

ОЦЕНКА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ УМНОЖИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ФАЗОВЫМ ПОДАВЛЕНИЕМ СМЕЖНЫХ ГАРМОНИК

Лимаренко П.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. сетей связи, тел. (057) 702-14-29,
e-mail: lpy1985@mail.ru

The frequency Multiplier with phase suppression of the adjacent harmonicas, as the base element of the frequency multiplier of the carrier of the BPSK-signal, provides the high quality of work as with inaccuracy of functioning of the device itself, so with the influence of the external noise.

Наличие в тракте передачи приемопередатчиков мобильной связи усилителя мощности приводит к тому, что часть мощности излучаемого сигнала попадает в прямой канал (обратное прохождение) и воздействуя на генератор управляемый напряжением (ГУН) приводит к "затягиванию частоты ГУН синтезатора частоты по входу" (рис.1).

Универсальным методом, направленным на уменьшение эффекта "затягивания частоты ГУН", является использование умножителей частоты после ГУН.

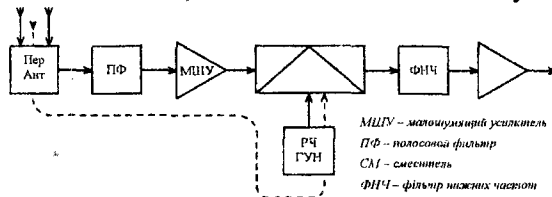
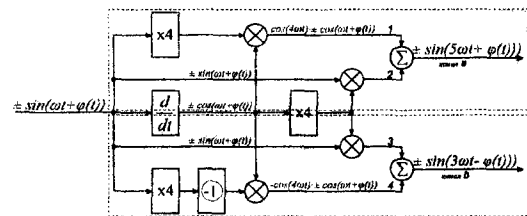


Рис. 1

К сожалению, умножители частоты, широко используемые сегодня, сохраняют законы изменения амплитуды и частоты в выходном колебании, но не сохраняют закона изменения фазы (наиболее помехозащищенным видом модуляции, является именно фазовая).

Для решения этой проблемы была предложена модель умножителя частоты несущего колебания фазоманипулированного (модулированного) сигнала (рис.2).

В качестве базового умножителя частоты в ней используется умножитель с фазовым подавлением смежных гармоник (рис.3). При подаче на вход такого умножителя идеального гармонического колебания и выборе оптимального угла отсечки, в спектре выходного колебания будут присутствовать лишь основная гармоническая составляющая с частотой равной удвоенной частоте входного колебания и составляющие с четными номерами. Следует отметить, что смежная с основной четвертая составляющая также будет отсутствовать.



$\times 4$ - базовый умножитель кратности 4 (БУ) [1];
 d/dt - дифференцирующее звено (обеспечивает сдвиг фазы входного сигнала на величину $\pi/2$);
⊖ - инвертирующее звено, обеспечивающее фазовый сдвиг на величину π ;
⊗ - перемножитель сигналов;
⊕ - сумматор сигналов.

Рис. 2

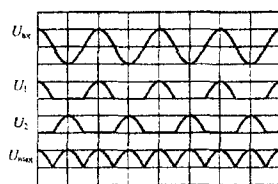
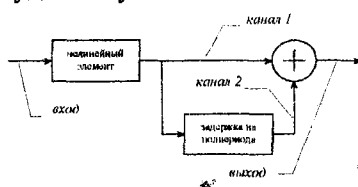
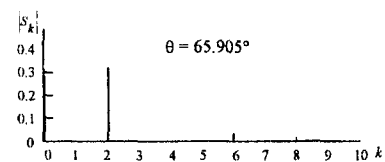


Рис. 3



Целью данной работы является анализ помехозащищенности работы базового умножителя частоты с фазовым подавлением смежных гармоник.

Факторами влияющими на помехозащищенность умножителя частоты являются как внутренние ошибки: неточность фазовых сдвигов (т.е. временных задержек) отдельных импульсов, неидентичность амплитуд отдельных импульсов, так и наличие помехи на входе устройства.

