

Вінницький національний технічний університет
Факультет радіотехніки, зв'язку та приладобудування
Кафедра радіотехніки

**Розробка та дослідження аналогових автогенераторів
радіовимірювальних сигналів спеціальної форми
на приладах із від'ємним опором**

магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю
7.05090101 – Радіотехніка

Розробив студент гр. 1РТ-14м Заріцький В. М.
керівник – к.т.н., доц., доцент каф. РТ Семенов А. О.

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ Й ПРАКТИКИ ГЕНЕРАТОРІВ

Таблиця 1 – Порівняння основних вітчизняних аналогових генераторів

Тип джерела сигналу	Форма вихідної напруги				Наявність режиму модуляції параметрів
	Синус	Трикутна	Прямокутна	Інша (у тому числі випадкова)	
Низькочастотні генератори сигналів (ГЗ)	+	–	+	–	+
Аналогові генератори сигналів спеціальної форми (Гб)	+	+	+	–	+
Цифрові генератори сигналів спеціальної форми (Гб)	+	+	+	+	+
Генератори шумових сигналів (Г2)	–	–	–	+	–

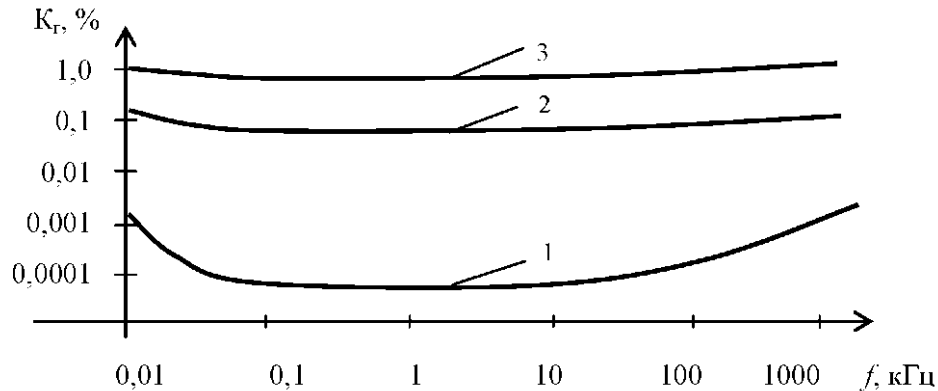


Рисунок 1 – Величина коефіцієнту нелінійних спотворень на різних частотах

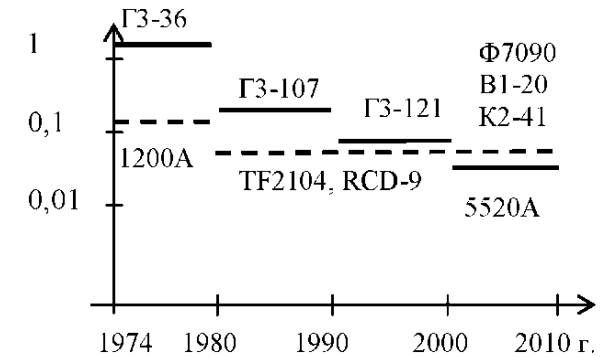
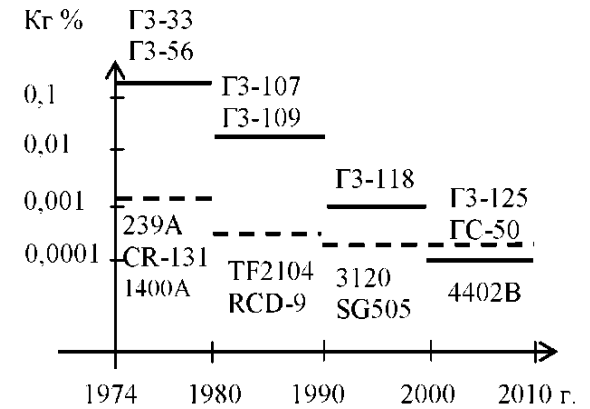


Рисунок 2 – Історичні етапи розвитку вітчизняних і закордонних аналогових радіовимірвальних генераторів

