

бенно вольтамперометрия и полярография, обогатились новыми современными приемами и средствами, которые на несколько порядков повысили чувствительность определения ионов почти всех металлов и многих классов органических соединений. Последнее обстоятельство послужило причиной нового повышения интереса к электрохимическим методам анализа.

Литература

1. Ляликов М.А. Физико-химические методы анализа. – Минск: Высшая школа, 1997. – 297 с.
2. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Алесковского. – Л.: Химия, 1988. – 398 с.
3. Другов Ю.С., Беликов А.Б., Дьякова Г.А., Тульчинский В.М. Методы анализа загрязнений воздуха. – М.: Химия, 1984. – 384 с.
4. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. – М.: Высшая школа, 1991. – 286 с.

УДК 621.004.31

ОБРАБОТКА РАДИОСИГНАЛОВ В РАДИОПРИЁМНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Астапенко А.А., Николаенко А.С.

Научный руководитель – МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

Обработка радиосигналов в радиоприемных устройствах – это процесс преобразования сигнала с целью выделения первичного сигнала передаваемой информации при минимальных его искажениях, т. е. это по существу процесс демодуляции радиосигнала. В простейшем случае этот процесс называется детектированием. Детектором называется каскад радиоприёмника, в котором осуществляется преобразование входного модулированного радиосигнала в напряжение (или ток), изменяющиеся по закону первичного модулирующего сигнала.

Рассмотрим амплитудные детекторы. Амплитудный детектор – устройство, на выходе которого создаётся напряжение в соответствии с законом модуляции амплитуды входного радиосигнала. Амплитудно-модулированное колебание АМК (рисунок 1) является сложным колебанием, которое при модуляции одним тоном в своём составе имеет три составляющих: с частотой несущего колебания, с комбинационными частотами $f_n + F$ и $f_n - F$.

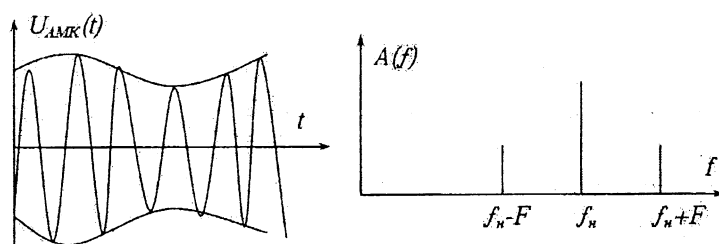


Рис. 1

В составе спектра отсутствует составляющая с частотой F , поэтому с помощью частного фильтра выделить её не представляется возможности. Для того чтобы в составе спектра АМК появилась составляющая с частотой F , необходимо сделать преобразование сигнала с помощью нелинейного элемента с односторонней проводимостью (диода). В результате чего АМК преобразуется в импульсный высокочастотный сигнал с огибающей амплитудой, пропорциональной модулирующему сигналу (рисунок 2).

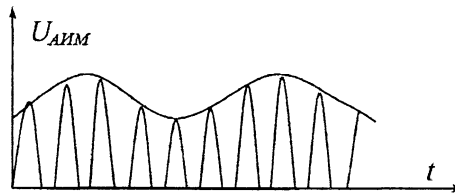


Рис. 2

В составе импульсной последовательности, модулированной по амплитуде, имеются составляющие постоянного тока и модулирующей частоты F . Эти составляющие выделяются фильтром нижних частот.

Таким образом, амплитудный детектор можно структурно представить, так как представлено на рисунке 3.

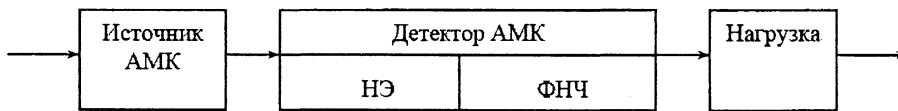


Рис. 3

Существуют две схемы амплитудных детекторов: последовательная схема и параллельная.

Вначале рассмотрим последовательную схему амплитудного детектора.

В последовательной схеме (рисунок 4) источник АМК, НЭ и нагрузка соединены последовательно.

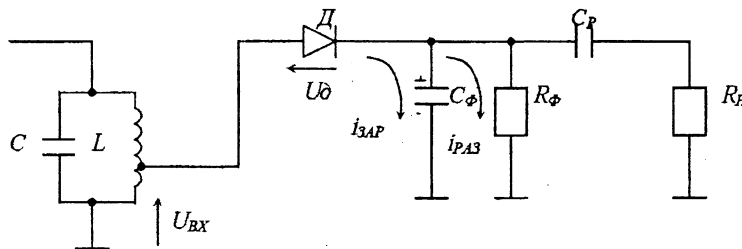


Рис. 4

Состав схемы:

- источник входного амплитудно-модулированного сигнала (LC -контур);
- нелинейный элемент (диод D);
- фильтр нижних частот ($R_Ф C_Ф$);
- нагрузка (R_H);
- разделительная ёмкость (C_P).

