

Лабораторно упражнение N 5

Изследване на амплитудно-модулирани трептения

1.Цели на упражнението

След провеждане на това лабораторно упражнение вие трябва да можете:

1.1.Да реализирате базова и колекторна амплитудна модулация

1.2.Да изчислявате основните параметри на амплитудно модулирани (АМ) трептения.

2.Необходими уреди

Лабораторен макет, 2 броя нискочестотни генератори, осцилоскоп, постояннотоков волтметър

3.Теоретична обосновка

Амплитудната модулация (АМ) е процес, при който честотата на дадено високочестотно трептение остава постоянна а се изменя неговата амплитуда пропорционално на моментните стойности нискочестотен сигнал.

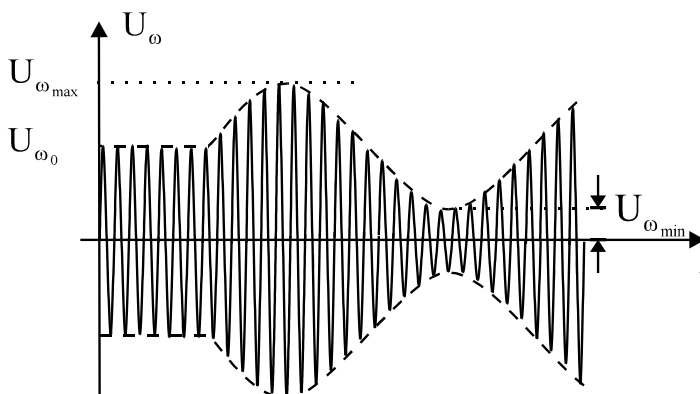
За получаване на АМ трептение е необходимо да се разполага с нелинеен елемент върху който да се въздействува със сигнал $U_{\Omega}\cos(\Omega t + \varphi_{\Omega})$ наречен нискочестотен модулиращ (управляващ) сигнал и сигнал от вида $U_{\omega_0}\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ наречен носещо трептение. В резултат на това в изходната верига се получава АМ сигнал от вида:

$$u_{AM}(t) = U_{\omega_0} [1 + m \cos(\Omega t + \varphi_0)] \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (1)$$

където

$$m = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} \quad (2)$$

се нарича коефициент на амплитудна модулация. Видът на такъв сигнал е показан на фиг.1



фиг.1

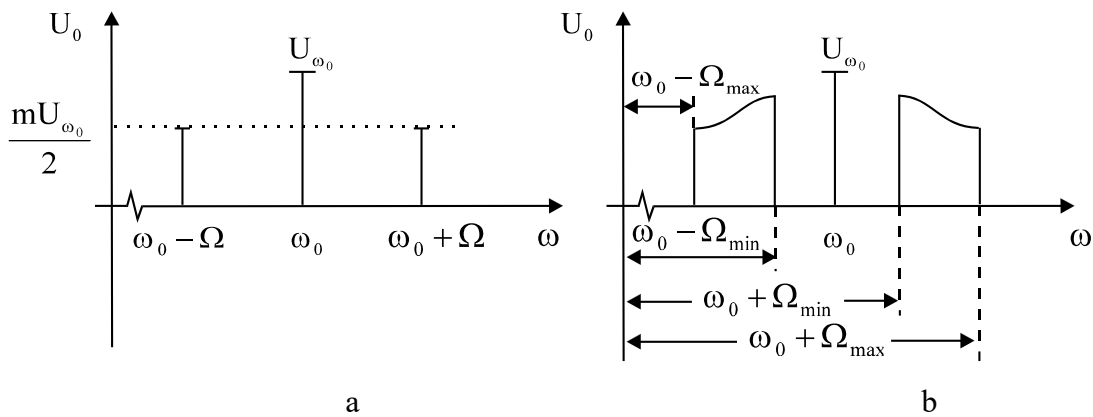
АМ трептение може да се получи и ако се разполага с линеен елемент но с променливи параметри.

