

Лабораторна робота № 1

Дослідження амплітудної модуляції неперервного сигналу

Мета роботи - дослідити і вивчити амплітудну модуляцію, яка використовується в телемеханіці, зв'язку, пристроях електроніки й автоматики.

1.1 Короткі теоретичні відомості

Модуляція - утворення сигналу передавання шляхом зміни параметрів сигналу, що є носієм, під впливом повідомлення.

Модулюючий сигнал впливає на той чи інший параметр коливань-носіїв (амплітуду, частоту або фазу), змінюючи його таким чином, щоб той повністю відображав інформаційну сутність модулюючого сигналу. Якщо повідомлення неперервні, а коливання синусоподібні, то в залежності від модульованого параметра розрізняють амплітудну, частотну та фазову модуляцію.

Якщо у високочастотному коливанні

$$U = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (1.1)$$

змінюється амплітуда, то модуляція називається **амплітудною**.

Модулюючий сигнал впливає на амплітуду носія таким чином, що:

$$U_{ам} = (U_0 + \Delta U(t)) \cos(\omega_0 t + \varphi) = U_0 \left(1 + \frac{\Delta U(t)}{U_0} \right) \cos(\omega_0 t + \varphi) . \quad (1.2)$$

Якщо модулюючий сигнал змінюється за аналогічним законом, але з нижчою частотою Ω , то:

$$U_m = \Delta U \cos \Omega t , \quad (1.3)$$

$$U_{ам} = U_0 \cdot \left(1 + \frac{\Delta U}{U_0} \cos \Omega t \right) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi) . \quad (1.4)$$

Величину

$$m_a = \frac{\Delta U}{U_0} \quad (1.5)$$

називають *глибиною амплітудної модуляції*.

З урахуванням (1.5) амплітудно модульований сигнал (1.4) можна виразити так:

$$\begin{aligned} U_{a.m} &= U_0 \cdot (1 + m_a \cos \Omega t) \cdot \cos \omega t = U_0 \cos \omega t + U_0 m_a \cdot \cos \Omega t \cdot \cos \omega t = \\ &= U_0 \cos \omega t + \frac{U_0 m_a}{2} \cos(\omega - \Omega)t + \frac{U_0 m_a}{2} \cos(\omega + \Omega)t \end{aligned} \quad (1.6)$$

Для спрощення у формулі (1.6) фаза сигналу φ прийнята рівною нулю. Таким чином модульовані коливання можуть бути представлені у вигляді спектра, який складається з трьох складових: основної з частотою ω та амплітудою U_0 , а також двох бічних із частотами $(\omega - \Omega)$ та $(\omega + \Omega)$ і амплітудою $U_0 m_a / 2$.

Схеми модулятора та демодулятора наведені на рисунку 1.1 (в, г). При відсутності напруг U_ω та U_Ω крізь коливальне коло модулятора тече постійний струм. За наявності цих напруг струм починає змінюватися разом з напругами, причому базовий струм визначається сумою складових обох частот. Для фільтрації непотрібних частот до колекторного ланцюга вмикають коливальне коло, що виконує функцію навантаження та має великий опір на резонансній частоті, що дорівнює частоті носія. Смуга пропускання контуру повинна бути не менш як удвічі ширшою за найбільшу з частот модулюючої напруги. Процес детектування складається з випрямлення амплітудно-модульованих коливань, в результаті якого утворюються імпульси частоти-носія з амплітудою, що відбиває форму коливання початкового повідомлення. Найбільш простим фільтром нижніх частот є конденсатор, який включається паралельно навантаженню.