ЕЛЕКТРИЧНО-КЕРОВАНИЙ УВЧ АВТОГЕНЕРАТОР НА БІПОЛЯРНО-ПОЛЬОВІЙ ТРАНЗИСТОРНІЙ СТРУКТУРІ З ВІД'ЄМНИМ ОПОРОМ



Рисунок 1 – Електрична схема, ВАХ та еквівалентна схема генератора синусоїдальних коливань

Рівняння апроксимації статичної ВАХ та від'ємної провідності

$$I_T(U_{\text{ж}}) = g_s U_{\text{ж}} + a(U_2 - U_{\text{ж}})^2 \operatorname{th} \frac{eU_{\text{ж}}}{kT},$$

$$\text{де } a = \frac{I_1 - g_s U_1}{(U_2 - U_1) \operatorname{th} \frac{1}{2} \frac{eU_1}{kT}}; \quad g_s = \frac{I_2}{U_2}$$

$$G_-(U_{\text{ж}}) = g_s - a(U_2 - U_{\text{ж}}) \left[2 \operatorname{th} \frac{eU_{\text{ж}}}{kT} - \frac{e}{kT} (U_2 - U_{\text{ж}}) \operatorname{ch}^{-2} \frac{eU_{\text{ж}}}{kT} \right].$$

Рівняння першої гармоніки струму ТСВО

$$i(u) = \left(g_s + a \frac{eU_2^2}{kT} - \frac{3}{4} \frac{ae}{kT} \left(\frac{U_2^2}{3} \left(\frac{e}{kT} \right)^2 - 1 \right) U^2 \right) U \cos \omega_0 t + \dots$$

Амплітудне диференціальне рівняння генератора

$$T \frac{dU}{dT} = \left[\left(g_s + a \frac{eU_2^2}{kT} \right) R - 1 \right] U - \frac{3}{4} \frac{ae}{kT} \left(\frac{U_2^2}{3} \left(\frac{e}{kT} \right)^2 - 1 \right) R U^3.$$

Амплітуда стаціонарних коливань генератора

$$U_{\text{ст}} = 2 \sqrt{\left(g_s + a \frac{eU_2^2}{kT} \right) R - 1} / \sqrt{\frac{ae}{kT} \left(U_2^2 \left(\frac{e}{kT} \right)^2 - 3 \right) R}$$

ЕЛЕКТРИЧНО-КЕРОВАНИЙ ГЕНЕРАТОР ЛІНІЙНО-ЗМІННОЇ НАПРУГИ

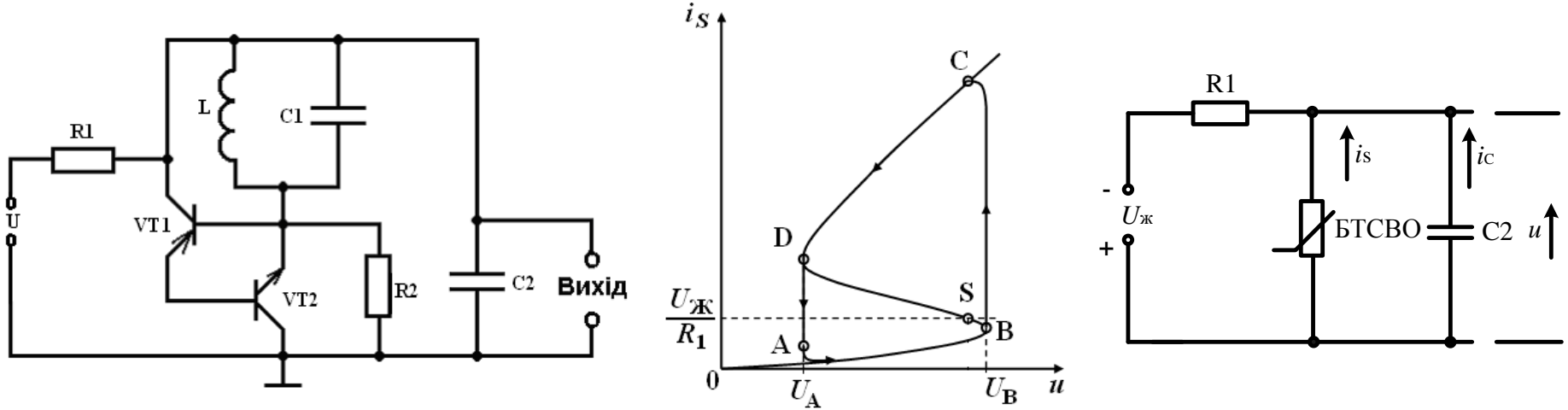


Рисунок 1 – Електрична схема, ВАХ та еквівалентна схема генератора лінійно-змінної напруги

