

вания сигнала аналогичны вышеописанному прохождению сигналов перемещения. Вследствие малого влияния мешающих факторов на коэффициент передачи  $\Phi_{кв}$  и ЭК можно производить подстройку коэффициента передачи в процессе измерения при действии всех мешающих факторов.

Главным недостатком описанных приборов является сложность и нестабильность механизма перемещения ВП. Точность градуировки ограничивается точностью задания образцовых перемещений. Поэтому пока целесообразно использовать проверку градуировки в процессе измерения либо при действии значительных мешающих факторов, либо при использовании нестабильных преобразователей.

Для широкого использования метода подстройки преобразователя незлектрических параметров в процессе измерения необходимо разработать устройства для введения образцовых мер незлектрической природы во взаимодействие с преобразователем в процессе измерения.

#### Л и т е р а т у р а

1. Быховский Ю.С. Автоматическое определение чувствительно - сти бесконтактного преобразователя перемещений и вибрации. Ж. "Известия вузов", серия "Приборостроение", т. XI, 1968, № 9, с. 21.

Г.П.Вечканов, Р.А.Вечканова

#### ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ФАЗОМЕТР

Широко известные в настоящее время методы фазометрии и выпускаемые фазометры [1], [2] позволяют измерять разности фаз сигналов только при больших отношениях "сигнал - шум". Повышение чувствительности фазометрических приборов связано с длительным накоплением информации, существенным увеличением времени анализа, что сопровождается дрейфом нуля, флуктуацией параметров элементов схем и, следовательно, снижением точности измере-

ний. В этом отношении лучшие результаты можно получить при использовании статистических методов и параметронов в качестве нуль-органов.

С помощью параметрического генератора /рис. 1/ весь интервал фаз сигналов от 0 до  $2\pi$  делится на две равные области [3].

После подачи напряжения подкачки фаза колебаний в контуре параметрического генератора /ПГ/ принимает одно из двух устойчивых состояний, обозначаемых 0 или  $\pi$  и зависящих оттого, в какой из областей находилась фаза начальных колебаний, определяемая фазой подаваемого на вход ПГ сигнала, до подачи напряжения подкачки. При приближении фазы начальных колебаний к границе раздела между двумя областями /сепаратрисе/ и периодическом запуске ПГ импульсами подкачки появляются сбои ПГ /из-за наличия шумов/.

Вероятность сбоев ПГ при переходе фазы колебаний из одного устойчивого состояния в другое зависит оттого, насколько близка фаза начальных колебаний к сепаратрисе. Когда изображающая точка фазирующего сигнала на фазовой плоскости расположена точно на сепаратрисе, вероятность сбоев ПГ равна 0,5.

На рис. 2 показана функциональная схема блока измерения и индикации фаз с использованием параметрического генератора. Колебания подаются на вход генератора 1, на другой вход которого с модулятора 2 поступают радиоимпульсы подкачки. Опорные колебания через градуированный фазовращатель 3 и усилитель-ограничитель 4 поступают на умножитель 1:2 - 5, являющийся источником колебаний накачки параметрического генератора 1. В опорный канал помещен градуированный фазовращатель 3, с помощью которого изменяется фаза колебаний подкачки и, следовательно, положение сепаратрисы на фазовой плоскости. С выхода умножителя колебания подкачки с частотой  $f_n = 2f$  через буферный каскад 6 по -

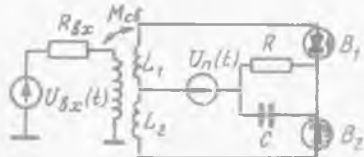


Рис. 1. Схема параметрического генератора:  $U_n(t)$  - напряжение подкачки;  $U_{\delta x}(t)$  - напряжение фазирующего сигнала

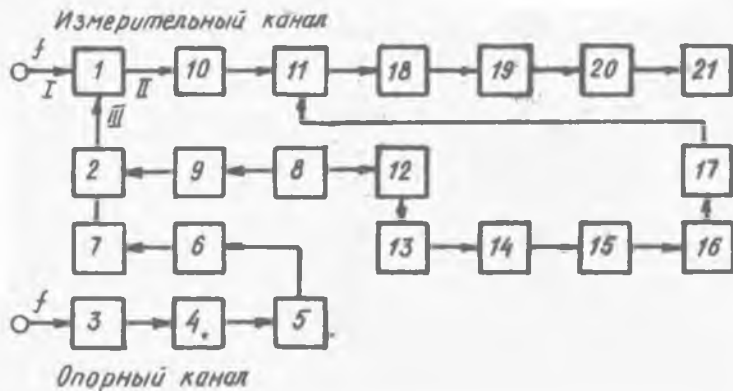


Рис. 2. Функциональная схема фазоизмерительного устройства

ступают на фазовращатель 7, который регулирует фазу только первой гармоники. С его помощью добиваются совпадения изображающей точки паразитных колебаний первой гармоники, получающихся на выходе умножителя, с сепаратрисой и тем самым исключают ее влияние на точность измерения фазы.