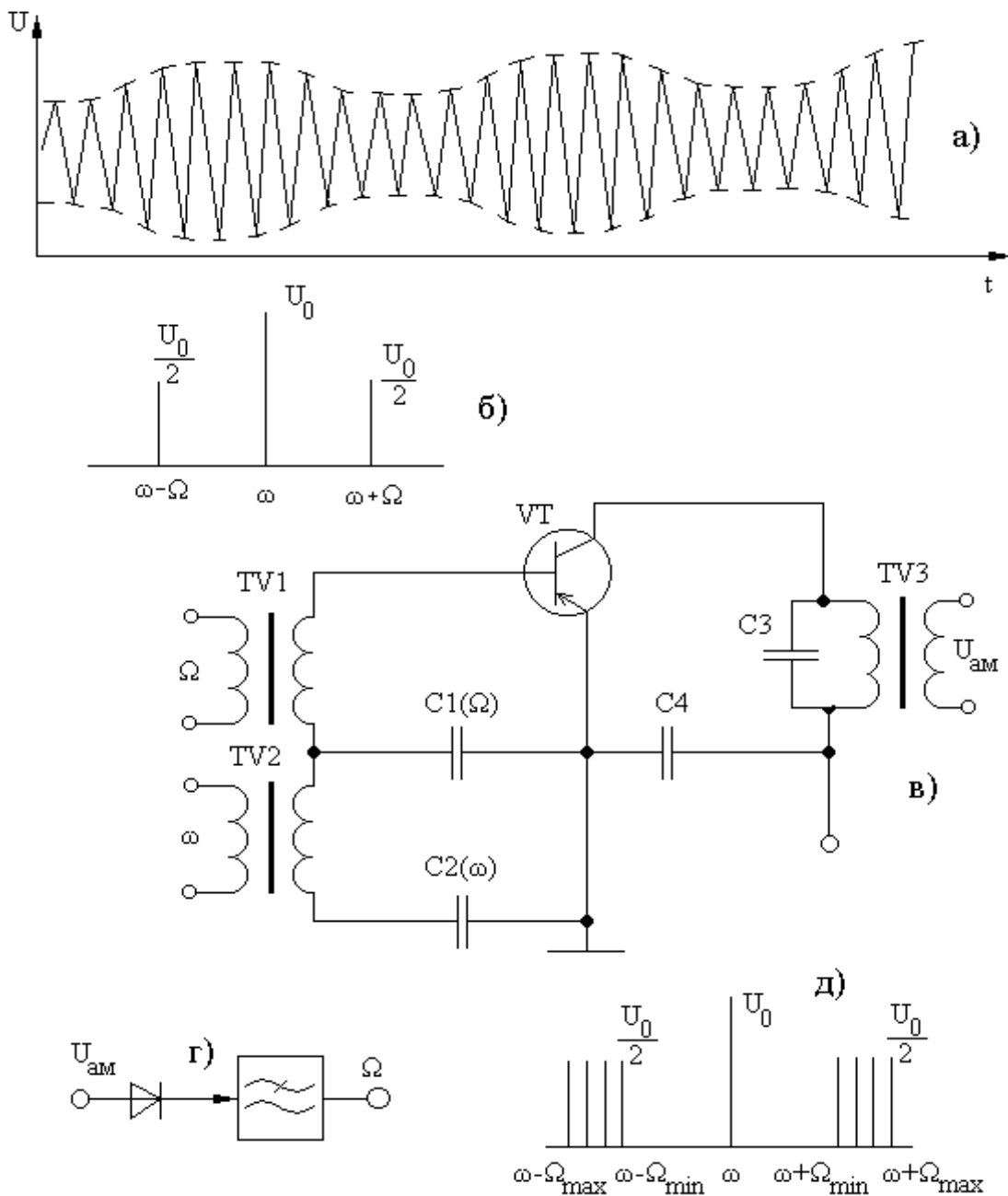
Оскільки у реальному вигляді модулюючий сигнал відрізняється від синусоподібної форми (інакше повідомлення не несе інформації), то виникає не дві бічних частоти, а їх спектр (рисунок 1.1, д).

Переваги амплітудної модуляції:

- смуги частот, які займає амплітудно-модульований сигнал досить вузькі, тобто займають менший частотний діапазон;
- реалізація пристроїв нескладна.

Недолік: середня потужність сигналу набагато менша за пікову, тобто апаратура використовується не на повну потужність.

