

Практичне заняття 7

Формування сигналів з використанням властивостей нелінійних кіл. Амплітудна модуляція гармонічного несучого сигналу

1. Постановка задачі

На вході амплітудного модулятора (схему див. у підручнику [2.1, с. 79, рис. 3.22]), вольт-амперна характеристика якого апроксимована поліномом третього степеня

$$i = a_0 + a_1 u + a_2 u^2 + a_3 u^3,$$

діє напруга сформована несучим U_{ω_0} і модулюючим U_{Ω} сигналами

$$u = -E + U_{\Omega} \cos(\Omega t) + U_{\omega_0} \cos(\omega_0 t).$$

Вхідні дані можна вибрати з табл. 1.

Таблиця 1

**Параметри несучого і модулюючого сигналів
та математичної моделі модулятора**

Варіант	E, B	U_{Ω}, B	$a_1, \frac{mA}{B}$	$a_2, \frac{mA}{B^2}$	$a_3, \frac{mA}{B^3}$	U_{ω_0}, B
1	2,5	2,0	4,53	0,39	0,05	1,8
2	3,0	2,5	8,73	0,844	0,07	1,6
3	2,8	2,2	9,0	0,8	0,06	1,4
4	4,5	3,5	16,0	10,0	1,3	2,8
5	8,0	4,9	13,0	3,3	0,8	3,2
6	6,0	3,8	11,2	2,85	0,7	3,0
7	2,0	1,6	4,8	0,43	0,04	1,2
8	3,5	2,2	9,0	0,85	0,03	1,4
9	5,6	2,5	10,0	5,0	0,08	2,2
10	7,2	4,6	12,0	7,0	0,09	2,3
11	2,5	2,0	5,5	0,42	0,07	1,8
12	3,0	2,5	9,5	1,2	0,1	1,6
13	2,8	2,2	9,8	0,92	0,15	1,4
14	4,5	3,5	14,0	8,0	1,5	2,8
15	8,0	4,9	12,0	6,0	0,2	3,2

Вихідний контур модулятора настроєний на частоту ω_0 має смугу пропускання $\Delta\omega = 2\Omega$.

Необхідно :

1) записати в узагальненому вигляді рівняння для струму, який протікає у вихідному контурі модулятора;

2) визначити коефіцієнт глибини модуляції m та амплітуду струму I_{a1} при заданому значенні E (скласти методику та виконати розрахунки);

3) побудувати статичну модуляційну характеристику за зміни значень вхідного сигналу від 0 до E_{max} (E_{max} – значення напруги, за якої струм першої гармоніки в колі $I_{a1} = 0$).

2. Практичні поради для формування відповідей на поставлені запитання і методик розв'язання наведених вище задач можна знайти:

2.1. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей.– М.: Радио и связь. 1982. – С. 79-84.

3. Рекомендації до формування методик розв'язання задач

3.1. Рівняння струму, який протікає у вихідному колі модулятора, має такий вигляд:

$$i = a_0 + a_1 u + a_2 u^2 + a_3 u^3,$$

діє напруга сформована несучим U_{ω_0} і модулюючим U_{Ω} сигналами

$$u = -E + U_{\Omega} \cos(\Omega t) + U_{\omega_0} \cos(\omega_0 t).$$

Отже,

$$\begin{aligned} i = & a_0 + a_1(-E + U_{\Omega} \cos(\Omega t) + U_{\omega_0} \cos(\omega_0 t)) \\ & + a_2(-E + U_{\Omega} \cos(\Omega t) + U_{\omega_0} \cos(\omega_0 t))^2 \\ & + a_3(-E + U_{\Omega} \cos(\Omega t) + U_{\omega_0} \cos(\omega_0 t))^3 \end{aligned}$$

3.2. Коефіцієнт глибини модуляції m визначають так:

$$m = \frac{U_{\Omega}}{U_{\omega_0}},$$

де U_{Ω} – амплітуда інформаційного сигналу;

U_{ω_0} – амплітуда сигналу переносника.

3.3. Статична модуляційна характеристика – це функція:

$$i_{\text{вих}} = \psi(u_{\text{вх}})$$

$$i_{\text{вих}} = a_0 + a_1 u_{\text{вх}} + a_2 u_{\text{вх}}^2 + a_3 u_{\text{вх}}^3,$$

де $u_{\text{вх}} = 0 \dots 3E_{max} = 0 \dots 10,5 \text{ В}$.

4. Контрольні запитання для формування висновків

4.1. Яким способом можна перенести спектр інформаційного сигналу в потрібний частотний діапазон?

4.2. Від яких параметрів АМ-сигналу залежить висота (амплітуда) бокових складових спектра цього сигналу?

4.3. З яких міркувань доцільно перетворювати АМ-сигнал у радіосигнал з подавленою в його спектрі несучою складовою?

4.4. За якою ознакою радіоелектронну схему можна зарахувати до класу нелінійних кіл?