

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

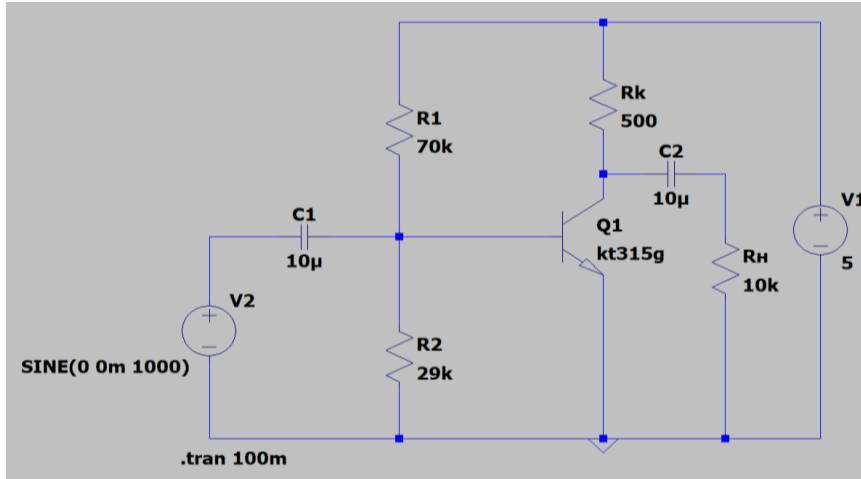
Звіт
З виконання лабораторної роботи №4
з дисципліни “Аналогова електроніка”

Виконали:
студенти групи ДК-82
Краповницький Є. І.

Перевірив:
доц. Короткий Є В.

