

ДОДАТОК А. ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Характеристика типів БПЛА

Багатомоторні системи (мультикоптери, квадрокоптери, гексакоптери, октакоптери тощо, залежно від кількості несучих гвинтів)



Характерна особливість: багатомоторна система, принцип польоту подібний до гелікоптерного; надзвичайно ефективні в міській забудові, дають змогу зазирнути за рельєф місцевості або будівлю; зручні в коригуванні артилерійського вогню у режимі зависання; часто застосовуються для пошуку ДРГ поблизу опорних пунктів у темну пору доби, за умови обладнання БПЛА тепловізором.

Переваги: відсутність вимог до майданчика для зльоту та посадки, здатність зависати в одному місці, простота в керуванні.

Недоліки: невеликий радіус дії, неможливість використання при сильному вітрі, велика чутливість до обмерзання, необхідність устанавлення більших акумуляторів, ніж у літакових системах.

ТТХ: працюють як правило, на відстані до 10 км (маса до 4 кг), у тиху спокійну погоду; робочі висоти варіюються не більше 250...800 м залежно від устанавленого устаткування спостереження; швидкісний діапазон роботи, як правило до 10 м/с; невеликі коптери в ручному режимі керування здатні розігнатися до 20 м/с.

Характеристика типів БПЛА

Літакові системи



Класичний БПЛА

Характерна особливість: застосовуються для аерофотозйомки в денний та нічний час, а за наявності необхідних навичок у екіпажу для коригування артилерійського вогню; існують БПЛА, призначені для виконання завдань РЕБ, РЕБ та забезпечення зв'язку.

Переваги: велика дальність дії, більша енергоефективність порівняно з коптерами, менша залежність від погоди. Відстань, яку проходить літаковий БПЛА найпростішого класу - «поля бою», у разі перевершує робочі дистанції коптерних систем.

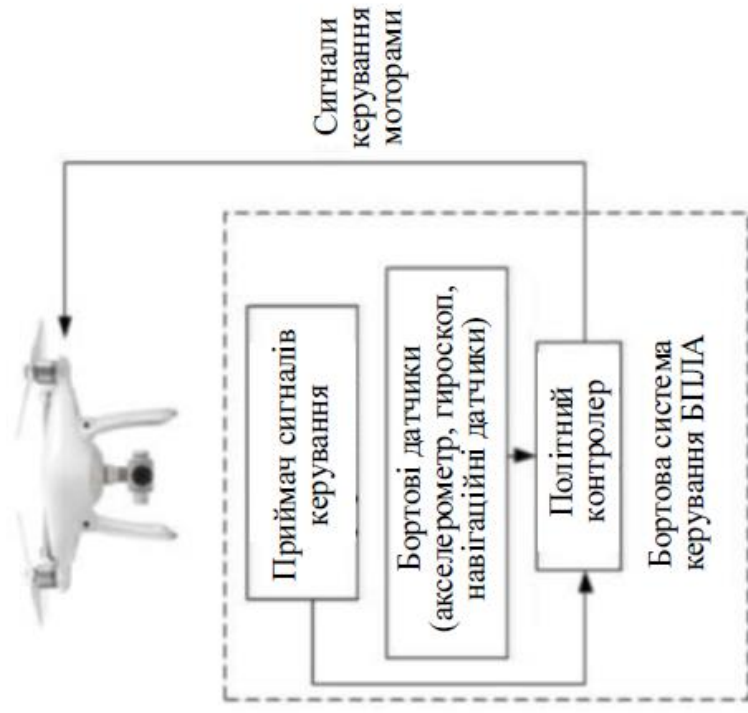
Недоліки: літакового БПЛА: необхідність майданчика для зльоту та посадки, більший час на розгортання та підготовку до вильоту, більш складне управління та більша вимогливість до підготовки екіпажу.

ТТХ: Швидкісний діапазон роботи від 15 до 30 м/с. Робочі висоти залежно від обладнання та розмірів БПЛА, але завжди перевищують 300 м (зазвичай це діапазон висот 300... 2000 м.



«Літаюче крило»

Загальна схема системи управління та передачі даних БПЛА



Сигнали управління
(газ, нишпорення,
тангаж, крен)