Час формування лінійної ділянки напруги

$$t = \frac{2C}{\sqrt{A}} \left[i_s - I_A - \left(I_B - \frac{U_{\text{Ж}}}{R_1} \right) \ln \left| \frac{\frac{U_{\text{Ж}}}{R_1} - i_s}{\frac{U_{\text{Ж}}}{R_1} - I_A} \right| \right]$$

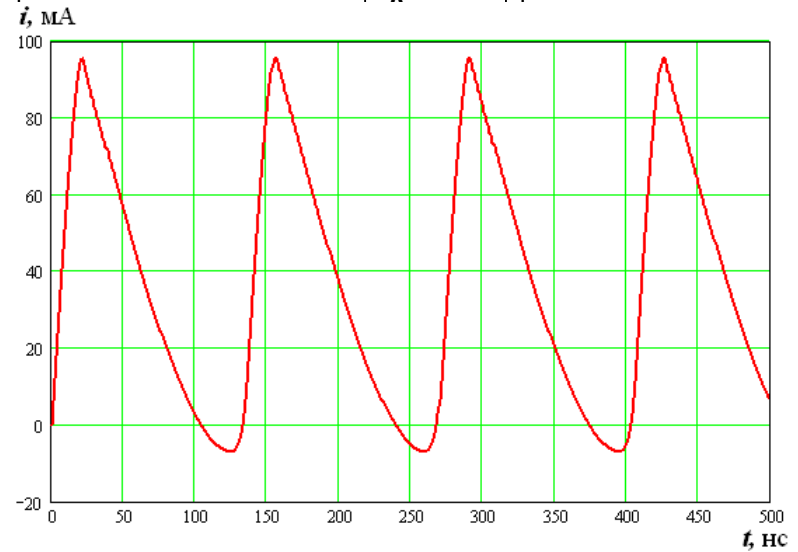
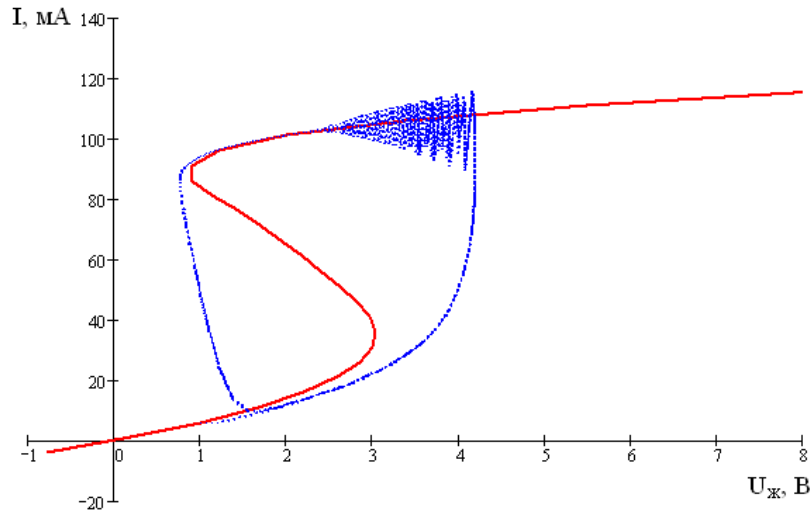


Рисунок 2 – Результати моделювання генератора лінійно-змінної напруги у програмі MathCad 11.0

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОКУТНИХ ІМПУЛЬСІВ НА ПОЛЬОВІЙ ТСВО

