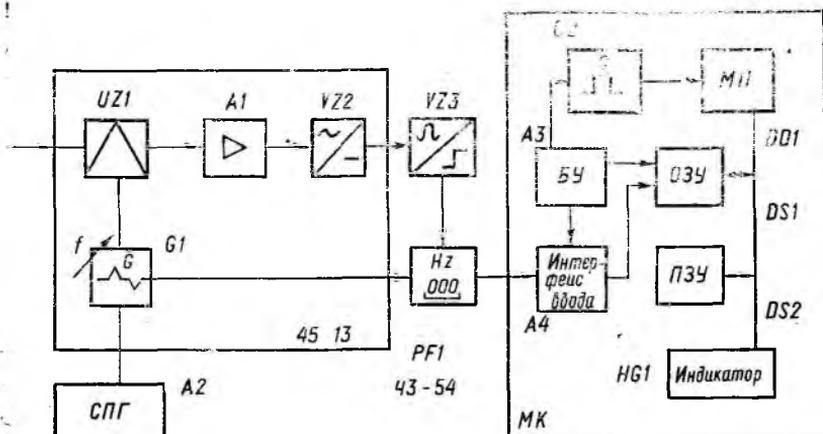


А. А. ПАРФЕНОВ, ст. науч. сотр., В. М. ТАРАСЮК, студент

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЧАСТОТЫ СВЧ-КОЛЕБАНИЙ

Для измерения частот в миллиметровом диапазоне длин волн широко используется гетеродинный метод [1], требующий существенных затрат времени на этапе расчета номера используемой гармоники гетеродина и частоты исследуемого сигнала. С целью повышения скорости определения частот СВЧ-колебаний разработан автоматизированный измеритель с прямым от-



счетом частоты, собираемый на базе серийных приборов Ч5-13, Ч3-50 и специально разработанного микропроцессорного контролера (см. рисунок).

Колебания монотонно-перестраиваемого гетеродина  $f_r$  и сигнал неизвестной частоты  $f_c$  поступают на смеситель гармоник, с выхода которого комбинационные составляющие  $|mf_c \pm nf_r|$  подаются на вход усилителя промежуточной частоты (УПЧ) преобразователя Ч5-13. Поскольку при  $f_r \ll f_c$  составляющие от гармоник исследуемого сигнала ( $m \geq 2$ ) имеют существенно меньший уровень, то каждому номеру гармоники гетеродина соответствуют две его частоты, удовлетворяющие условию прохождения преобразованных колебаний исследуемого сигнала через УПЧ по прямому и зеркальному каналам,

$$\Omega_{\text{пч}} = f_c - nf_{nr}^* = nf_{nr}'' - f_c,$$

где  $n$  — номер гармоники гетеродина;  $\Omega_{\text{пч}}$  — промежуточная частота УПЧ частотно-преобразовательного прибора.

Так как частоты  $f_{nr}^*$  и  $f_{nr}''$  отличаются на величину  $\Delta f_1 = 2\Omega_{\text{пч}}/n$ , а отклики по прямым каналам, наблюдаемые при различных номерах гармоник, соответствуют частотам гетеродина, отличающимся на величину расстройки, то при  $\Omega_{\text{пч}} \ll f_r$

и монотонной перестройке гетеродина происходит чередование приема преобразованного сигнала по прямому и зеркальному каналам. Номер гармоники в этом случае однозначно определяется выражением

$$n = \left| \frac{f'_{n+1,r}}{f'_{n,r} - f'_{n+1,r}} \right| = \left| \frac{f''_{n+1,r}}{f''_{n,r} - f''_{n+1,r}} \right|.$$

Определение частоты с помощью микропроцессорного контроллера проводится в следующем порядке. Управляющие сигналы с блока управления (БУ) устанавливают микропроцессорный контроллер (МК) в состояние, при котором микропроцессор (МП) находится в состоянии ожидания и его адресный счетчик обнулен. Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) отключено от шин микропроцессора и готово к вводу исходных данных для расчета  $f_c$ . Схема перестройки гетеродина (СПГ) монотонно изменяет частоту  $f_r$ , а когда на выходе УПЧ появляется сигнал, происходит сброс—пуск электронно-счетного частотомера (ЭСЧ), и измеренное значение частоты гетеродина  $f_i$  записывается в ОЗУ. После записи четырех последовательных отсчетов прием данных с ЭСЧ прекращается. ОЗУ подключается к шинам микропроцессора, начинается расчет значения измеряемой частоты в соответствии с формулой, записанной в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)

$$f_c = \left| \frac{f'_{n+1,r}}{f'_{n,r} - f'_{n+1,r}} \right| f''_{n,r} + \Omega_{\text{ПЧ}} = \left| \frac{f''_{n+1,r}}{f''_{n,r} - f''_{n+1,r}} \right| f'_{n,r} + \Omega_{\text{ПЧ}}.$$

Алгоритм предварительной обработки четырех отсчетов частоты гетеродина представляет собой выбор пар отсчетов, для которых выполняются условия

$$(K = 2\Omega_{\text{ПЧ}} / (|f_i - f_{i+1}|)) \in N,$$

где  $i=1,4$  — порядковый номер отсчета частоты гетеродина.

Экспериментальные исследования показали, что продолжительность поиска и измерения частоты исследуемого сигнала составляет не более 25 с (в диапазоне 52÷79 ГГц), а абсолютная погрешность измерений не превышает 2 МГц. Непосредственный отсчет обеспечивается шестиразрядным цифровым индикатором.

1. *Валигов Р. А., Серетенский В. Н.* Радиоизмерения на сверхвысоких частотах. М.: Сов. радио, 1969. 412 с.

Поступила в редколлегию 24.09.86