След като се извършат съответните математически преобразувания в (1) се намира спектралния състав на АМ трептене. В спектъра му се съдържа носещо трептене с честота ω_0 и амплитуда U_{ω_0} а също и две странични трептения с честоти $\omega_0 - \Omega$ и $\omega_0 + \Omega$ с амплитуди $mU_{\omega_0}/2$ наречени съответно долно и горно трептене (фиг.2а). От тази спектрална диаграма не е трудно да се определи широчината на спектъра в този случай: $\Delta F = 2\Omega$

Когато модулиращия сигнал е сложен и се изразява чрез крайна сума от хармоници с максимален брой k , то спектъра му ще се състои от носеща честота и 2 странични ленти (фиг.2б), описвани с уравнението

$$u_{AM}(t) = U_{\omega_0} \left[1 + \sum_{n=1}^k m_n \cos(\Omega_n t + \varphi_{\Omega n}) \right] \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (3)$$

Широчината му е $\Delta F = 2F_B = 2kF_1$, където F_B и F_1 са съответно най-високата и най-ниската честота а $F_1 = \Omega_1/2\pi$



фиг.2

Мощността на АМ трептене, отдавана върху товар със съпротивление R при липса на модулиращ сигнал (режим на “мълчание”) се определя с изказа

$$P_0 = \frac{U_{\omega_0 m}^2}{2R} = \frac{U_{\omega_0 \text{eff}}^2}{R}, \quad (4)$$

където $U_{\omega_0 m}$ и $U_{\omega_0 \text{eff}}$ са съответно максималната и ефективна стойност на напрежението на носещия сигнал.

При максимална амплитуда на модулиращия сигнал се получава

$$P_{\max} = P_0(1 + \tau)^2 \quad (5)$$

и при $\tau = 1$

$$P_{\max} = 4P_0 \quad (6)$$

При минимална амплитуда на модулиращия сигнал

$$P_{\min} = P_0(1 - \tau)^2 \quad (7)$$

и при $\tau = 1$

$$P_{\min} = 0 \quad (8)$$

Средната мощност за един период на модулиращия сигнал

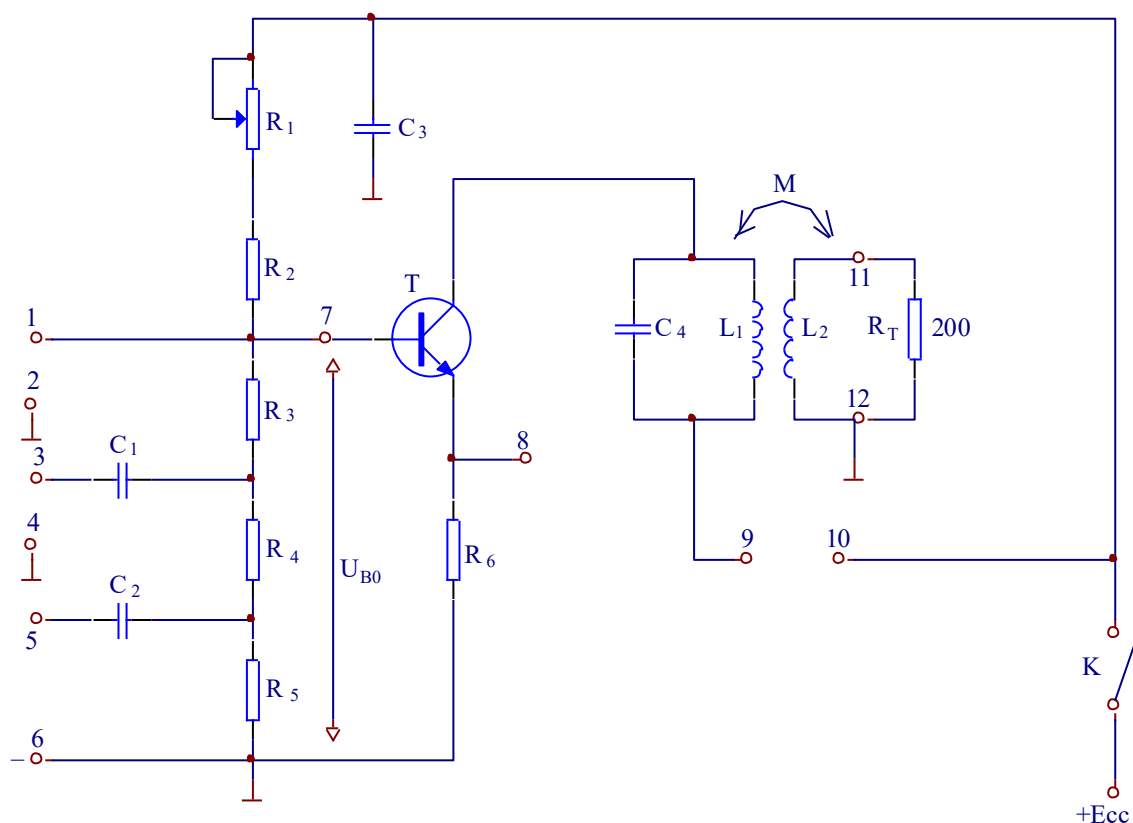
$$P_{cp} = P_0 \left(1 + \frac{\tau^2}{2} \right) \quad (9)$$