Інформація для випадку амплітудної модуляції може передаватися тільки у бічній смузі частот цього колювання. Це дозволяє здійснювати передавання повідомлення тільки на одній з бічних смуг частот (верхній або нижній). Цей метод називається *односмуговою амплітудною модуляцією*. На відміну від нього при методі *амплітудної модуляції з двома бічними смугами* смугами частот повідомлення, яке передається, переноситься у зону вищих частот без розширення загальної смуги пропускання. Смуга частот каналу передавання звужується, а потужність сигналу збільшується в чотири рази. Складність реалізації цього методу пов'язана зі складністю побудови приймача. Необхідна побудова ще одного генератора частоти-носія, який був би синхронним та синфазним з генератором передавача. Крім цього, на приймачеві утворюється складне несинусоподібне колювання, з якого за допомогою фільтра нижніх частот виділяють інформаційну складову.



а – вигляд амплітудно-модульованих коливань; б – спектр; в - схема модулятора; г -схема демодулятора, д - реальний спектр частот

Рисунок 1.1 – Схема методу амплітудної модуляції

Порядок виконання роботи

1. На лабораторному стенді зібрати схему, що зображена на рис.1.2:

А) підключити осцилограф (СН1) до комплексного аудіогенератора до виходу ВЧ.

Б) Підключити вихід генератора сигналів до зовнішнього виходу АМ – ЧМ комплексного аудіо генератора та з'єднати генератор з заземленням.

В) На генераторі сигналів спеціальної форми виставити частоту $5 \cdot 10^2$ Гц, напругу 2 В

Г) На перемикачі робочого стану вибрати “Внешний Сигнал Амплитудной Модуляции”

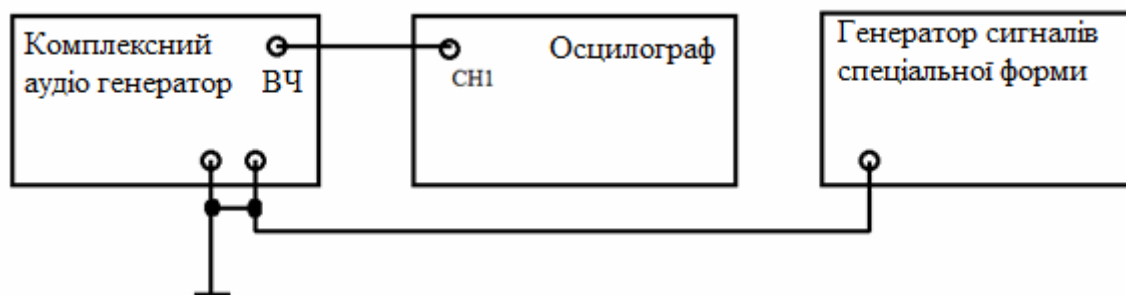


Рисунок 1.2 - Схема дослідження амплітудної модуляції

2. Для отримання модульованого сигналу на комплексному аудіогенераторі перемикач “Выбор ВЧ полос” виставити діапазон 4 та плавним регулюванням отримати на осцилографі амплітудну модуляцію в діапазоні від 3.7 МГц до 3.9 МГц.

3. Замалювати отриману осцилограму (рис.1.3).