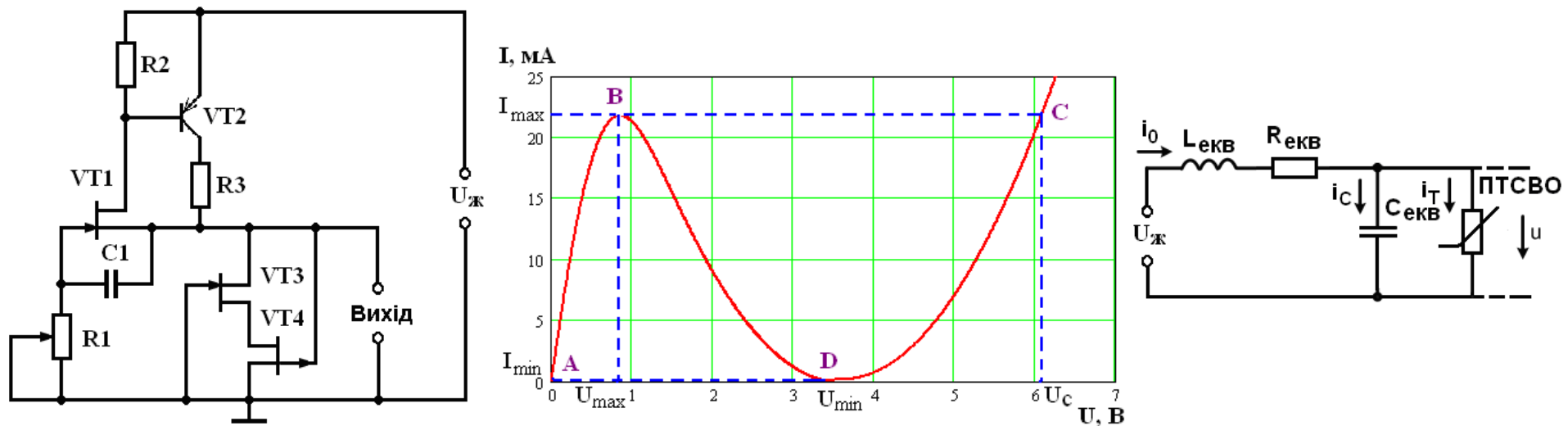


Рисунок 1 – Електрична схема, ВАХ та еквівалентна схема генератора прямокутних імпульсів

Рівняння для визначення тривалості паузи і тривалості імпульсу

$$\tau_i = \frac{L_{\text{екв}} i(U_B)}{U_{\text{ж}} - U_B} - \frac{L_{\text{екв}} i(U_A)}{U_{\text{ж}} - U_A} - L_{\text{екв}} \int_{U_A}^{U_B} \frac{i(u)}{(U_{\text{ж}} - u)^2} du; \quad \tau_n = \frac{L_{\text{екв}} i(U_C)}{U_{\text{ж}} - U_C} - \frac{L_{\text{екв}} i(U_D)}{U_{\text{ж}} - U_D} - L_{\text{екв}} \int_{U_D}^{U_C} \frac{i(u)}{(U_{\text{ж}} - u)^2} du.$$

