

КЛАССИФИКАЦИЯ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЕ И ПАРАМЕТРЫ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ИММИТАНСА

Филинюк Н. А., Чехместрук Р.Ю., Стахов В.П.

Винницкий национальный технический университет, Винница, Украина

E-mail: chehroma@yandex.ru

Classification, basic concept and parameters of immittance terminators

R , L , C – terminators of immittance are offered, as a quadruple an output immittance that W_{OUT} , to the defined value $W_{OUT.0}$, depends on the size of input immittance. Classification of terminators of immittance is given. Basic parameters are reasonable. Constructed R , L , C – terminators, with possibility of limitation from above and from below.

Для характеристики электрической цепи наиболее широко используются параметры: напряжение U , ток I , и сопротивление R , которое является производным от U и I . Существует ряд электронных схем предназначенных для ограничения U и I : ограничители тока [1] и напряжения [2, 3]. При разработке некоторых электронных устройств, например иммитансных логических схем [4], возникает необходимость ограничения величины R . Учитывая, что кроме активного R , на переменном токе используются реактивные сопротивления: ёмкостное $X_C = 1/\omega C$ и индуктивное $X_L = \omega L$, где ω – круговая частота, C – ёмкость, L – индуктивность, в ряде случаев возникает задача и их ограничения. Однако в известных авторах источниках отсутствуют сведения о параметрах и схемотехнической реализации устройств, выполняющих такую функцию ограничения, что определяет актуальность рассматриваемых в работе вопросов.

Электрическую цепь характеризует полное сопротивление (импеданс) или полная проводимость (адмитанс). Когда не указывается их конкретное значение, используется обобщающее понятие «иммитанс», которое не связано с единицей измерения [5].

Ограничителем иммитанса назовем четырехполюсник выходной иммитанс, которого $W_{ВЫХ}$ до определенного значения $W_{ВЫХ.0}$ зависит от входного иммитанса $W_{ВХ}$. Величину $W_{ВЫХ.0}$ назовем порогом ограничения выходного иммитанса.

В общем случае иммитанс – это комплексная величина $W = \text{Re}W + j\text{Im}W$. Поэтому в частном случае следует рассматривать ограничение только по вещественной $\text{Re}W$ или только мнимой $\text{Im}W$ составляющей иммитанса. Ограничитель по $\text{Re}W$ назовем « R -ограничитель». Учитывая, что мнимая составляющая иммитанса может иметь ёмкостной или индуктивный характер иммитанса, в первом случае будем рассматривать ёмкостной ограничитель (C -ограничитель), а во втором случае – индуктивный ограничитель (L -ограничитель). Кроме того в качестве частного случая возможно рассматривать ограничитель иммитанса по модулю

$|W| = \sqrt{\text{Re}W^2 + j\text{Im}W^2}$. Возможная классификация ограничителей иммитанса представлена рис. 1.

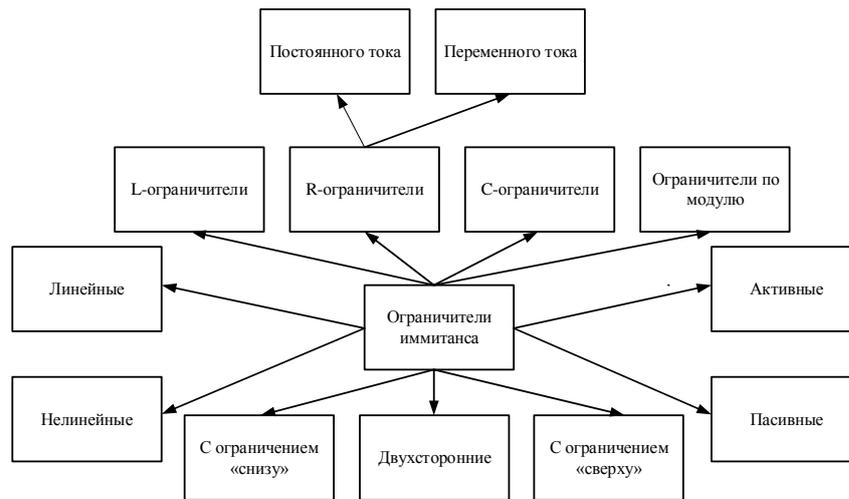


Рисунок 1. Классификация ограничителей

Кроме того R-ограничители могут быть поделены для постоянного и переменного тока. Иммитансные ограничители могут быть реализованы только на R-, L- или C-компонентах, без использования источника питания, назовем их пассивными, или на комбинации R-, L- или C-компонентов и полупроводниковых приборов с использованием источников питания. Такие ограничители назовем активными.

Вне диапазона ограничения зависимость $W_{ВЫХ} = T(W_{ВХ})$ может быть линейная, как показано на рис. 3а (линия 1), или нелинейная (линия 2). В первом случае ограничители иммитанса назовем «линейными», а во втором случае – «нелинейными».