и при $\tau = 1$

$$P_{cp} = 1.5P_0 \quad (10)$$

В транзисторните модулаторни устройства високочестотния сигнал се подава към базата на транзистора, а нискочестотния управляващ сигнал или към базата, или към колектора, или едновременно към базата и колектора. В

зависимост от начина на подаване на управляващият модулиращ сигнал се различават модулатори с базова, колекторна или базово-колекторна модулация.

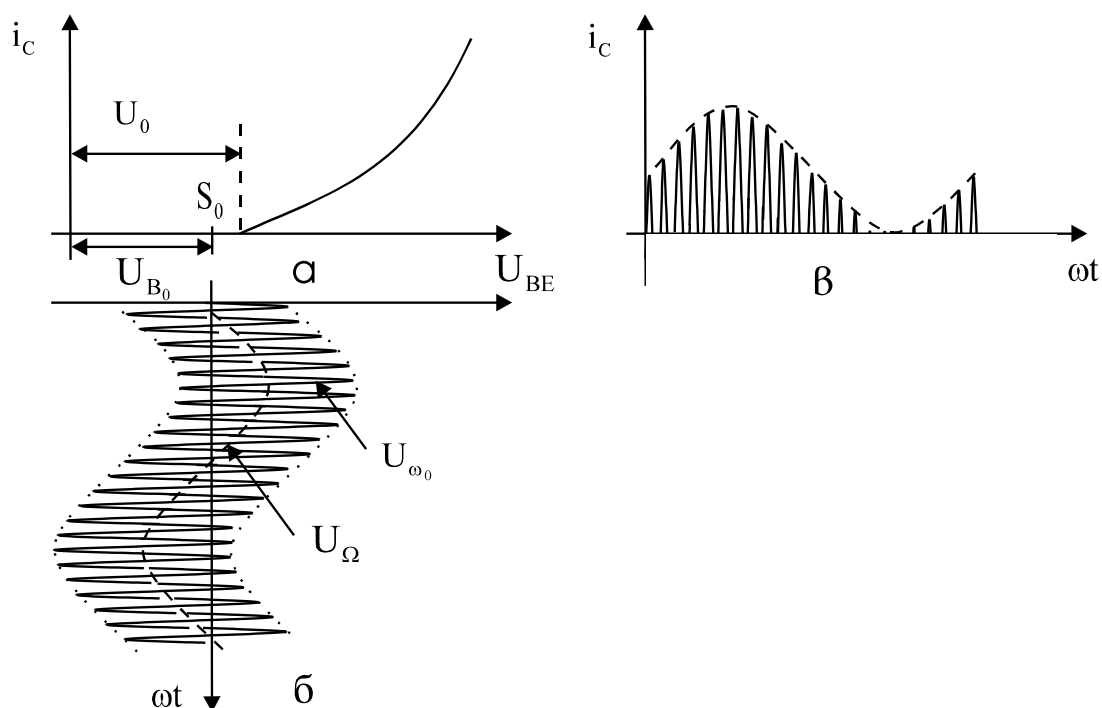


фиг.3

На фиг.3 е показана схемата на опитната постановка, чрез която се изследва базова и колекторна модулация. Базова модулация може да се реализира като клемите 9 и 10 се дадат нахъсо.

По принцип модулаторът се явява нелинеен резонансен усилвател, който има за товар кръга L_1C_4 , чиято резонансна честота е равна на честотата ω_0 подавана към базата на транзистора. Към базата на транзистора се подава и напрежението с модулираща честота U_{Ω} .

Модулаторът работи с отсечка на колекторния ток, т.е. в режим различен от клас А. Изборът на съответния клас на работа зависи от големината на преднапрежението на базата на транзистора U_{B0} задавано чрез потенциометъра R_1 .



фиг.4

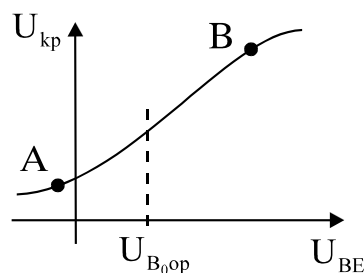
На фиг.4 е показан случая, когато е избран режим на работа кл. В. Точката S_0 определена от големината на преднапрежението U_{B0} е разположена наляво от началната област на характеристиката показваща зависимостта на колекторния ток на транзистора от напрежението база-емитер. Токът през колектора протича само при $U_{BE} > U_0$, където U_0 е напрежението на запушване на прибора. Импулсите на колекторния ток имат форма близка до отсечена косинусоида, чийто спектър може да бъде определен чрез метода на ъгъла на отсечката.

