



Житомирський військовий інститут імені С.П.Корольова
Кафедра телекомунікацій та радіотехніки

РОЗРОБКА ПІДСИЛЮВАЧА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АНТЕНОЮ СТАНЦІЇ «КОЛЬЧУГА»

Керівник: професор кафедри
телекомунікацій та радіотехніки,
Заслужений працівник освіти України,
д.т.н., професор Фриз С.П.

Виконав: ст.4 курсу, групи 385
Слісаренко О.Ю.

Житомир – 2022 рік

Актуальність роботи

Радіотехнічна розвідка є складовою частиною радіоелектронної розвідки й виконує завдання по розкриттю складу угруповань військ держав, що розвідуються, характеру їхніх дій і намірів, здійснюючи перехоплення й аналіз випромінювань радіотехнічних засобів і систем, застосовуючи для забезпечення бойових дій і керування зброєю.

Мета та задачі роботи

Мета: розробка підсилювача постійного струму для модернізації системи управління антеною

Задачі для досягнення мети:

- провести аналіз існуючої системи управління;
- розглянути можливі варіанти реалізації пристрою обрати метод реєстрації пульсових сигналів;
- розробити структурну і принципову схему пристрою;
- розглянути вимоги до моделювання схеми та основні принципи її побудови;
- провести розрахунок показників надійності та собівартості пристрою.

Станція «Кольчуга»



Станція «Кольчуга» при веденні РТР виконує наступні операції

- Пошук та виявлення сигналів джерел радіо випромінювання, що випромінюють на відстанях до 600 км по наземних, надводних і повітряних цілях як в усьому робочому діапазоні частот, так і в певних частотних ділянках у послідовності, визначеній оператором.
- Пошук джерел радіо випромінювання у фіксованому напрямку чи у просторовому секторі, що задається оператором.
- Аналіз і узагальнення накопиченої інформації, порівняння вимірних параметрів з даними, що є в пам'яті електронно обчислювальної машини станції.

Технічні можливості комплексу

Джерела електроживлення: трихфазова мережа змінного струму; причипна електростанція ЕД-16-Т/400-1ВП.	$50 \pm 2,5$ Гц 380 ± 10 % В
Потужність, яка споживається (кВт)	≤ 10
Транспортна база	КРАЗ
Розрахунок станції при цілодобовій роботі	7 чоловік
Станція оснащена системами кондиціонування, опалення, вентиляції, та розрахована на роботу в діапазонах зовнішніх температур	від -50 °С до $+50$ °С
Час розгортання станції	до 90 хв
Дальність ведення розвідки	до 600 км
Системи забезпечення топоприв'язки	ГЛОНАСС и GPS

Станція РТР «Кольчуга», складається з наступних елементів:

- Антенно-фідерна система (АФС) з підсистемою електроприводу;
- Радіоприймальний тракт (РПТ);
- Система аналізу та обробки (САО);
- Апаратура передачі даних (АПД);
- Апаратура управління з підсистемою виявлення та комутації каналів (АУ);
- Система електроживлення (СЕ);
- Система оперативного контролю (СОК)

