

### Уточнение модели диодного амплитудного детектора для программного модуля

Нелинейные искажения в амплитудном детекторе (АД) вызываются несколькими причинами. Одной из причин являются зарядно-разрядные процессы в выходной цепи и уменьшение нагрузки АД по переменному току (рис.1).

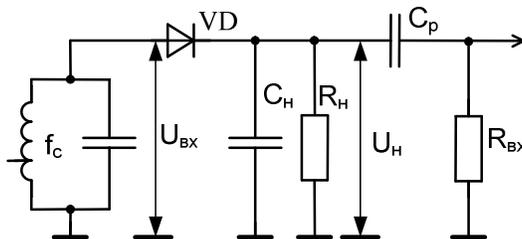


Рис.1. Диодный амплитудный детектор

Пусть разделительный конденсатор  $C_p$  заряжается до напряжения  $U_{cp} = U_{mc} - U_{до}$ , где  $U_{до}$  - напряжение на диоде при амплитуде несущей  $U_{mc}$  и сопротивлении нагрузки  $R_n$ .

При быстрых изменениях амплитуды входного напряжения конденсатор не успевает разрядиться и на сопротивлении нагрузки появляется напряжение

$$U_n = \frac{(U_{mc} - U_{до})R_n}{R_n + R_{вх}}, \quad (1)$$

которое закрывает диод, если входное напряжение меньше  $U_n$ .

Для отсутствия искажений необходимо, чтобы амплитуда несущей при максимальной глубине модуляции не понижалась до значения  $U_n + U_{дmin}$ , т.е. выполнялось условие:

$$U_n \leq U_{mc}(1 - m_{max}) - U_{дmin}, \quad (2)$$

где  $U_{дmin}$  - минимальное напряжение на диоде при минимальной амплитуде несущей, равной значению  $U_{mc}(1 - m_{max})$ . Это значение можно определить, исходя из тока диода  $I_{дmin} = U_n / R_n$ :

$$U_{дmin} = \phi_T \ln \left( \frac{I_o + I_{дmin}}{I_o} \right), \quad (3)$$

где  $I_o$  - обратный ток диода,  $\phi_T = 0,026$  В - тепловой потенциал.

Подставляя условие (1) в (2), получаем условие в следующее виде

$$U_{mc}(1 - m_{max}) - U_{дmin} \geq \frac{(U_{mc} - U_{до})R_n}{R_n + R_{вх}}.$$

Полученное выражение можно представить в следующем виде:

$$U_{mc}(1 - m_{max}) - U_{дmin} = U_{mc}(1 - m_{max}) \left[ 1 - \frac{U_{дmin}}{U_{mc}(1 - m_{max})} \right] = U_{mc}(1 - m_{max}) K_{дmin} \geq U_{дmin} \frac{(U_{mc} - U_{до})R_n}{R_n + R_{вх}},$$

откуда

$$m_{max} \leq 1 - \frac{R_n}{(R_n + R_{вх})} \cdot \frac{K_{до}}{K_{дmin}}, \quad (4)$$

так как

$$K_{до} = \frac{U_{mc} - U_{до}}{U_{mc}} = \cos(\theta_o) \quad (5)$$

представляет собой коэффициент передачи, а  $\theta_o$  - угол отсечки при уровне входного сигнала  $U_{mc}$ ;

$$K_{дmin} = \frac{U_{mc}(1 - m_{max}) - U_{дmin}}{U_{mc}(1 - m_{max})} = \cos(\theta_{min}) \quad (6)$$

представляет собой коэффициент передачи, а  $\theta_{min}$  - угол отсечки при минимальном уровне входного сигнала  $U_{mc}(1 - m_{max})$ .

На рис.2 представлен случай, когда сопротивления  $R_n$  и  $R_{вх}$  равны 1кОм, глубина модуляции 50%, амплитуда несущей  $U_{mc} = 1$  В.

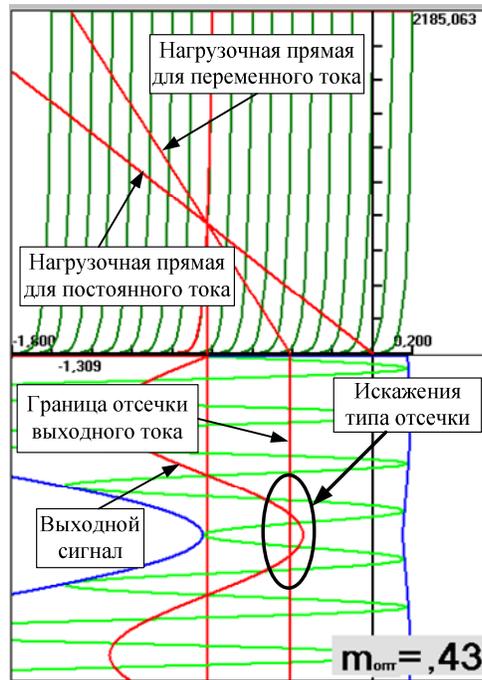


Рис.2. Влияние нагрузки детектора по переменному току

Для рассматриваемого случая рекомендуемая в литературе максимальная глубина модуляции составляет 0,5. Из рисунка видно, что при глубине модуляции  $m = 0,5$  искажения сигнала уже проявляются. Искажения сигнала будут отсутствовать, если глубина модуляции не превысит значения

$$m_{\max} = 1 - \frac{R_n}{(R_n + R_{\text{вх}})} \cdot \frac{K_{\text{до}}}{K_{\text{дмин}}} = 1 - \frac{1000}{(1000 + 1000)} \cdot \frac{0,86584}{0,75951} = 0,43.$$

Необходимые коэффициенты передачи определены из уравнения детекторной характеристики для амплитуд несущей на входе 1 В и 0,5 В (рис.3).

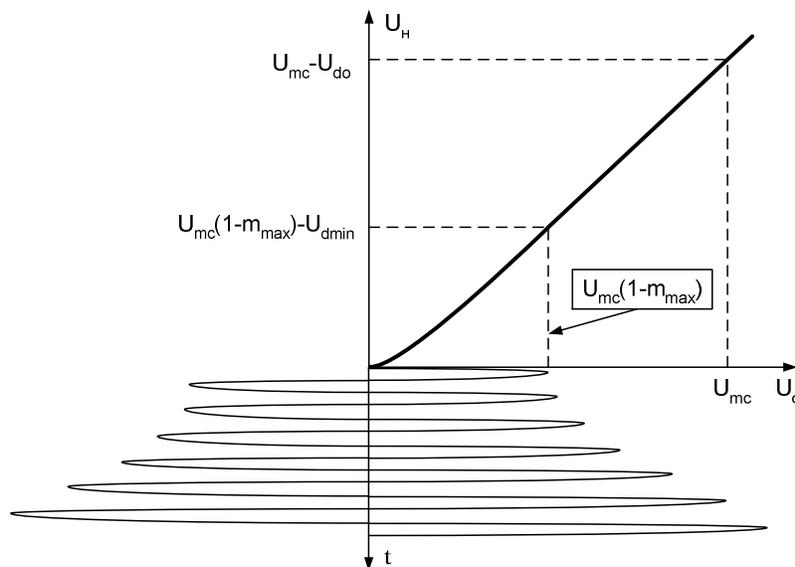


Рис.3. Детекторная характеристика

Проведенное моделирование показывает, что полученное выражение (4) точнее оценивает максимальную глубину модуляции, необходимую для устранения искажений выходного сигнала.