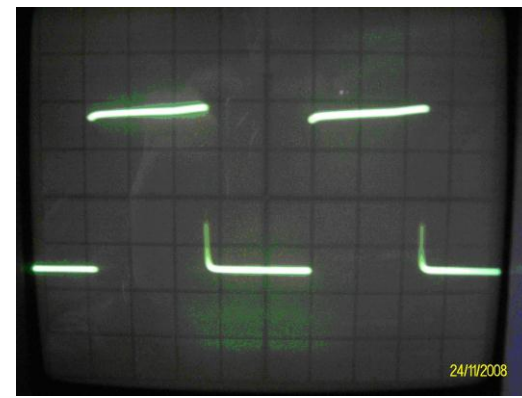
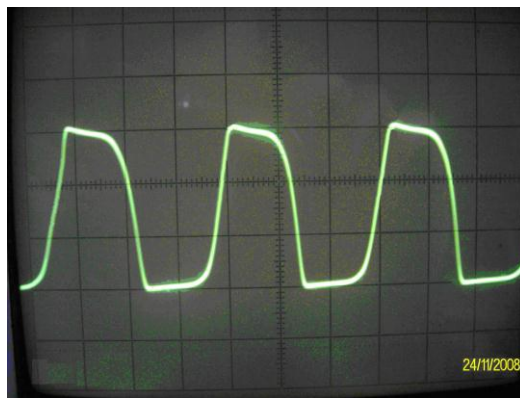
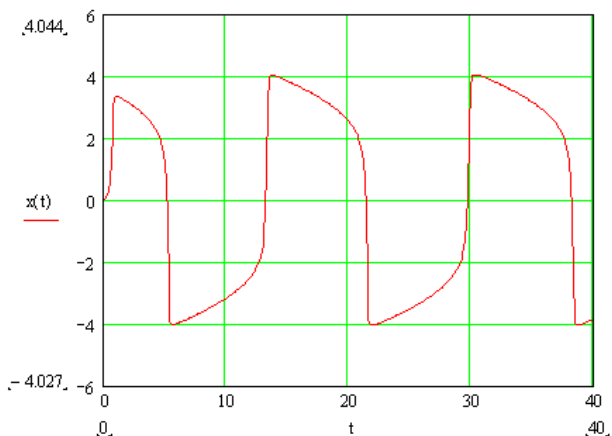


Рисунок 2 – Генеровані прямокутні імпульси, побудовані у MathCad 11.0, та осцилограми вихідного сигналу