Висхідний канал

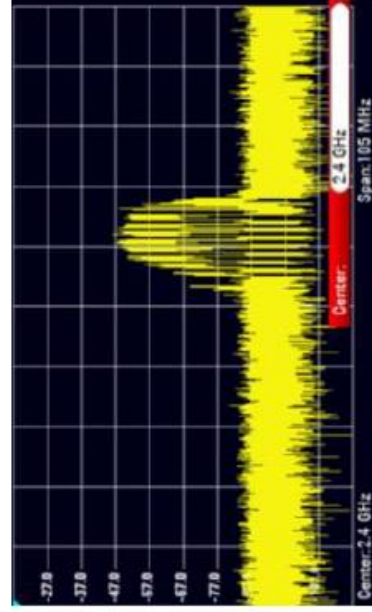
Відеосигнал



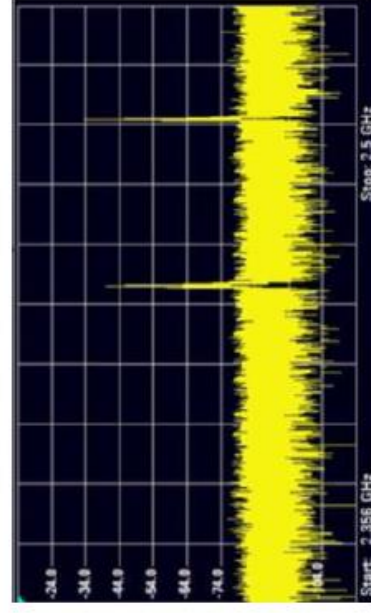
Низхідний канал



Пульт
дистанційного
керування БПЛА



Спектр відеосигналу БПЛА



Спектр сигналів управління БПЛА

Розрахунок командної радіолінії управління БПЛА

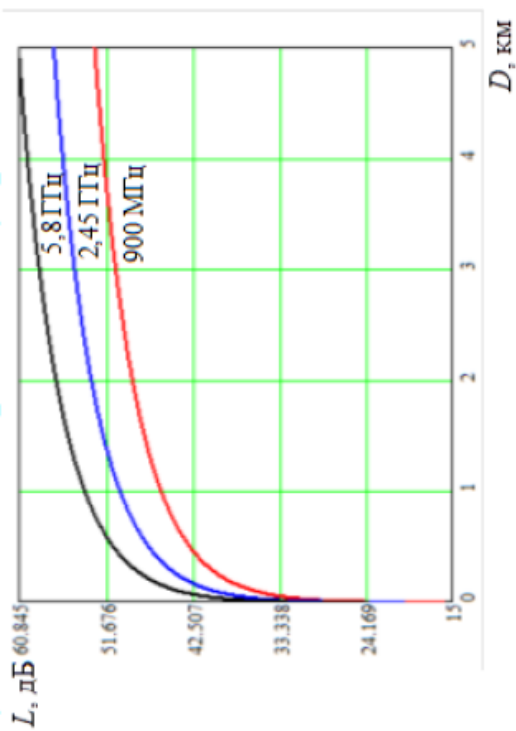


Рис. 1. Згасання сигналу на трасі залежно від відстані між БПЛА та НПУ для різних частот

Табл.1. Аналіз каналу зв'язку З БПЛА

№	Найменування позиції	Підсилення/ослаблення, Антена НПУ – спрямована	Підсилення/ослаблення, дБ (дБм), Антена НПУ – неспрямована
1	Вихідна потужність передавача (дБм)	20	20
2	Втрати у фідері та роз'ємах НПУ (дБ)	1,5	1,5
3	Підсилення антени НПУ (дБі)	15	3
4	Втрати на трасі поширення (2.4 ГГц, 5 км) (дБ)	56	56
5	Підсилення бортової антени (дБі)	2	2
6	Втрати в бортовому фідері та роз'ємах (дБ)	1,5	1,5
7	Чутливість приймача (дБм)	-110	-110
	Бюджет каналу зв'язку (дБ)	29,8	17,8

Методи підвищення скритності НПУ пасивними методами

Найменування методу	Чинники підвищення скритності випромінювання РЕЗ
Енергетичний	Зменшення потужності сигналу РЕЗ загалом, зменшення спектральної густини потужності сигналу РЕЗ застосуванням складних (широкосмугових) сигналів
Структурний	Зміна структури сигналу
Просторовий	Зменшення потужності сигналу РЕЗ, що випромінюється в напрямку (секторі напрямків) на розвідприймач
Територіальний	Зменшення потужності сигналів РЕЗ, розміщених поблизу місця дислокації розвідприймача або збільшення дальності до розвідприймача
Часовий	Скорочення часу роботи РЕЗ на випромінювання
Частотний	Зміна робочої частоти РЕЗ
Поляризаційний	Зміна поляризації сигналу
Комбіновані методи	

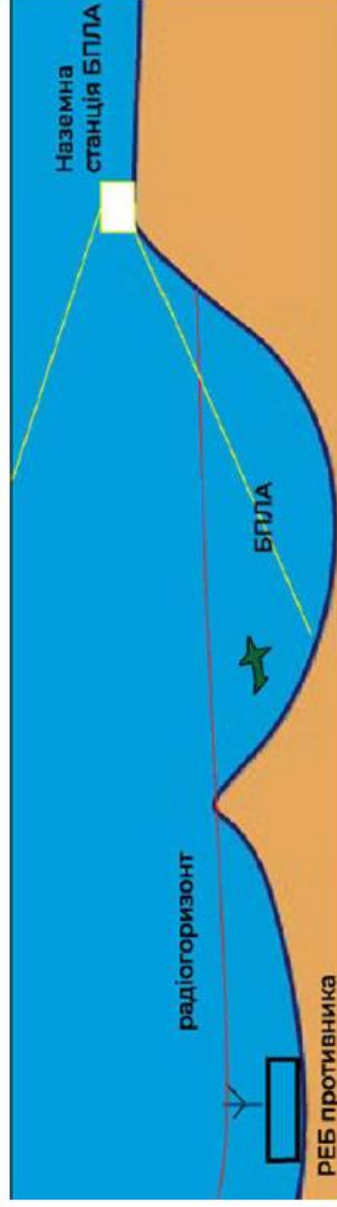


Рис.2. Використання природного укриття та рельєфу місцевості для забезпечення скритності каналів керування БПЛА