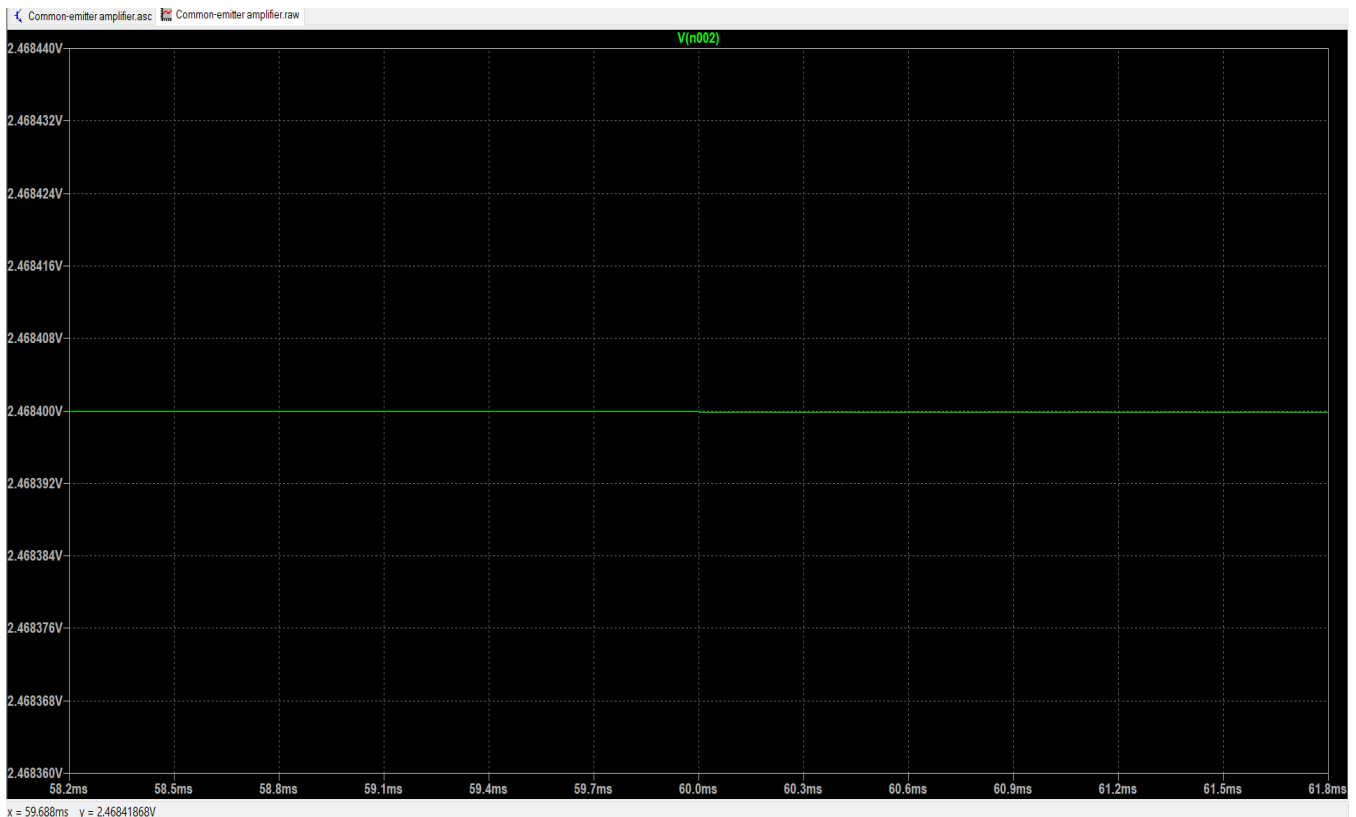
Київ – 2020

В симуляторі LTSPICE була зібрана схема підсилювача на біполярному транзисторі з загальним емітером з наступними параметрами:



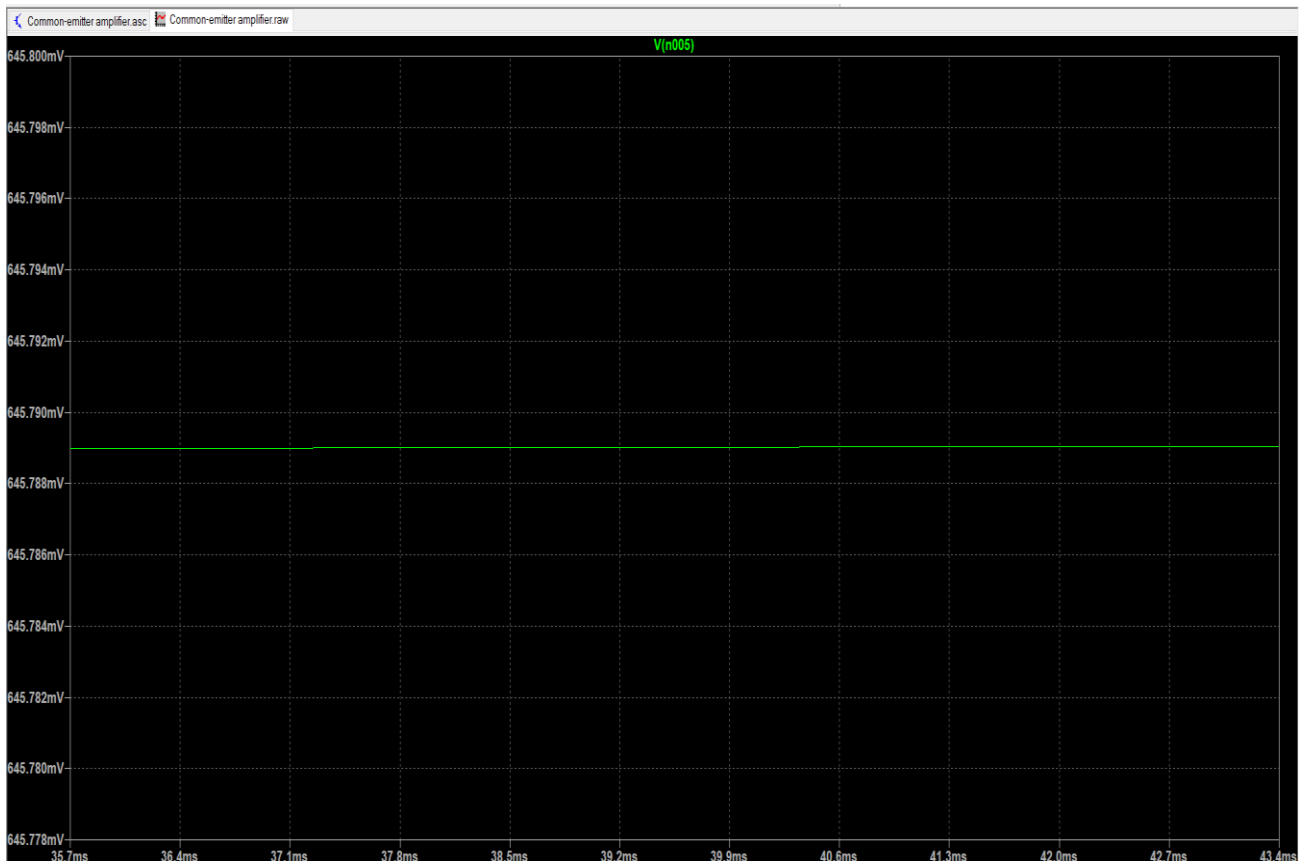
$R1=70\text{K}\Omega$;
 $R2=29\text{K}\Omega$;
 $R_k=500\Omega$;
 $R_H=10\text{K}\Omega$;
 $C1=C2=10\mu\text{F}$; $V1=5\text{V}$;
 NPN Transistor
 KT315G(beta=250)