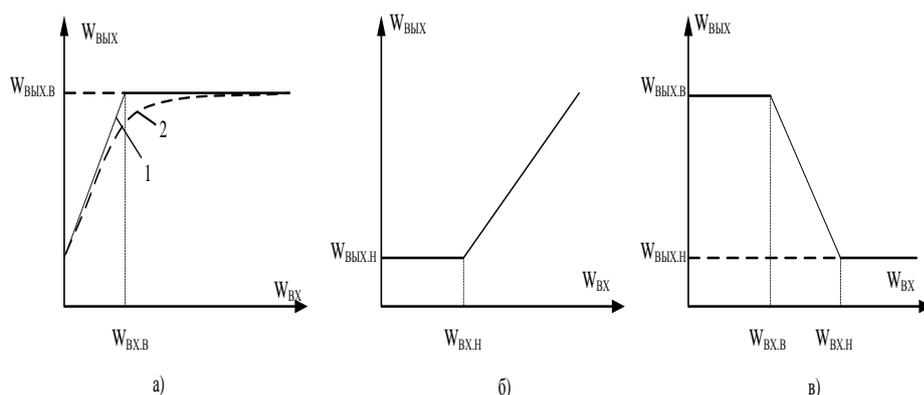


Рис. 2 Передаточные иммитансные характеристики ограничителей иммитанса с различными видами ограничения а – «сверху», б – «снизу», в – «двухсторонние»

Предлагаемая классификация ограничителей иммитанса по мере развития таких устройств может быть дополнена.

В ограничителях иммитанса можно выделить такие основные параметры: нижний и верхний уровни ограничителя выходного иммитанса $W_{ВЫХ.Н}, W_{ВЫХ.В}$; нижние и верхние значения входного иммитанса, соответствующие нижнему и верхнему уровням ограничения, соответственно $W_{ВХ.Н}, W_{ВХ.В}$; диапазон возможных значений выходного иммитанса $\Delta W_{ВЫХ} = |W_{ВЫХ.В} - W_{ВЫХ.Н}|$; крутизна ограничителя иммитанса

$S = \Delta U_{\text{ВЫХ}} / W_{\text{ВХ.В}} - W_{\text{ВХ.Н}}$; время срабатывания (или задержка) τ ; верхняя и нижняя граничные частоты f_H, f_B ; центральная рабочая частота $f_0 = f_B + f_H/2$; абсолютная полоса частот $\Delta f = f_B - f_H$; относительный диапазон рабочих частот $\xi = \Delta f / f_0$; коэффициент нелинейности:

$$K_{H.W} = \left[\frac{dW_{\text{ВЫХ.Н}}}{dW_{\text{ВХ}}} - \frac{dW_{\text{ВЫХ.В}}}{dW_{\text{ВХ}}} \right] / \frac{dW_{\text{ВЫХ.Н}}}{dW_{\text{ВХ}}}.$$

Для случая использования ограничителя иммитанса в измерительной аппаратуре, важно знать с какой точностью устанавливается граничное значение выходного иммитанса. Для её оценки используем значение относительной погрешности установки уровня ограничения:

$$\delta_H = \frac{\Delta W_{\text{ВЫХ.Н}}}{W_{\text{ВЫХ.Н}}}; \delta_B = \frac{\Delta W_{\text{ВЫХ.В}}}{W_{\text{ВЫХ.В}}};$$

где $\Delta W_{\text{ВЫХ.Н}}, \Delta W_{\text{ВЫХ.В}}$ – абсолютное отклонение значения выходного иммитанса от заданного уровня $W_{\text{ВЫХ.Н}}$ или $W_{\text{ВЫХ.В}}$, при достижении входного иммитанса значений $W_{\text{ВХ.Н}}, W_{\text{ВХ.В}}$, соответственно.

Для активных ограничителей иммитанса важнейшим показателем является величина потребляемой мощности P_0 , характеризующая его энергетическую эффективность. Для преобразователей иммитанса, работающих в малосигнальных схемах также важнейшим параметром является их коэффициент шума и максимальный уровень сигнала $P_{\text{МАХ}}$, до которого схема работает в квазилинейном режиме.

Учитывая, что пассивные ограничители иммитанса не требуют использования источника постоянного напряжения, они более энергетически эффективны. В качестве примера в работе рассматриваются ограничители иммитанса в виде рассмотрим четырёхполосников образованных последовательным (рис 4.а) и параллельным (рис 4.б) включением компонентов с иммитансом W_1 и W_2 . Ко входу таких четырёхполосников подключается цепь с иммитансом $W_{\text{ВХ1}}$ и $W_{\text{ВХ2}}$, соответственно; выходной иммитанс первого четырёхполосника равен: $W_{\text{ВЫХ1}} = W_{\text{ВХ1}} + W_1$ для ограничителя «снизу», и

$$W_{\text{ВЫХ2}} = \frac{W_{\text{ВХ1}}W_2}{W_{\text{ВХ1}} + W_2}$$
 для ограничителя «сверху».

Література

1. Агаханян Т.М. Электронные устройства в медицинских приборах. Учебное пособие. / Т.М. Агаханян, В.Г. Никитаев – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. – 512 с.
2. Черепанов В.П. Диоды и их зарубежные аналоги. Справочник. В 3 томах. Том 4. Дополнительный. \ В.П. Черепанов. – М.: РадиоСофт, 2009. – 632 с.
3. Астайкин А.И. Основы теории цепей. В 2 томах. Том 1. / А.И. Астайкин, А.П. Помазков. – М.: Академия, 2009. – 304 с.
4. Ліщинська Л. Б. Імітансна логіка [Текст] / Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. - 2010. - № 2(18). - С. 25-31.
5. Справочник по радиоизмерительным приборам: В 3-х т. Том 1.; Под ред. В. С. Насонова - М.: Сов. радио, 1979. – 229 с.