Активне маскування випромінювань НПУ БПЛА

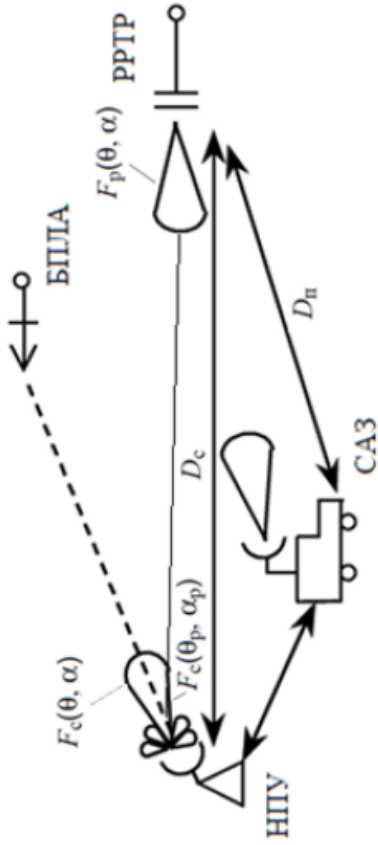


Рис.3. Активне маскування випромінювань НПУ завадами

Необхідна для маскування сигналу НПУ потужність передавача завад

$$P_{п.тр} \geq \frac{\Delta F_{п}}{\Delta f_c} P_{п} \frac{G_c D_{п}^2}{G_{п} D_c^2} \frac{F_c^2(\theta_{п}, \alpha_{п})}{F_p^2(\theta_{п}, \alpha_{п})}$$

Де

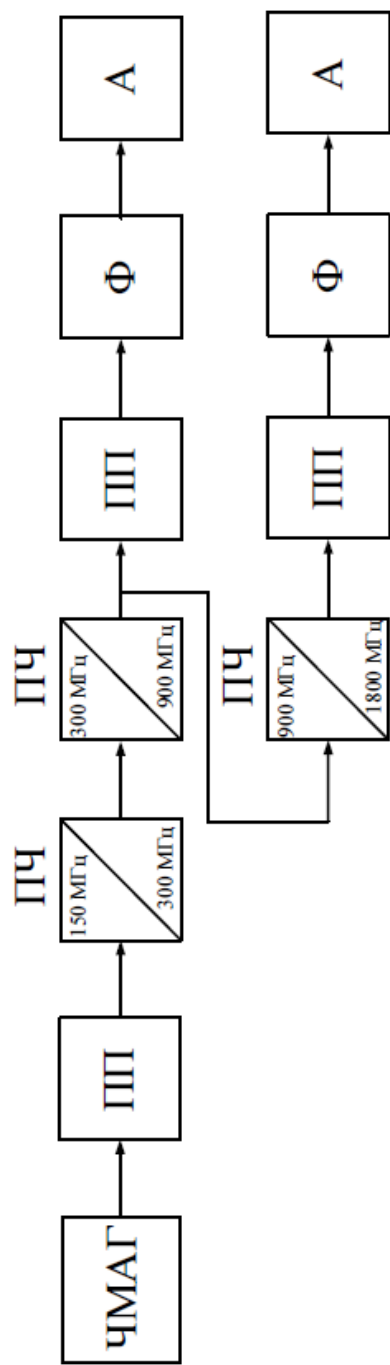
$$F_{п} = (1,5 \dots 3) \Delta f_c$$

$\Delta F_{п}$ – ширина спектру завади, Δf_c – ширина спектру сигналу НПУ

Результати розрахунку потужності передавача завад для активного маскування НПУ

Вихідні дані	$P_{п} = 100$ мВт, $\Delta F_{п} = 2\Delta f_c = 40$ мГц, $G_{п} = 10$ дБ	$D_c = 5$ км, $P_{п.тр} = 770$ мВт
Неспрямована антена	$G_c = 2,15$ дБ, $D_{п} = 5,5$ км	$P_{п.тр} = 920$ мВт
Спрямована антена	$G_c = 15$ дБ, $D_{п} = 5,5$ км	$P_{п.тр} = 48$ мВт
	$G_c = 15$ дБ, $D_{п} = 6$ км	$P_{п.тр} = 58$ мВт

Структурна схема передавача маскувальних завод



ЧМАГ – частотно-модульований автогенератор, ПП – підсилювач потужності, ПЧ – помножувач частоти, Ф – фільтр, А – антена.