Як бачимо вхідна напруга дорівнює 0, отже цією схемою я задаю робочу точку спокою. Напруга між колектором і емітером майже дорівнює половині напруги живлення.

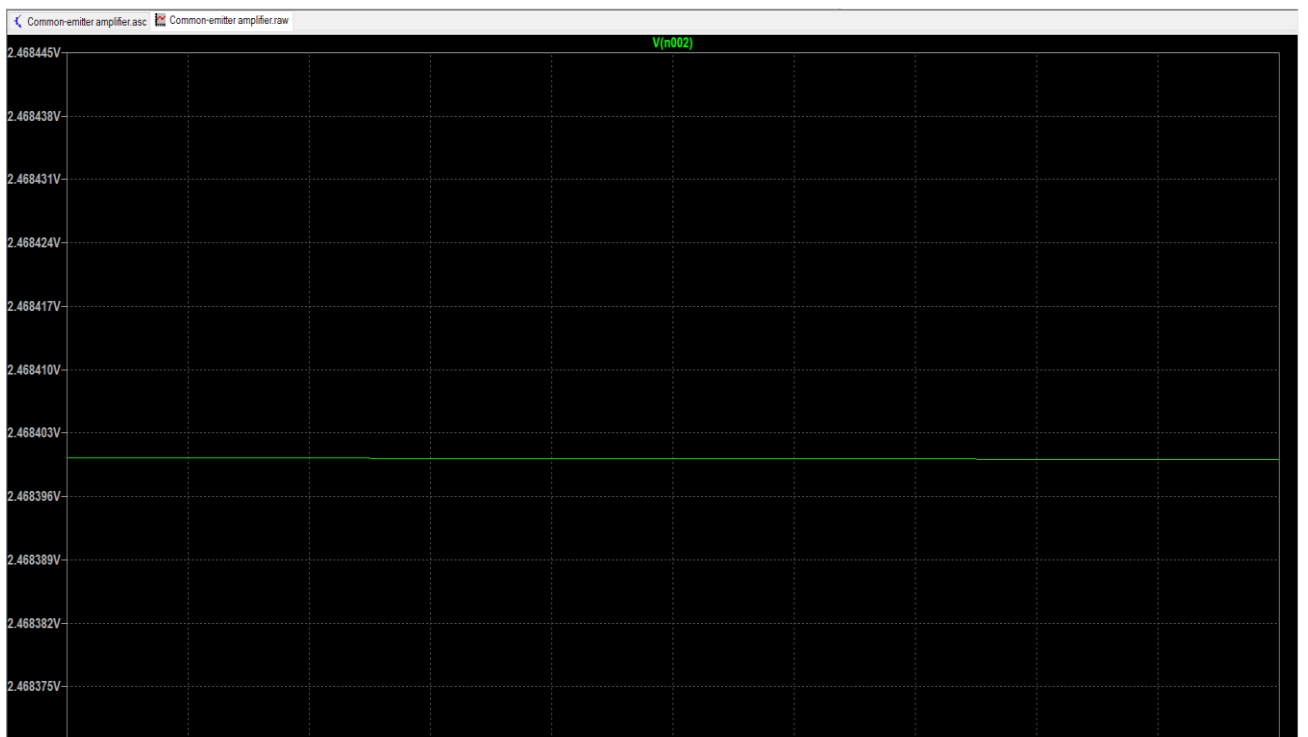


Далі визначимо параметри робочої точки спокою.

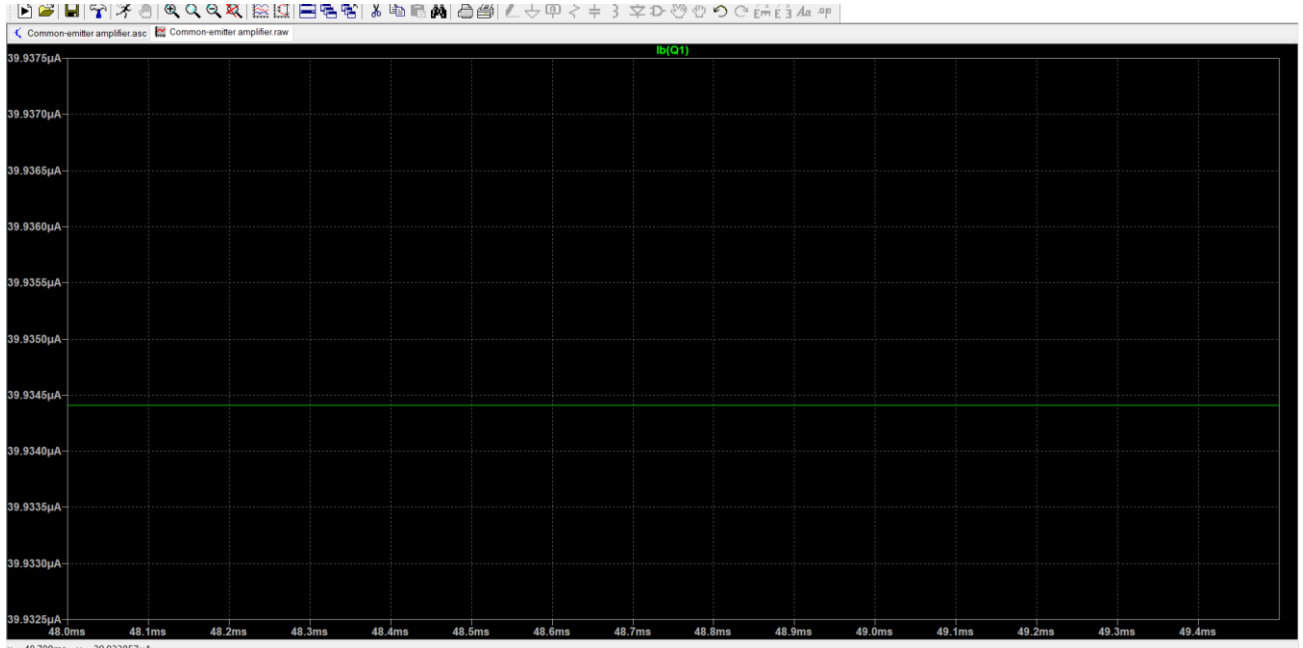
$$U_{6e0} = 645.79\text{mB}$$



$$U_{ke0} = 2.468\text{B}$$



$$I_{60} = 39.93\mu\text{A}$$



$$I_{K0} = 5.063\text{mA}$$

Потім подаємо вхідну напругу амплітудою 20мВ та частотою 1кГц. Вихідний сигнал має такий вигляд:



Бачимо що вихідна синусоїда трошки спотворена. Спотворення можна зменшити, якщо зменшити амплітуду вхідного сигналу. Вважаю, що робочу точку спокою я підібрав коректно, бо перевіряв напругу при різних значеннях R2 та значення 29KOhm дає найбільш пристойний результат.