Для обеспечения линейного детектирования, т. е. $U_H(t) = kU_{вх}$, необходимо выполнить условия:

- Сопротивление диода для токов ВЧ должно быть значительно больше сопротивления конденсатора $C_Ф$

$$R_D \gg \frac{1}{\omega_n C_Ф}$$

При этом входное напряжение полностью приложено к диоду и его практически не будет на нагрузке.

- Постоянная времени RC цепи $\tau = R_Ф C_Ф$ должна быть

$$T_{\omega} \ll \tau \ll T_{\Omega},$$

где T_{ω} – период высокочастотного колебания;

T_{Ω} – период модулирующего колебания.

Выполнение данного неравенства обеспечивает идентичность выделенного напряжения на нагрузке огибающей амплитуды АМК.

Последовательная схема амплитудного детектора применяется при отсутствии во входном сигнале постоянной составляющей или если она меньше начального порогового значения открывания диода, для того, чтобы не изменить режим работы диода.

Рассмотрим параллельную схему амплитудного детектора.

В параллельной схеме источник сигнала, нелинейный элемент и нагрузка включены параллельно (рисунок 5).

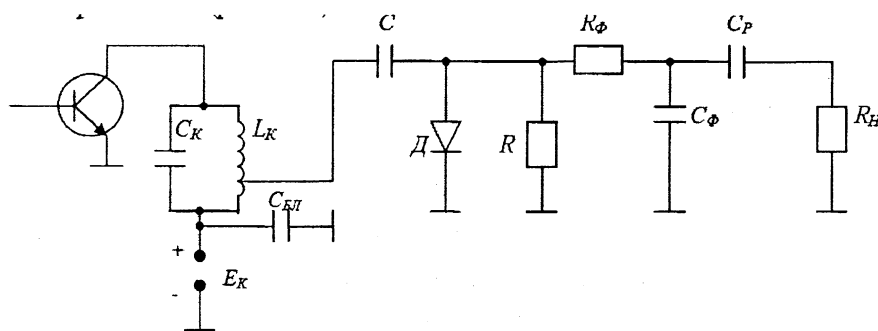


Рис. 5

В параллельной схеме возникает опасность прохождения высокочастотных составляющих на выход детектора, т. к.

$$R_{\partial} \gg \frac{1}{\omega_n C_{\phi}}.$$

Для устранения этого явления на выходе детектора включается дополнительный фильтр $R_{\phi}C_{\phi}$ с параметрами, обеспечивающими

$$\frac{1}{\Omega C_{\phi}} \gg R_{\phi} \gg \frac{1}{\omega_n C_{\phi}}.$$

Параллельная схема применяется в случае наличия во входном сигнале постоянной составляющей. Её влияние на режим работы диода устраняется соответствующим включением ёмкости C . Схема имеет закрытый вход.

Рассмотрим детекторы импульсных сигналов.

Детектор импульсных радиосигналов осуществляет либо выделение огибающей каждого входного радиоимпульса, либо выделение огибающей пачки радиоимпульсов. В первом случае на выходе детектора формируются импульсы постоянного тока (видеоимпульсы). Такой детектор называют импульсным. Во втором случае пачка радиоимпульсов преобразуется в постоянное напряжение, форма которого повторяет форму огибающей пачки, т. к. выходное напряжение в этом случае пропорционально максимальному (пиковому) значению амплитуды импульсной последовательности, детектор называют пиковым. Характер преобразования радиосигнала в импульсном детекторе показан на рисунок 6.

Входным радиоимпульсам на выходе детектора соответствуют видеоимпульсы. Выходное напряжение в паузе должно спадать до нуля.

Выходной видеоимпульс нарастает не мгновенно (рисунок 7), его время нарастания определяется величинами ёмкости C и сопротивлением диода R_{∂} . Чем они мень-

ше, тем меньше время установления t_{yc} . Спад видеоимпульса t_{cn} происходит по экспоненте разряда ёмкости C через сопротивление R