Колекторният ток (фиг. 4в) протича през паралелния кръг L_1C_4 , който е настроен на честотата ω_0 . За първата хармонична на колекторния ток кръга има голямо съпротивление и върху него се създава спад на напрежение $u_{кр}$

При изменение на амплитудата на импулсите на колекторния ток и ъгъла на отсечката Θ , (който зависи главно от преднапрежението U_{B0}) се изменя съответно амплитудата на първата хармонична на колекторния ток и амплитудата на напрежението върху кръга. Модулацията протича без изкривявания, когато изменението на амплитудата на напрежението върху кръга е пропорционална на модулиращото напрежение U_{Ω} .

С цел определяне на оптималната стойност на преднапрежението U_{B0opt} и границите на изменение на напрежението U_{Ω} е необходимо да се построи

статичната модулационна характеристика $u_{кр}=f(U_{BO})$ (фиг.5). Отсъствието на изкривявания при модулацията съответствува на линейния участък на



фиг.5

модулационната характеристика (участъка АВ).

Въпроси и задачи за самопроверка:

1. Възможно ли е да се получат АМ трептения ако вместо трептящия кръг на транзистора Т от фиг. 3 се включи резистор с подходяща стойност ?

.....

2. Ако наблюдаваното АМ трептене върху екрана на осцилоскопа по някаква причина не може да се отчете амплитудата във волтове, как може да се определи дълбочината на модулацията ?

.....

3. Като имате на предвид недостатъците на АМ посочете какви са нейните положителни качества.

.....

4. Съществува ли взаимна връзка между дълбочината на модулацията “m” и шумоустойчивостта на АМ ?

.....

5. Възможно ли е да се използват АМ сигнали в областта на УКВ?

.....