Визначимо вхідний опір підсилювача. Для малосигнальної моделі вхідний опір підсилювача буде $(R1 \parallel R2 \parallel r_i)$ де r_i -вхідний опір транзистора, ввімкненого по схемі з загальним емітером.

Для того, щоб розрахувати r_i треба знати β та g_m . ϕ_T я взяв 25мВ як значення при кімнатній температурі

$$\beta = \frac{I_{k0}}{I_{\phi 0}} = \frac{5.063 * 10^{-3}}{39.93 * 10^{-6}} = 126.8$$

$$g_m = \frac{I_{k0}}{\phi_T} = \frac{5.063 * 10^{-3}}{25 * 10^{-3}} = 0.2$$

$$r_i = \frac{\beta}{g_m} = \frac{126.8}{0.2} = 6340 \Omega$$

Тоді вхідний опір буде:

$$R_{вх} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_i}} = \frac{1}{\frac{1}{70 * 10^3} + \frac{1}{29 * 10^3} + \frac{1}{6340}} = 6150 \Omega$$

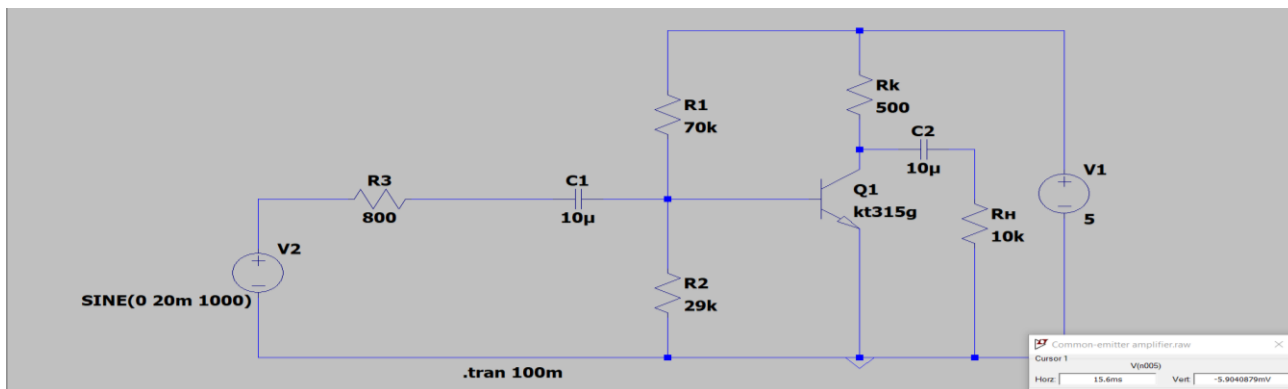
Визначимо вихідний опір підсилювача. Для малосигнальної моделі вихідний опір дорівнює $(R2 \parallel r_o)$ де, r_o – опір між колектором та емітером для малого сигналу. Напруга Ерлі для даної моделі SPICE становить 60В.