Моделювання симетричного мікросмужкового вібратора

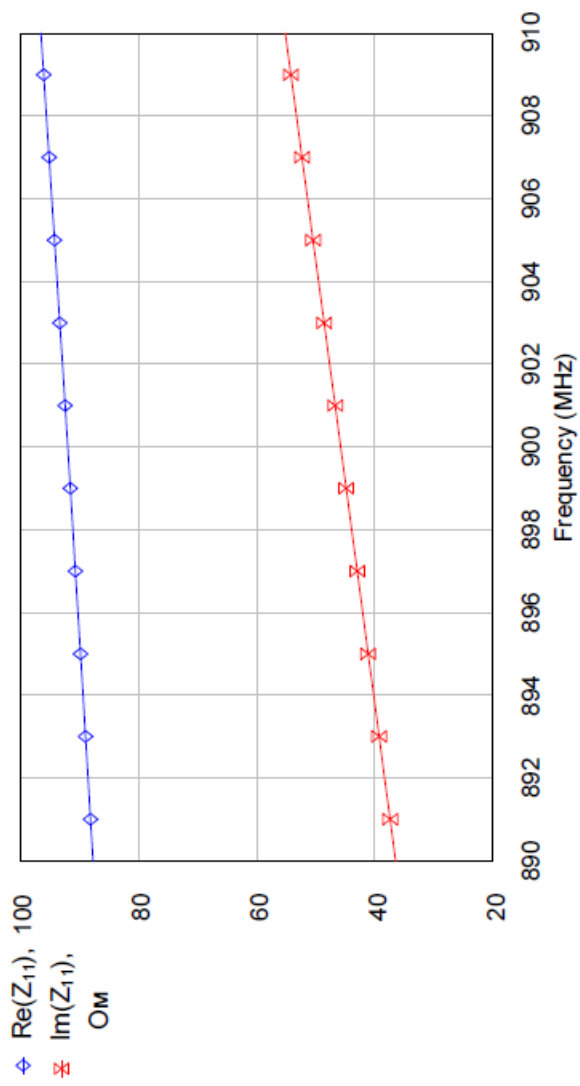


Рис.5. Частотна залежність уявної та дійсної частини вхідного опору симетричного вібратора

Рис.4. Симетричний вібратор

Результати розрахунку кола узгодження випромінювача з вихідним каскадом підсилювача потужності