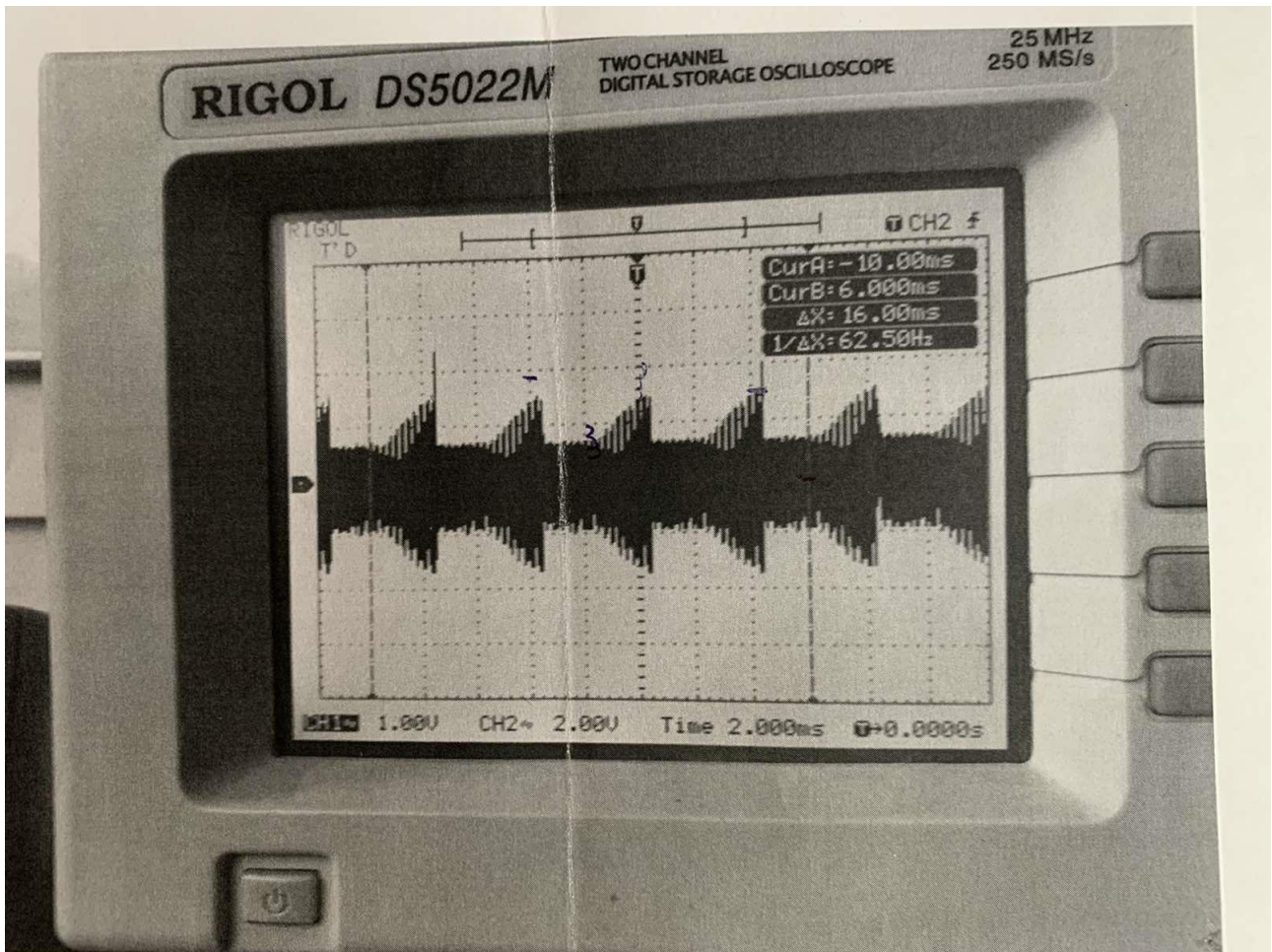


Рисунок 1.3 – Амплітудна модуляція сигналу

4. По отриманій осцилограмі розрахувати глибину амплітудної модуляції за формулою:

$$m = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} \quad (1.7)$$

5. На генераторі сингалів спеціальної форми змінити напругу з 2В до 1В.

Розрахувати глибину амплітудної модуляції для значення 1В за формулою (1.7) (рис.1.4).

6. Порівняти отриманні значення глибини амплітудної модуляції при різних значеннях напруги та проаналізувати отриманні результати.