$$r_o = \frac{U_a}{g_m * \phi_T} = \frac{60}{0.2 * 0.025} = 12000 \Omega$$

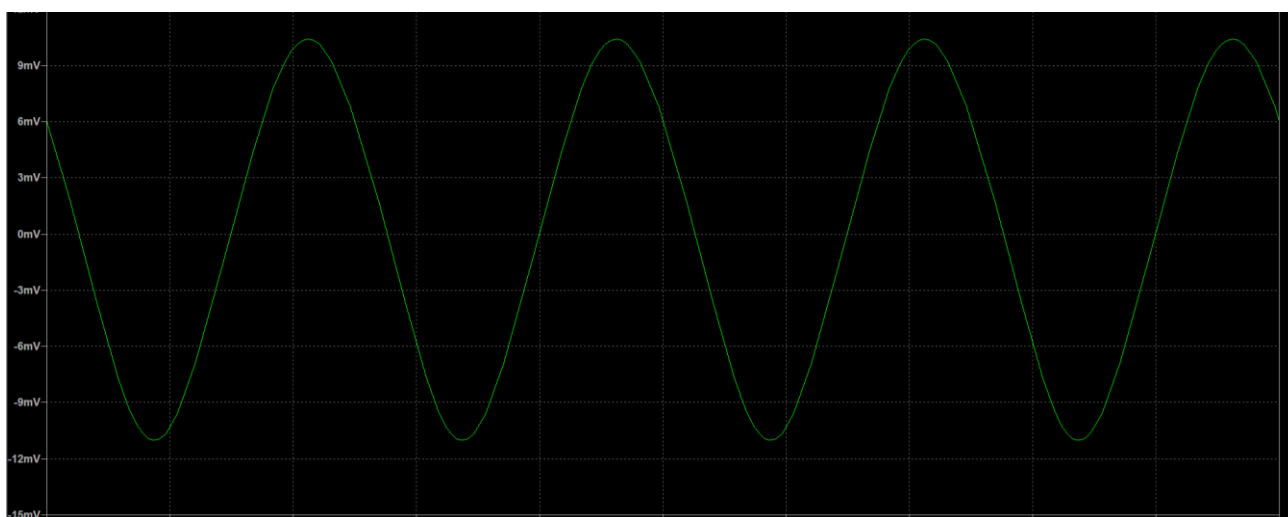
$$R_{вих} = \frac{1}{\frac{1}{R_k} + \frac{1}{r_o}} = \frac{1}{\frac{1}{500} + \frac{1}{12000}} = 480 \Omega$$

Також вхідний і вихідний опір можна визначити практично. Для цього треба підключити реостат послідовно з джерелом вхідного сигналу і змінювати опір

реостату, доки напруга на ньому не буде дорівнювати половині напруги вхідного сигналу.



Я встановив, що вхідний опір підсилювача дорівнює 800 Ом. При цьому на резисторі спадає половина вхідної напруги



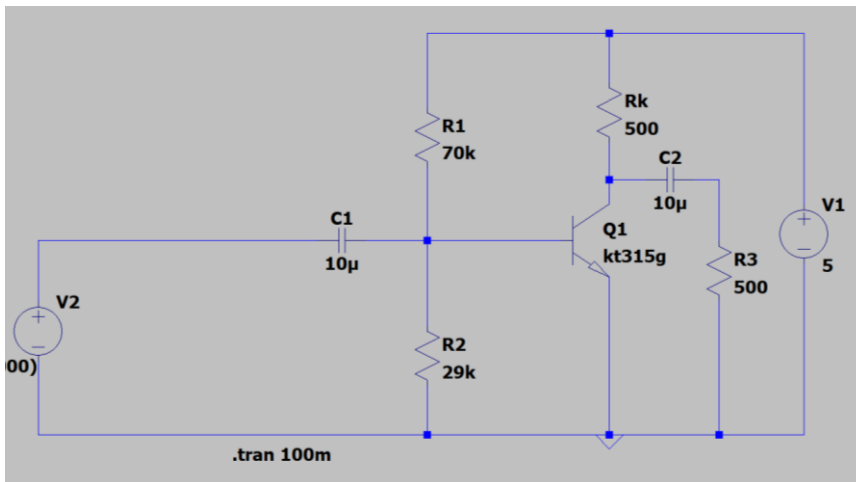
Таким же чином можна виміряти вихідний опір. На виході підсилювача встановилась напруга холостого ходу 1V



Потім я підключив резистор і змінюючи його опір встановив напругу яка дорівнює половині напруги холостого ходу:



Я використав резистор у 500Ом, тому дійсно, вихідний опір дорівнює R_k

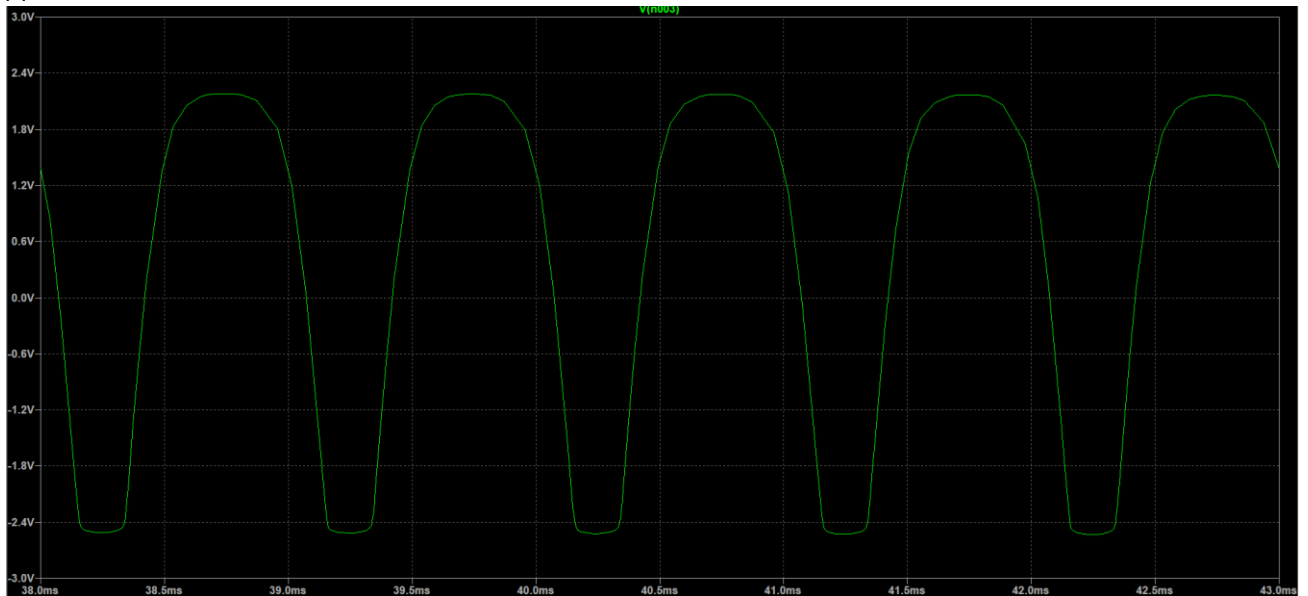


Амплітудна характеристика підсилювача

Для того, щоб отримати амплітудну характеристику підсилювача я змінював вхідний сигнал починаючи з 10мВ і дивився як при цьому змінювався вихідний.

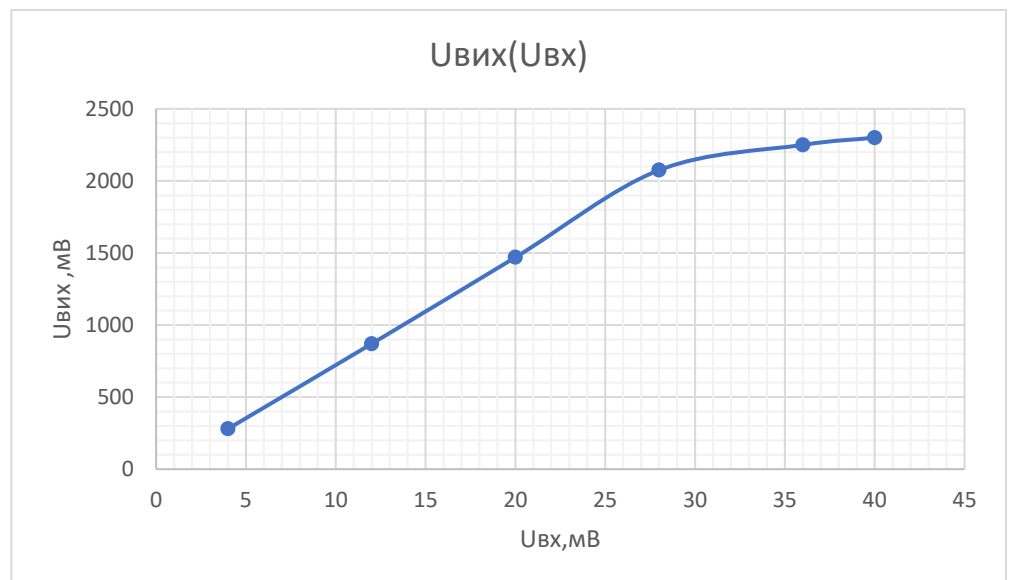
Я встановив, що при вхідній напрузі 40мВ вихідний сигнал починає спотворюватись і все менше нагадує синусоїду.