Для оценки степени подавления смежных паразитных гармоник сигнала на выходе удвоителя по отношению к полезной второй гармонике (рис. 4 (а) в размах, (б) в децибелах), возникающих в результате неточности фазовых сдвигов и неидентичности амплитуд импульсов воспользуемся выражениями:

$$T_{1/2} = \frac{U_1}{U_2}, T_{3/2} = \frac{U_3}{U_2}, \quad (3)$$

где U_1, U_2, U_3 - амплитуды первой, второй и третьей гармоник соответственно.

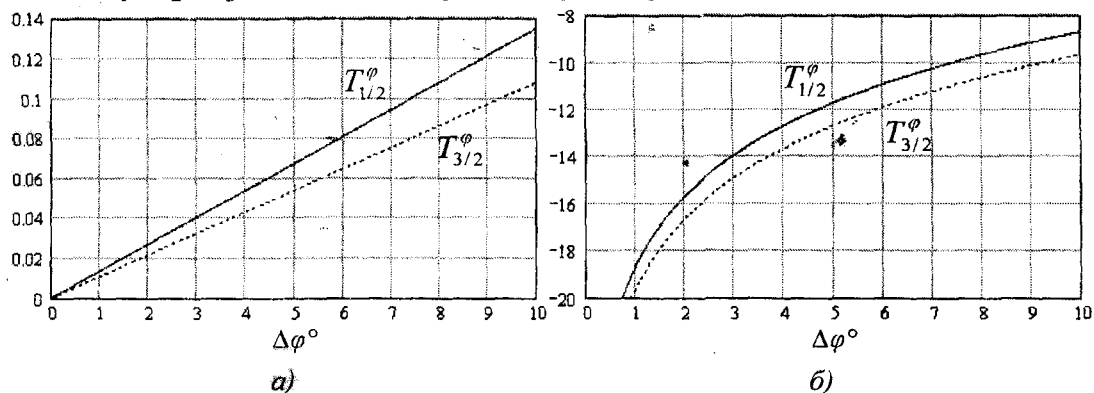


Рис. 4

Таким образом, можно сделать вывод, что схема, обеспечивает значительное подавление смежных гармоник при достаточно больших погрешностях как фазовых сдвигов, так и амплитуд импульсов в каналах.

Для анализа влияния присутствия помехи на входе умножителя частоты проведем расчет амплитудно-частотной характеристики рассматриваемого умножителя, что позволит определить энергетический спектр на выходе устройства.

Учитывая частотные свойства элементов устройства, передаточную функцию умножителя частоты можно записать в виде

$$K(j\omega) = 1 + e^{-j\omega\tau}, \quad (1)$$

где $e^{-j\omega\tau}$ - частотная характеристика линии задержки,

$\tau = T/2$ - постоянная времени линии задержки (T - период входного сигнала).

Воспользовавшись формулой Эйлера и проведя несложные преобразования, получаем выражение для амплитудно-частотной характеристики (рис.5) умножителя частоты с фазовым подавлением смежных гармоник

$$|K(j\omega)| = |2 \cos(\omega\tau/2)|. \quad (2)$$

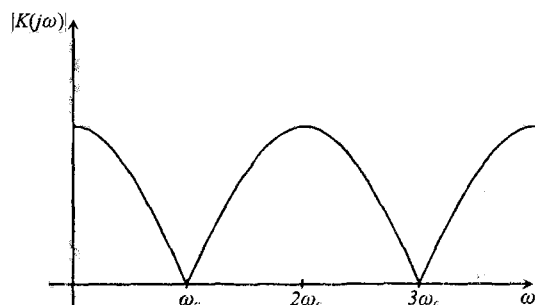


Рис. 5

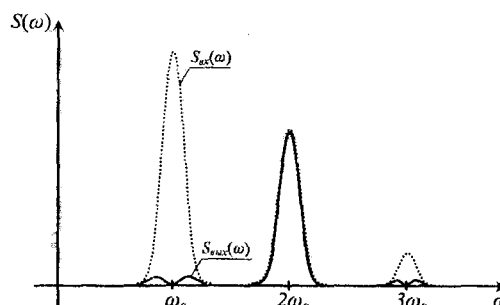


Рис. 6

Таким образом, как видно из рис.5, схема полностью подавляет гармоники с частотой входного несущего колебания и все гармоники с нечетными номерами, а гармоники близкие по частоте с частотой несущего колебания значительно подавляются (рис.6).