БАГАТОЧАСТОТНИЙ ГЕНЕРАТОР НА ОСНОВІ ПТСВО

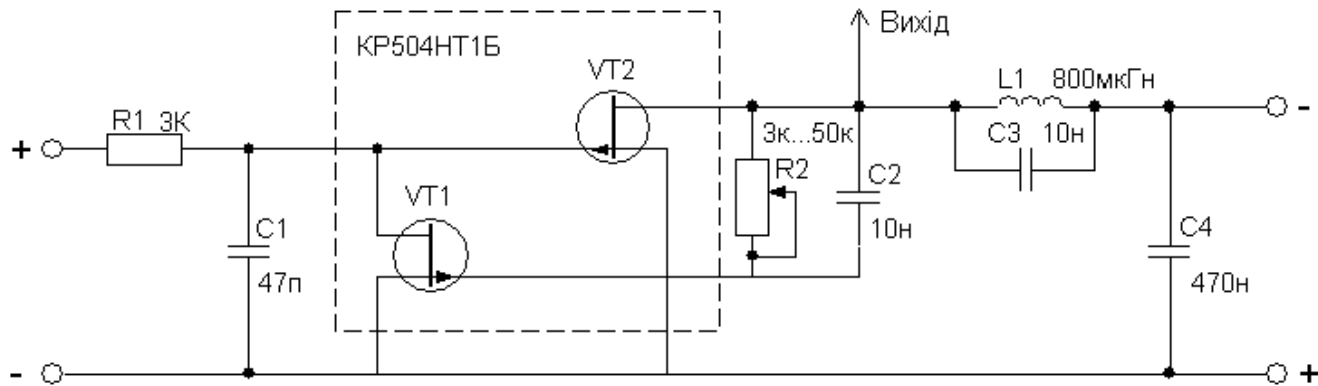


Рисунок 1 – Електрична схема багаточастотного генератора на основі ПТСВО

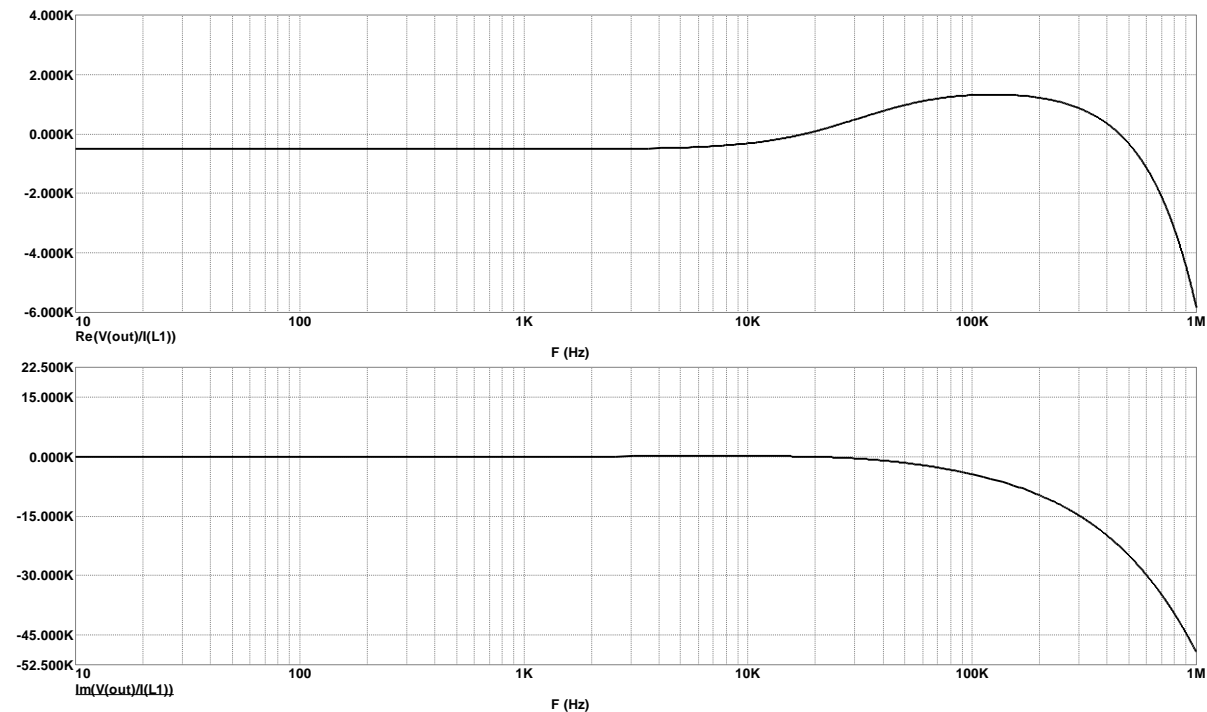


Рисунок 2 – Залежності активної та реактивної складових повного опору ПТСВО від частоти

