаться полезным прибор, блок-схема которого изображена на фигуре [3]. Подлежащие измерению сигналы $f_1(t) =$



$= e_1$ и $f_2(t) = e_2$ подаются на входы двух идентичных усилителей 1 и 2, обладающих коэффициентами усиления K_1 и K_2 и строго одинаковыми комплексными частотными характеристиками. В обоих усилителях предусматривается автоматическая регулировка коэффициентов усиления при сохранении неизменными частотно-амплитудных и частотно-фазовых характеристик (система АРУ).

Выходные сигналы усилителей, u_1 и u_2 поступают, во-первых, в суммирующее устройство 3 и, во-вторых, в идентичные квадратирующие и интегрирующие устройства 4 и 5. Выходные сигналы устройств 4 и 5 пода-

ются в системы АРУ соответственных усилителей, действующие таким образом, что средние квадраты $\overline{u_1^2}$ и $\overline{u_2^2}$ поддерживаются постоянными при любых изменениях входных сигналов e_1 и e_2 в пределах действия систем АРУ:

$$\overline{u_1^2} = \text{const} = A, \quad \overline{u_2^2} = \text{const} = B.$$

Суммарный сигнал $u_1 + u_2$ с выхода суммирующего устройства 3 поступает на квадратирующее и интегрирующее устройство 6, аналогичное 3 и 4. Таким образом, на выходе устройства 6 получается сигнал $(u_1 + u_2)^2$. Этот сигнал поступает в устройство 7, где из него вычитается постоянное напряжение $(A + B)$. Выходной сигнал устройства 7 с точностью до постоянного множителя есть $r(t)$ — нормированная функция текущей взаимной корреляции сигналов e_1 и e_2 , причем постоянная времени T_0 , с которой усредняется функция $r(t)$, равна постоянной времени интегрирующих цепей в 3, 4 и 6.

В самом деле, если частотно-амплитудные и частотно-фазовые искажения в усилителях 1 и 2 в воспроизводимом диапазоне частот отсутствуют, а время прохождения сигналов мало по сравнению с периодом высшей частоты воспроизводимого диапазона, то $u_1 = K_1 e_1$ и $\overline{u_1^2} = (K_1 e_1)^2 = A$.

Коэффициент усиления K_1 под действием системы АРУ изменяется в такт изменениям среднего квадрата u_1 , т. е. медленно по сравнению с колебаниями мгновенных значений сигнала e_1 . Следовательно, $\overline{u_1^2} = K_1^2 \overline{e_1^2} = A$, откуда $K_1 = \sqrt{A} / \sqrt{\overline{e_1^2}}$.

Аналогично, $u_2 = K_2 e_2$, $\overline{u_2^2} = K_2^2 \overline{e_2^2} = B$

и

$$K_2 = \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{\overline{e_2^2}}}.$$

Обратимся теперь к сигналу на выходе устройства 6:

$$\overline{(u_1 + u_2)^2} = \overline{u_1^2} + 2\overline{u_1 u_2} + \overline{u_2^2},$$

или, с учетом предыдущих соотношений,

$$\overline{(u_1 + u_2)^2} = A + 2\sqrt{AB} \frac{\overline{e_1 e_2}}{\sqrt{\overline{e_1^2}} \sqrt{\overline{e_2^2}}} + B.$$

После выполнения в устройстве 7 операции вычитания постоянного напряжения $(A + B)$, мы получаем на выходе этого устройства сигнал

$$u_{\text{вых}} = 2\sqrt{AB} r(t),$$

где

$$r(t) = \frac{\overline{e_1 e_2}}{\sqrt{\overline{e_1^2}} \sqrt{\overline{e_2^2}}}$$

есть нормированная функция текущей взаимной корреляции сигналов e_1 и e_2 . Поскольку A и B — постоянные, выходной сигнал устройства 7 есть взятая в масштабе $2\sqrt{AB}$ функция корреляции. Ее можно измерять вольтметром, наблюдать на осциллографе, записывать с помощью самописца.

Изложенные соображения дают необходимые основания для построения прибора, который, по существу дела, складывается из элементов двух типов: регулируемых усилителей и квадратирующих и интегрирующих устройств. Если постоянство напряжений A и B обеспечивается с достаточной точностью, то необходимость в устройстве вычитания 7 отпада-

ет — оно заменяется элементарной схемой компенсации постоянной составляющей выходного сигнала $(A + B)$ соответствующим постоянным напряжением. Применительно к регистрации переменных интерференционных эффектов, т. е. переменной составляющей функции $r(t)$, оказывается ненужной и компенсация — достаточно снимать выходной сигнал через разделительную емкость.

Основное преимущество описанного прибора по сравнению с общеизвестными схемами состоит в том, что благодаря наличию в усилителях 1 и 2 систем АРУ, поддерживающих постоянными средние квадраты выходных напряжений, требования к динамическому диапазону квадратирующих устройств 4, 5 и 6 могут быть существенно ослаблены.

ЛИТЕРАТУРА

1. F. N. Lange. Korrelationselektronik, VEB Verlag Technik, Berlin, 1959.
2. В. В. Фурдурев. Интерференция и когерентность акустических сигналов. Акуст. ж., 1959, 5, 1, 111—116.
3. Б. Г. Белкин. Устройство для непрерывного автоматического измерения нормированных функций текущей взаимной и автокорреляции случайных электрических и акустических сигналов. Авт. свидетельство № 168913, приоритет 1 апреля 1963 г.

Н.-и. кинофотоинститут
Москва

Поступила в редакцию
20 января 1964 г.