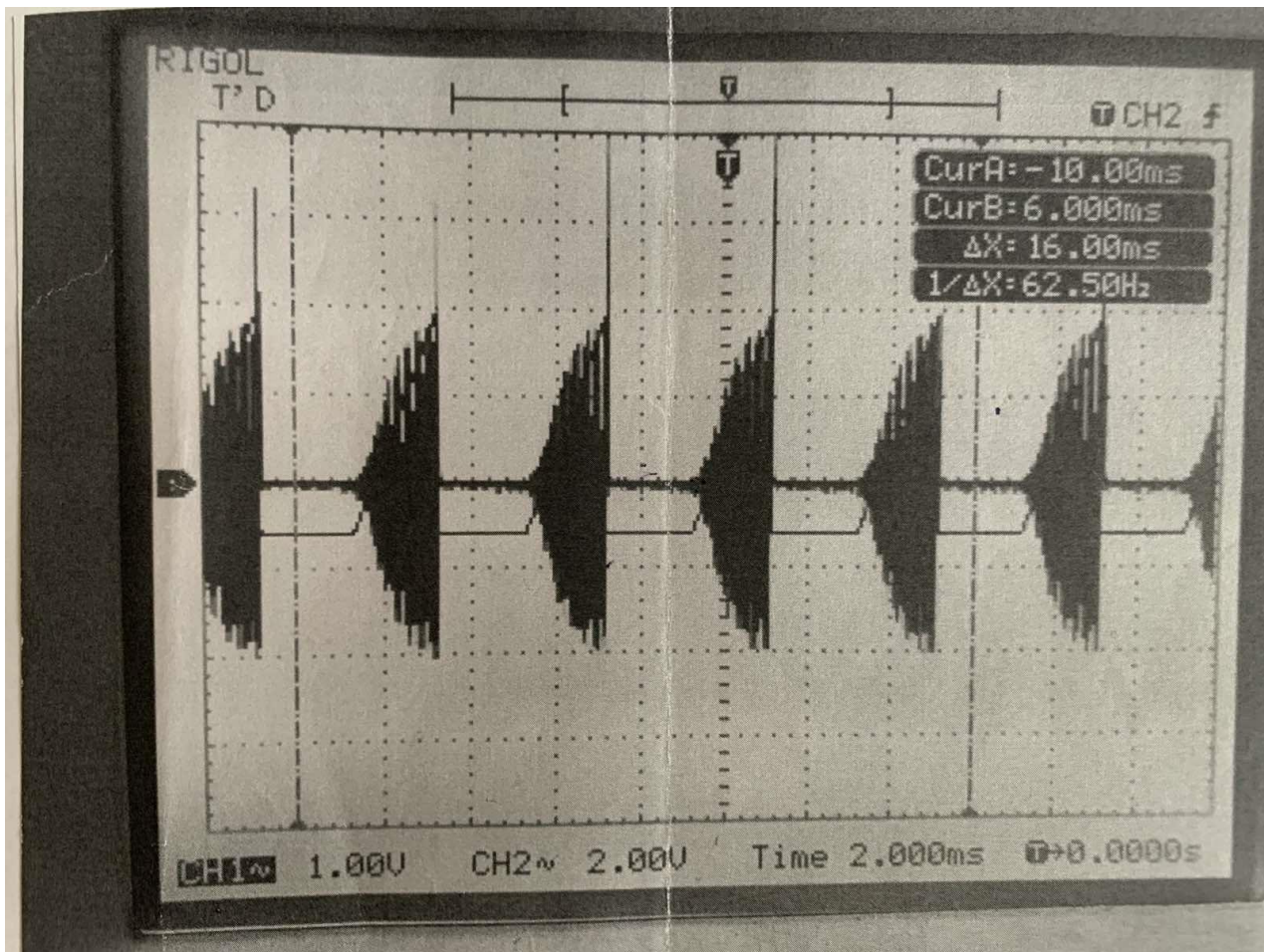


Рисунок 1.4 – Амплітудна модуляція сигналу

Контрольні питання

1. Основні параметри гармонійних коливань.
2. Який вигляд мають амплітудно-модульовані коливання?
3. Які переваги та недоліки амплітудної модуляції?
4. Що таке глибина амплітудної модуляції?
5. Що таке частотний спектр та бокові частоти модуляції?
6. Схема простого модулятора амплітуди.