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА

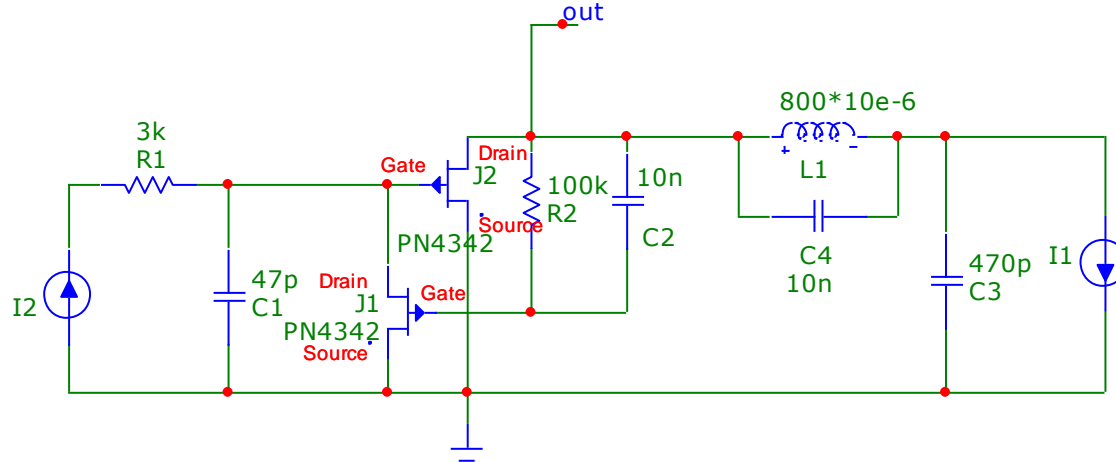


Рисунок 1 – Багаточастотного генератор в пакеті програм MicroCap 9.0

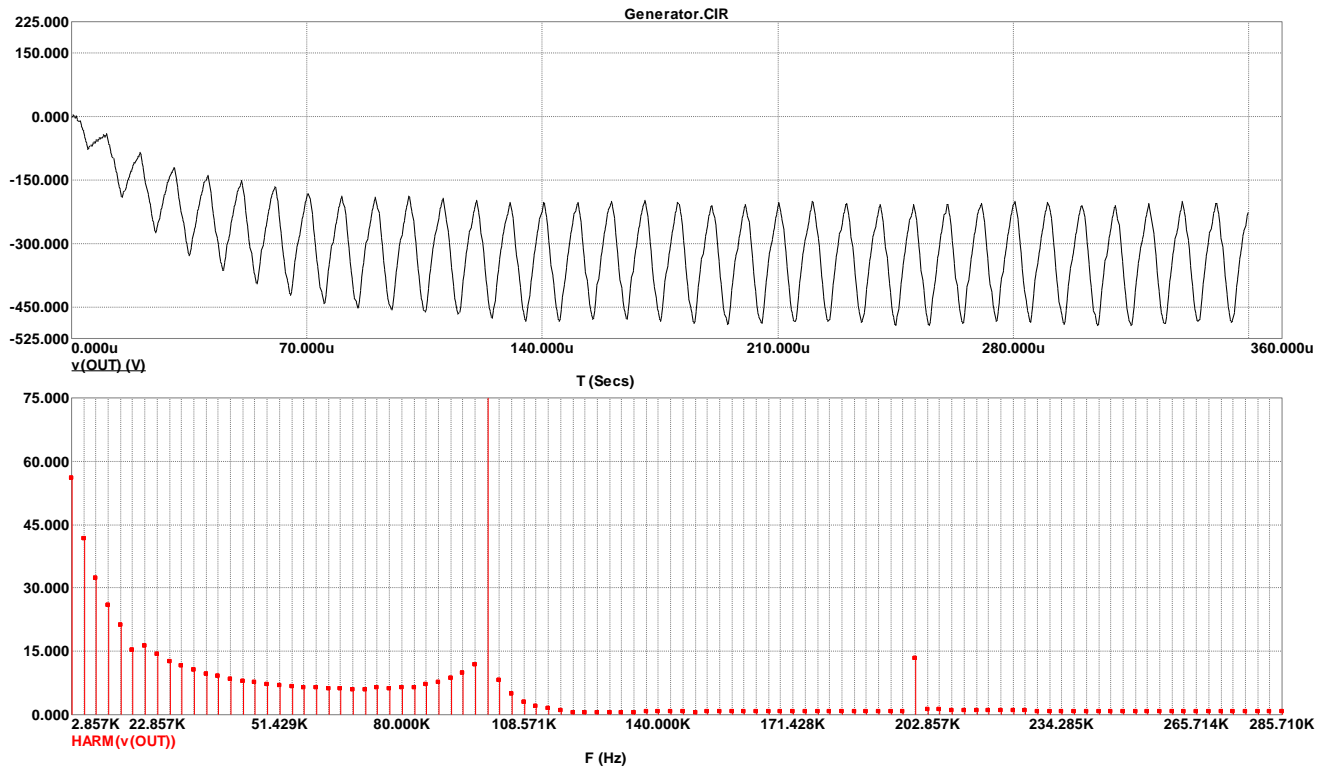


Рисунок 2 – Графіки вихідного сигналу і його спектр

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ БАГАТОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА

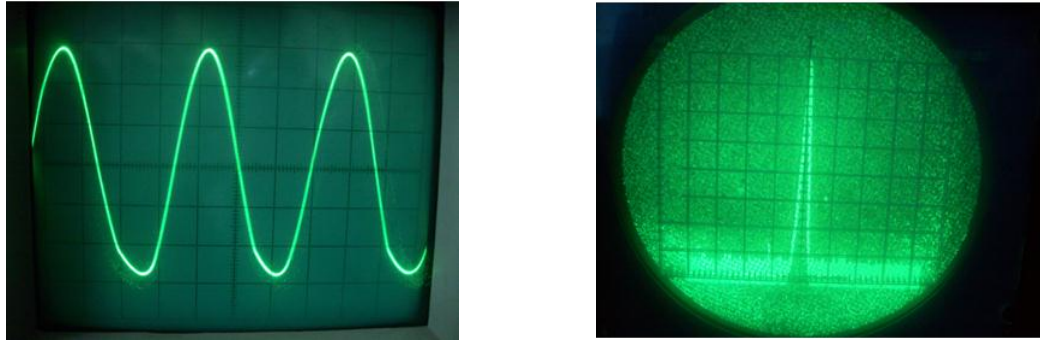


Рисунок 1 – Осцилограма і спектр генерованих коливань в одночастотному режимі

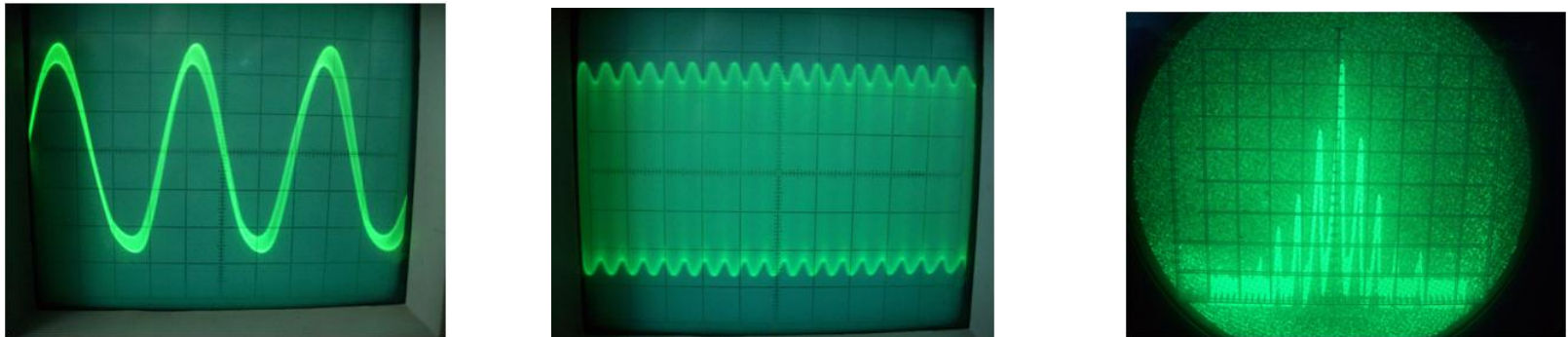


Рисунок 2 – Осцилограми та спектр 4-частотного режиму

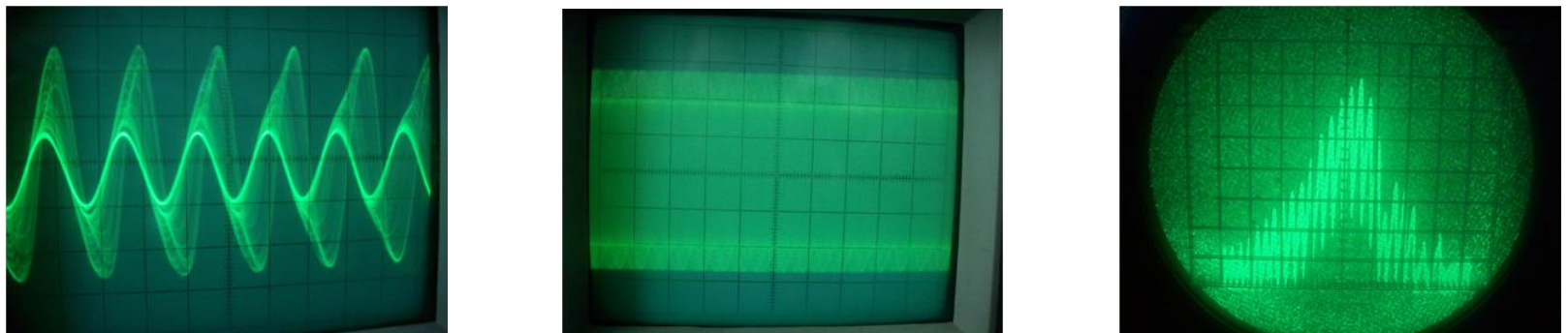


Рисунок 3 – Осцилограми та спектр 10-частотного режиму

Доповідь завершена.

Дякую за увагу!