ДЛ



Для діапазону вхідних напруг від 4мВ до 40мВ я визначим коефіцієнт передачі за напругою та побудував залежність $U_{вих.макс}$ ($U_{вих.макс}$).

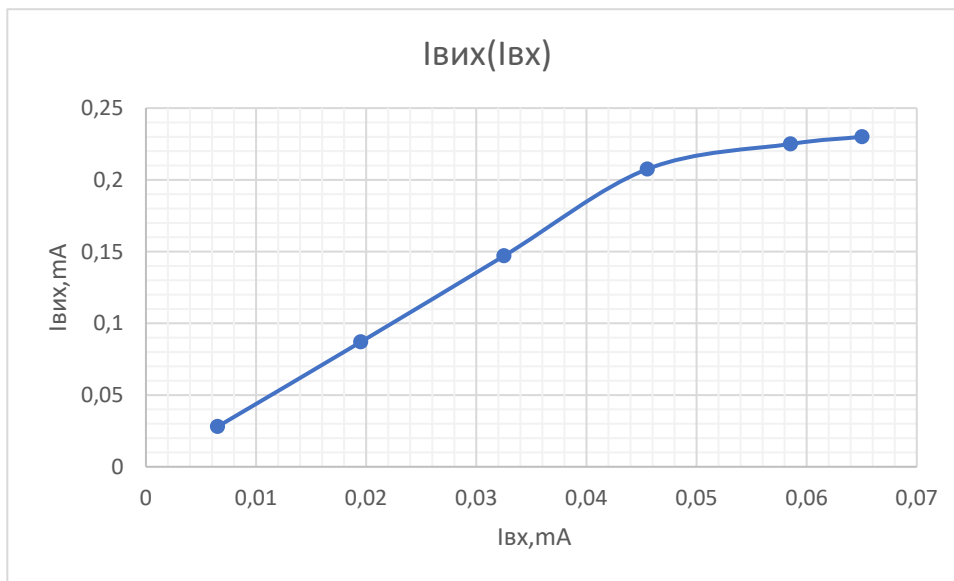
$U_{вх}, мВ$	$U_{вих}, мВ$
4	280
12	870
20	1470
28	2075
36	2250
40	2300



З графіку обиремо точку(20,1500), яка добре лягла на пряму і з неї визначимо K_u .

$$K_u = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{1500}{20} = 75$$

Проведемо такі ж розрахунки для вхідного і вихідного струму



I_{vx}, mA	I_{vx}, mA
0,006504	0,028
0,019512	0,087
0,03252	0,147
0,045528	0,2075
0,058537	0,225
0,065041	0,23

З графіку обиремо точку(0.0195,0.087), яка добре лягла на пряму і з неї визначимо K_i .

$$K_i = \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{0.087}{0.0195} = 4.46$$

Тепер розрахуємо K_i та K_u теоретично:

$$K_u = -g_m * (R_r || R_H) = -0.2 * \frac{1}{\frac{1}{500} + \frac{1}{10000}} = -95.$$

Знак “-” говорить про те, що вихідний сигнал сдвинут по фазі на 180 градусів.

$$K_u = K_u * \frac{R_{vx}}{R_H} = 95 * \frac{615}{10000} = 5.84$$

З урахуванням похибки цей результат є цілком пристойним.

Висновок

Я виконав лабораторну роботу і дослідив підсилювач з загальним емітером. Перевагою цієї схеми є те, що вона дає підсилення як за струмом, так і за напругою. Також є підсилювачі з загальною базою, та колектором, але вони можуть підсилити тільки один з вищезгаданих параметрів.