$$T_{cn} = 2,3RC .$$

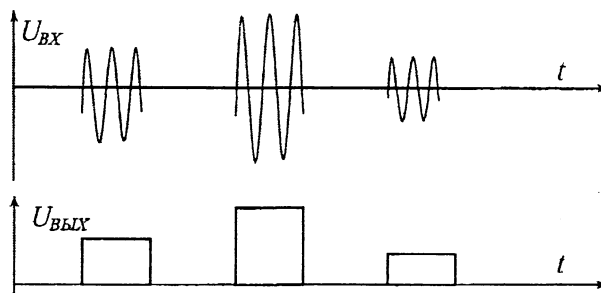


Рис. 6

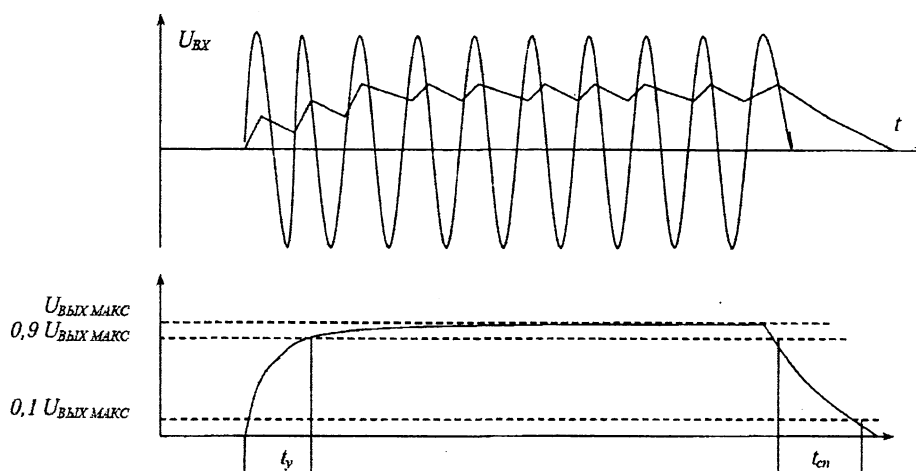


Рис. 7

С точки зрения уменьшения t_{cn} , R и C следует брать как можно меньше. Но для уменьшения пульсаций ВЧ в выходном сигнале постоянную времени $\tau = RC$ следует выбирать значительно больше $T\omega RC = 10T\omega$.

Время, за которое выходное напряжение вырастет от $0,1U_{\text{вых макс}}$ до $0,9U_{\text{вых макс}}$, называется временем установления t_{yc} . Время, за которое выходное напряжение уменьшается от $0,9U_{\text{вых макс}}$ до $0,1U_{\text{вых макс}}$, называется временем спада t_c .

Одним из важных требований к детектору является обеспечение наименьшей величины напряжения высокой частоты на его выходе. Это требование выполняется за счёт ёмкостного делителя, состоящего из ёмкости диода C_d и ёмкости C . Коэффициент фильтрации K_ϕ определяется отношением ёмкостей C_d и C

$$K_\phi = \frac{C_d}{C_d + C} \approx \frac{C_d}{C} ;$$

$$C > 10C_d .$$

С целью обеспечения малого коэффициента фильтрации и малой доли ВЧ напряжения на выходе детектора в амплитудных детекторах применяют точечные диоды с малыми собственными ёмкостями.

Двукратное детектирование даёт возможность усиления сигнала на видеочастотах, что проще усиления на постоянном токе или на очень низкой частоте.

Проанализируем детектирование однополосных сигналов (синхронное детектирование).

Однополосно-модулированные сигналы представляют собой колебания, спектр которых имеет одну боковую полосу спектра АМК (верхнюю или нижнюю). При модуляции одним тоном $U_{\Omega}(t) = U_{m\Omega} \cos \Omega t$ спектр ВБПЧ (верхняя боковая полоса частот) представляет собой гармоническое высокочастотное колебание с частотой $f_n + F$

$$U_{ом}(t) = m \frac{U_m}{2} \cos(\omega_n + \Omega)t.$$

При детектировании такого сигнала амплитудным детектором на выходе получим постоянную составляющую, пропорциональную амплитуде $m \frac{U_m}{2}$. Составляющая с частотой F не будет выделена.

Для выделения составляющей с частотой F необходимо сделать перенос спектра однополосного сигнала из области несущих частот в область низких (модулирующих) частот (рисунок 8), т. е. осуществить преобразование однополосного сигнала с помощью опорного колебания, частота которого равна $f_{он} = f_n$.

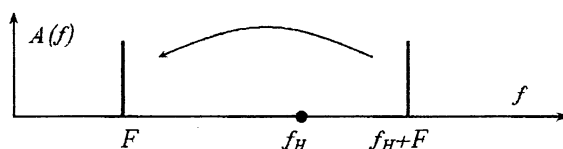


Рис. 8

Для этой цели используют кольцевой преобразователь частоты (рисунок 9).

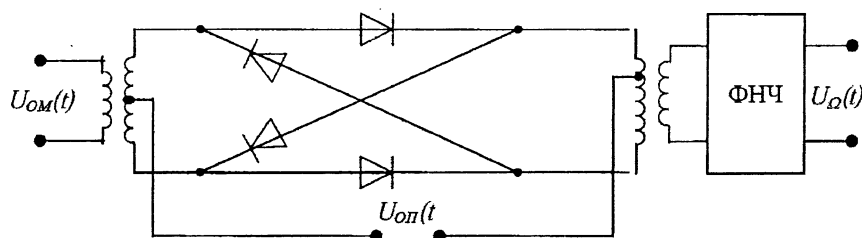


Рис. 9

При подаче на кольцевой преобразователь двух колебаний: однополосного с частотой $(f_n + F)$ и опорного с частотой $f_{он} = f_n$ в составе спектра будет присутствовать колебание с частотой $(f_n + F) - f_{он}$. При равенстве $f_{он} = f_n$ частота этого колебания будет равна F .

УДК 621.311

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В БЕЛАРУСИ

Дмитриенко С.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент МОЖАР В.И.

Мировое сообщество стало осознавать, что запасы ископаемых энергоресурсов неограниченны. Некоторые сведения о количестве различных традиционных видов то-