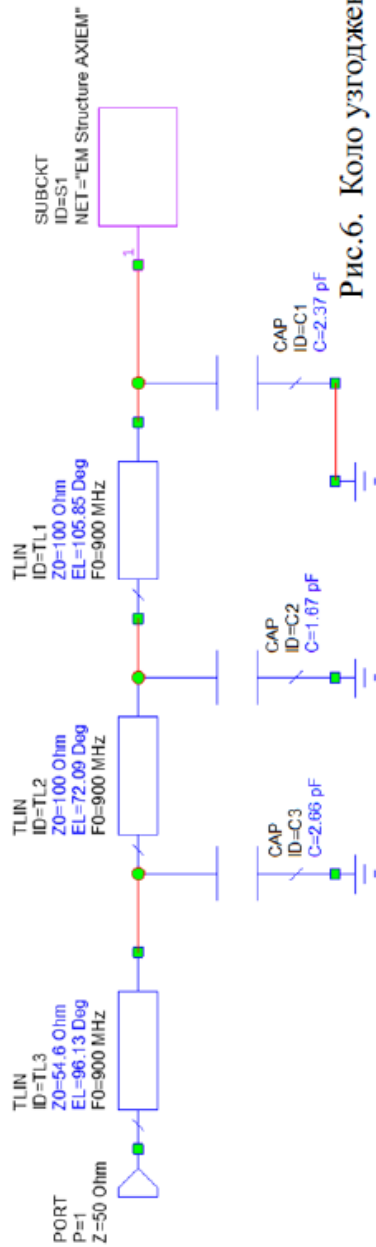


Рис.6. Коло узгодження випромінювача з вихідним каскадом підсилювача потужності

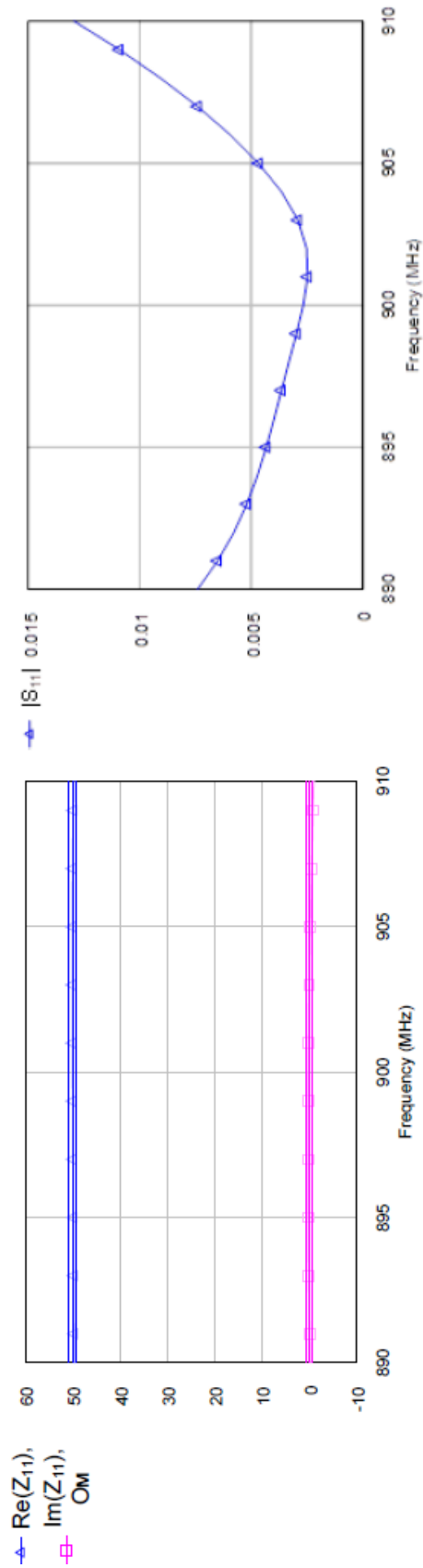
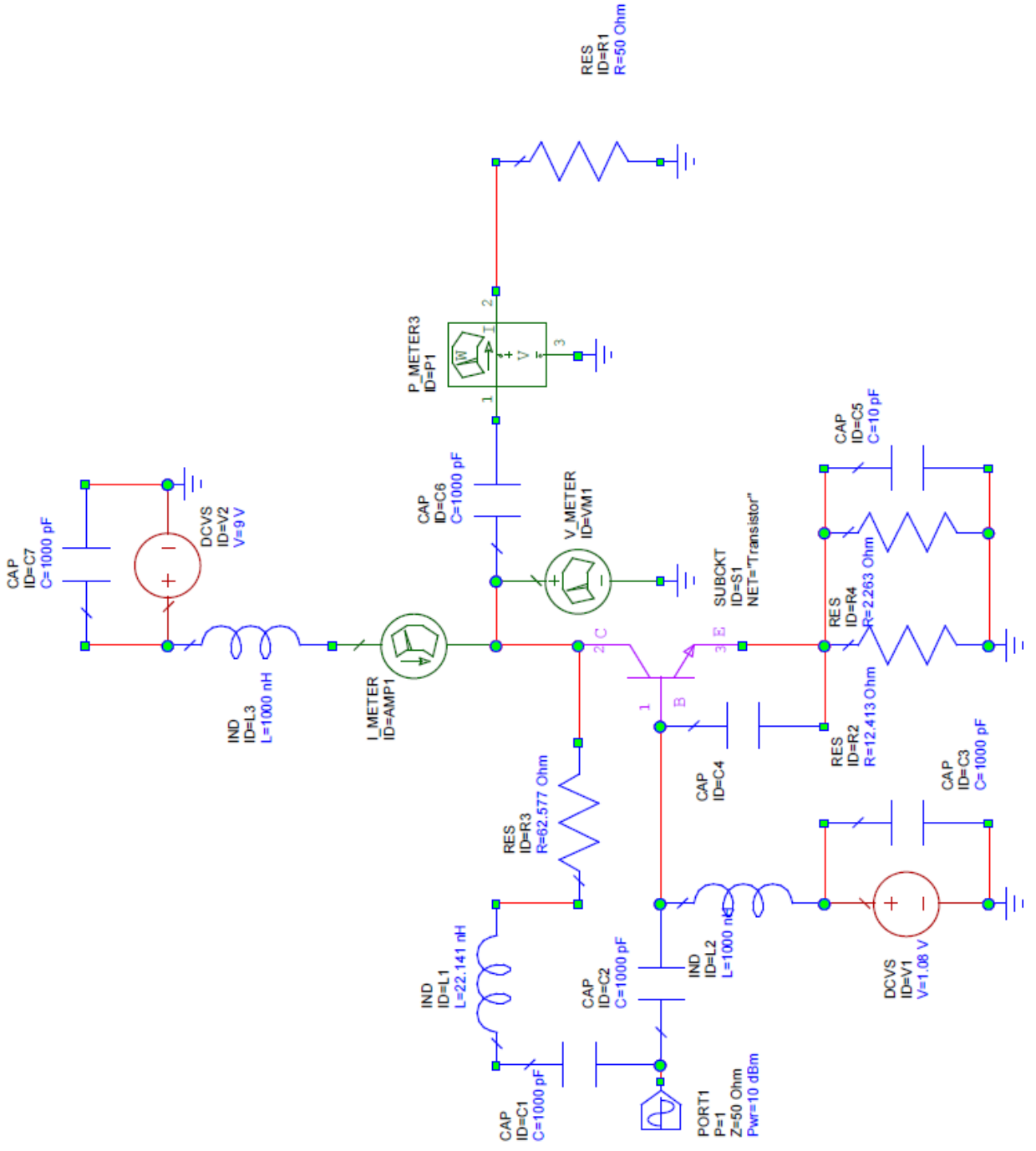


Рис.7. Результат оптимізації дійсної та уявної частин вхідного опору кола узгодження