С выхода фазовращателя 7 колебания с частотой  $f_n$  поступают на модулятор 2, где модулируются импульсами, поступающими с генератора 8 через интегрирующую цепь 9. Интегрирующая цепь обеспечивает плавное нарастание переднего фронта импульсов накачки и исключает появление ударных колебаний в ПГ, ухудшающих чувствительность.

Радиоимпульсы параметрических колебаний с выхода генератора 1 поступают через буферный каскад 10 на вход фазового детектора 11, в котором в качестве опорных используются колебания с выхода градуированного фазовращателя 3 и усилителя-ограничителя 4. Для исключения влияния опорных колебаний по общим цепям на работу параметрического генератора 1 применена задержка переднего фронта импульсов, поступающих на фазовый детектор по опорному каналу. Для этого сигнала с выхода генератора импульсов 8 дифференцируются в цепи 12 и поступают на ждущий мультивибратор 13. Длительность формируемых им импульсов должна быть

несколько меньше длительности импульсов подкачки ПГ для того, чтобы к моменту включения фазового детектора 11 амплитуда субгармонических колебаний ПГ превысила напряжение помех.

С выхода ждущего мультивибратора 13 импульсы поступают на интегрирующую цепочку 14 и далее - на модулятор 15. С выхода модулятора радиоимпульсы поступают на фазовращатель 16, обеспечивающий нормальную работу фазового детектора, и через буферный каскад 17 - на фазовый детектор 11.

В зависимости от состояния генератора 1, т.е. в зависимости от фазы входного сигнала, на выходе фазового детектора 11 формируются импульсы той или иной полярности. При изменении фазы импульсов накачки плавным фазовращателем 3 изменяется вероятность сбоев ПГ при переходе из одного устойчивого состояния в другое. Биполярные импульсы с выхода фазового детектора 11 поступают на усилитель-ограничитель 18, предназначенный для выделения импульсов одной полярности. Из этих импульсов с помощью дифференцирующей цепочки 19 и ждущего мультивибратора 20 формируются импульсы постоянной амплитуды и длительности, которые затем поступают на измеритель функции распределения вероятности сбоев 21. Он состоит из интегратора с резрядом емкости и лампового вольтметра [2]. Фаза сигнала определяется по градуированному фазовращателю 3 при вероятности сбоев ПГ, равной 0,5, когда стрелка прибора измерителя функции распределения вероятности сбоев находится в середине шкалы.

От длительности импульсов подкачки и частоты повторения их зависит быстродействие и точность измерения фазометра. При уменьшении длительности импульсов подкачки быстродействие нуля органа увеличивается. Однако в рассматриваемом фазометре, где величина измеряемой фазы устанавливается не автоматически, а с помощью фазовращателя, время измерения исчисляется единицами секунд и поэтому специальных требований к длительности импульсов не предъявляется. Обычно минимальная длительность импульсов подкачки принимается равной приблизительно 50 периодам субгармонических колебаний.

Период повторения импульсов подкачки должен выбираться таким образом, чтобы после его действия амплитуда свободных колебаний в контуре ПГ до прихода следующего импульса стала бы

значительно меньше амплитуды фазирующего /измеряемого/ сигнала. В противном случае свободные колебания контура ПГ будут фазировать ПГ.

Предлагаемый фазометр позволяет с высокой точностью, определяемой в основном точностью градуировки фазовращателя  $Z$ , измерить фазы колебаний  $f = 2,5$  МГц/, амплитуды которых уменьшались до величин порядка 1-5 мкВ. Улучшение качества экранировок и монтажа, а также некоторое усложнение схемы позволяет существенно повысить чувствительность прибора. Частота повторения импульсов подкачки равнялась 1,2 кГц, скважность - 2, амплитуда импульсов подкачки - 1 В.

### Л и т е р а т у р а

1. Колтик Э.Д., Кравченко С.А., Поздняков И.Н. Метрологические работы ВНИИМ по фазометрии. Ж. "Измерительная техника", 1967, № 11.

2. Кушнир И.В., Савенко В.П., Верник С.М. Измерения в технике связи. М., "Связь", 1970.

3. Каплан А.Е., Кравцов Ю.А., Рылов В.А. Параметрические генераторы и делители частоты. М., "Советское радио", 1966.

Г.П. Вечканов, Р.А. Вечканова

### ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ДРОБОВЫХ ШУМОВ НА ОШИБКУ РАЗЛИЧЕНИЯ ФАЗЫ В ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ГЕНЕРАТОРЕ

Как известно [1], параметрический генератор /ПГ/ может быть использован в качестве эффективного фазового квантователя при обнаружении и измерении параметров слабых сигналов. На рис. 1,а приведена эквивалентная схема одноконтурного ПГ с конкретной схемой связи его с источником фазирующего сигнала  $U_{\beta x}(t)$ , внутреннее сопротивление которого  $R_c$ ;  $U_n(t)$  - напряжение подкачки;  $R_{cm}$  и  $C_{cm}$  - элементы цепочки автосмещения. Шумы,