Рис.8. Частотна характеристика коефіцієнта відбиття

Схема першого каскаду підсилювача потужності



Результати оптимізації першого каскаду підсилювача потужності

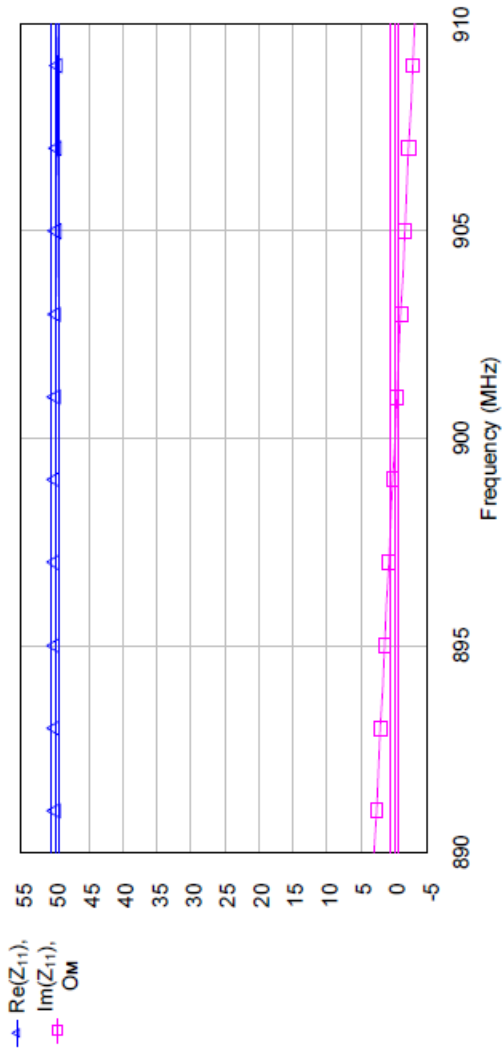


Рис.9. Результати оптимізації вхідного опору підсилювача потужності

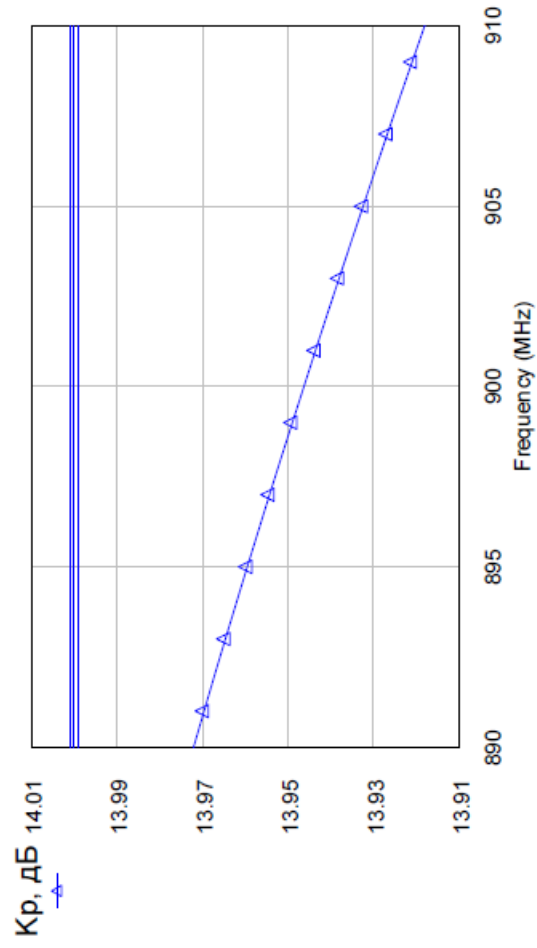


Рис.10. Результати оптимізації коефіцієнта передачі

Результати оптимізації першого каскаду підсилювача потужності

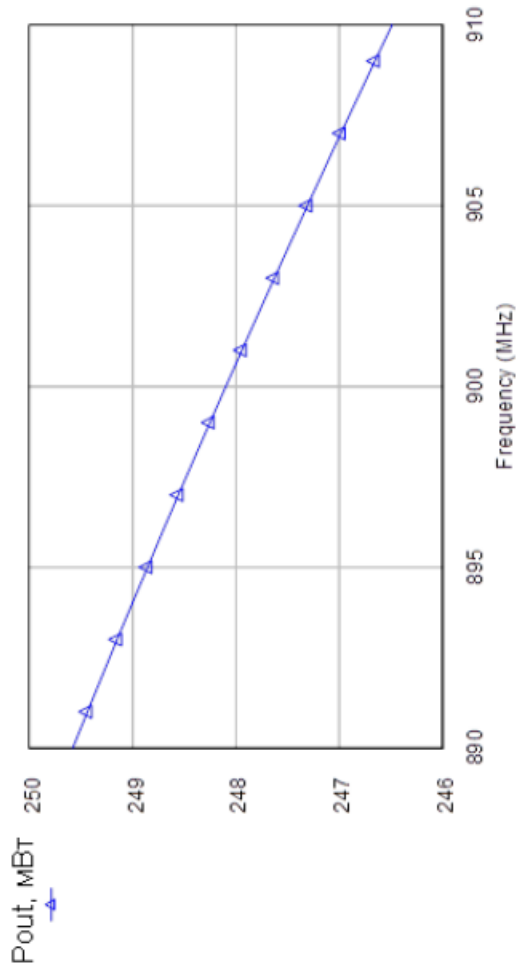
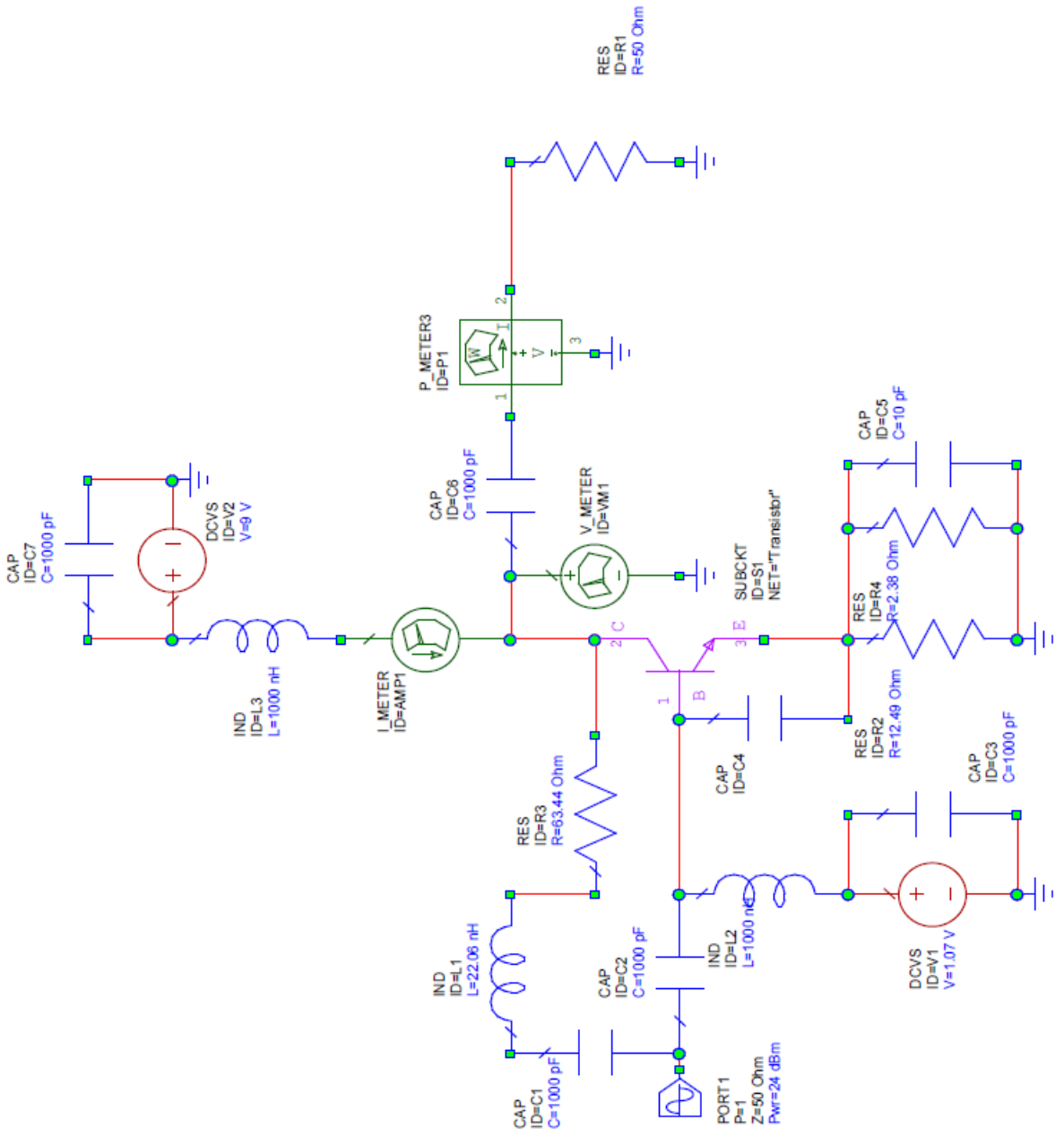


Рис.11. Залежність вихідної потужності від частоти

Схема кінцевого каскаду підсилювача потужності



Результати кінцевого першого каскаду підсилювача потужності

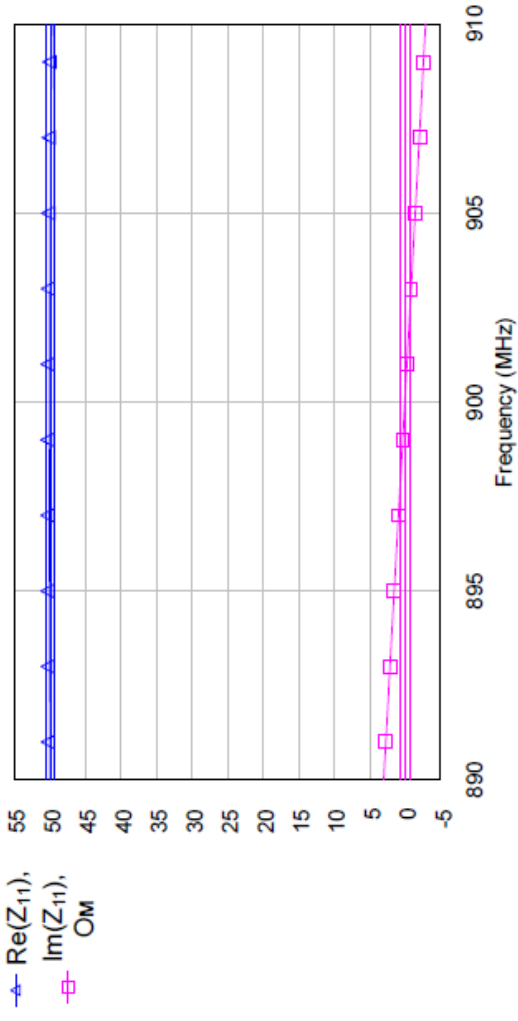


Рис.12. Результати оптимізації вхідного опору підсилювача потужності

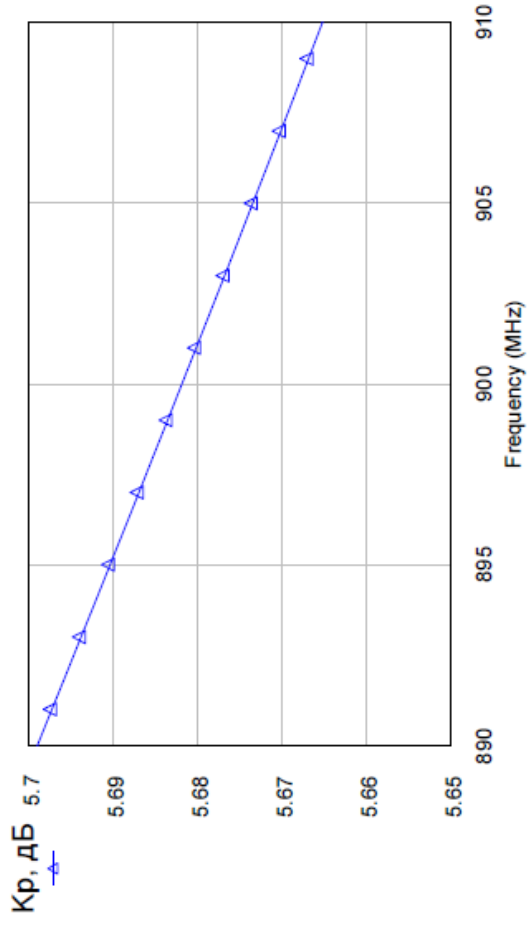


Рис.13. Результати моделювання частотної залежності коефіцієнта передачі

Результати оптимізації кінцевого каскаду підсилювача потужності

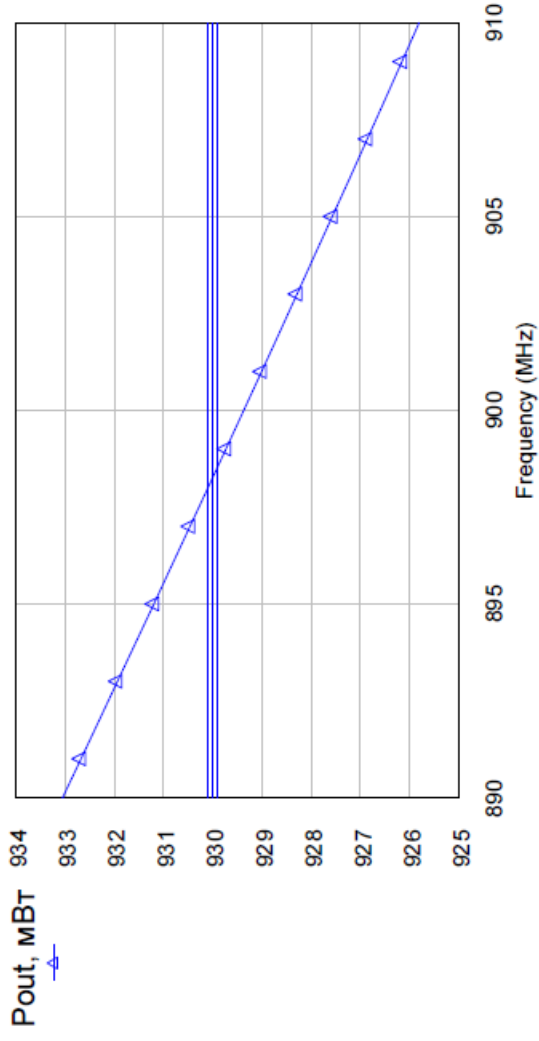


Рис.14. Залежність вихідної потужності від частоти

Додаток Б
(Обов'язковий)

ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