Аналіз системи електроприводу антенної системи

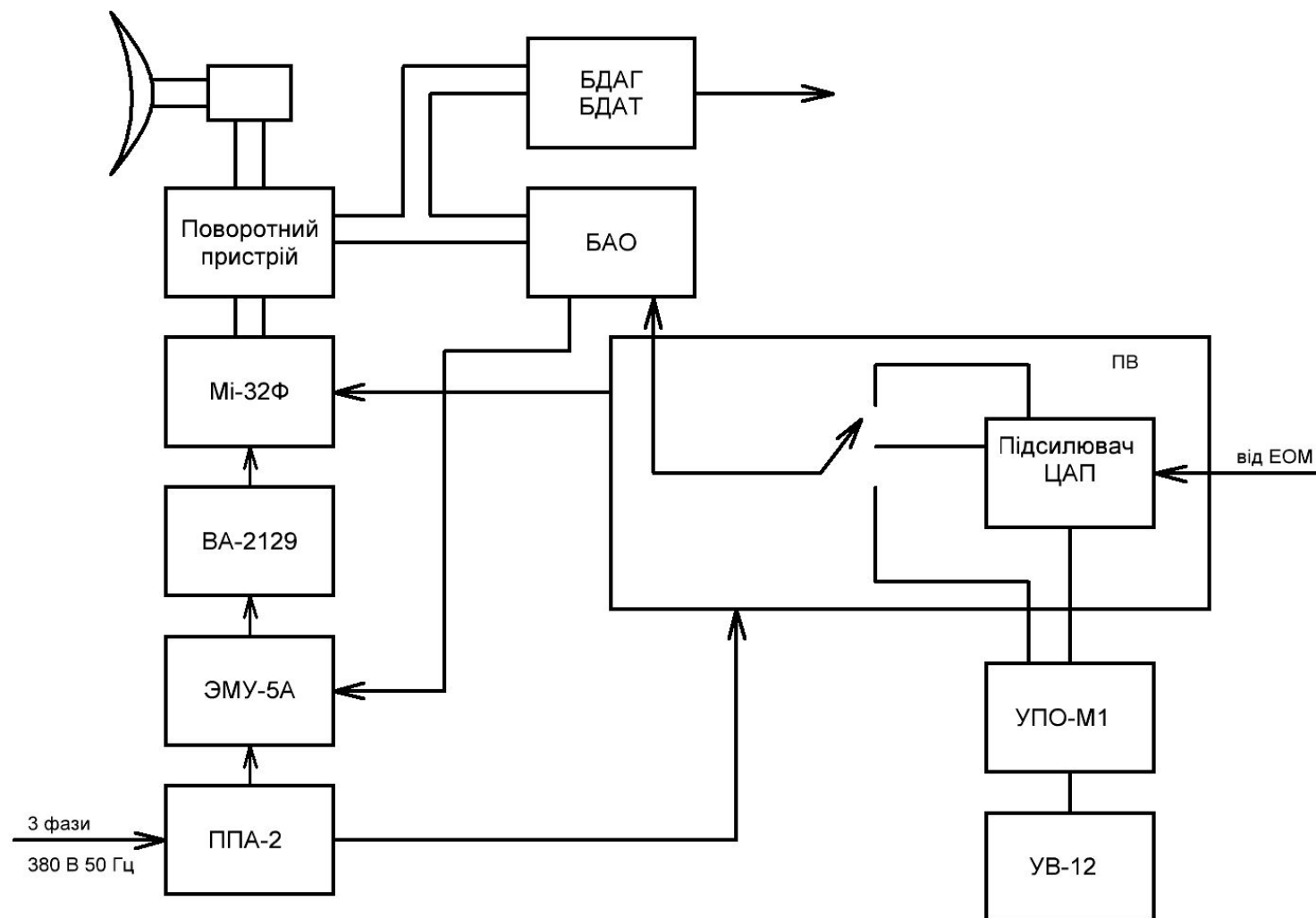
обертання антени з
керуванням від ЕОМ

Режими
роботи

обертання антени від
пульта дистанційного
керування

обертання антени в
ручному режимі;

Функціональна схема електроприводу



Недоліки системи управління

Невисока швидкодія

Велика нелінійність регулювальних характеристик

Усунення недоліків

Заміна електромашинного підсилювача

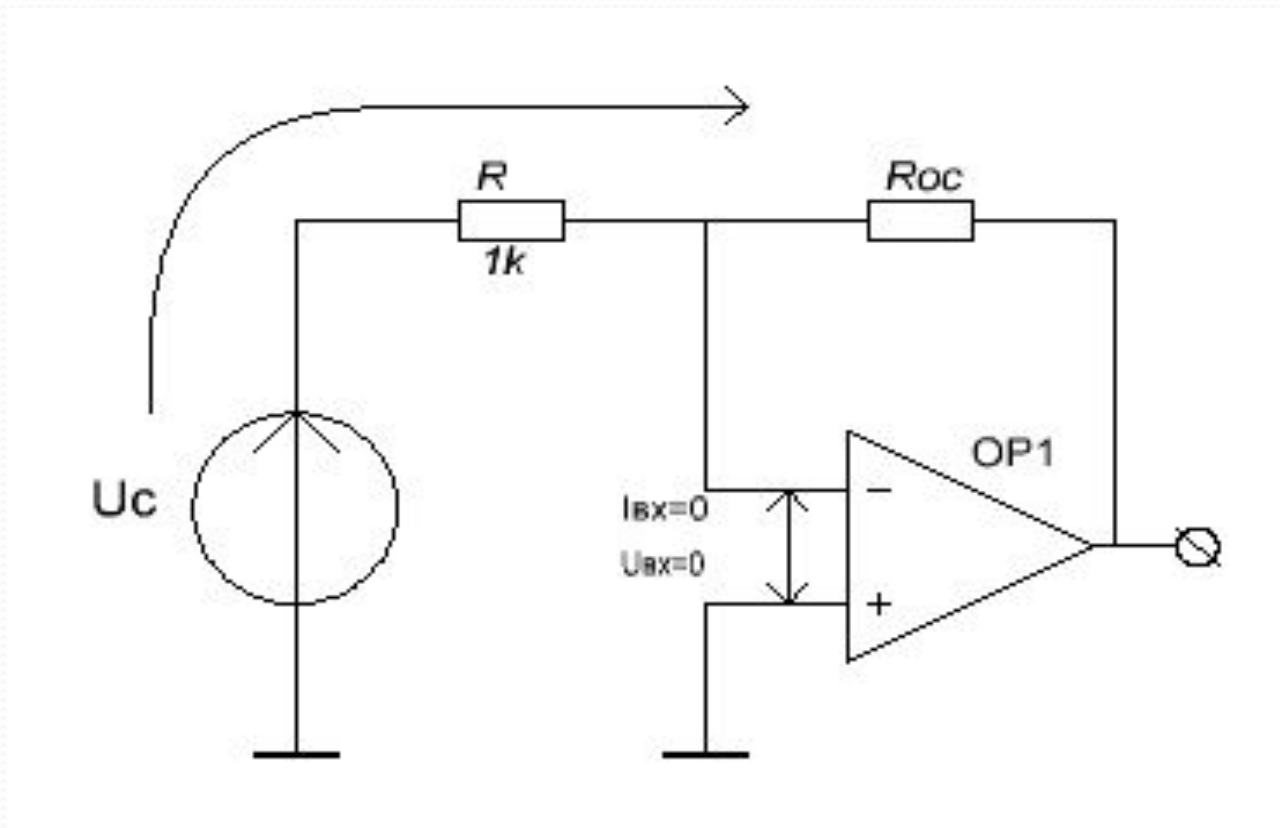
Модернізація системи управління

Аналіз варіантів розробки підсилювачів постійного струму



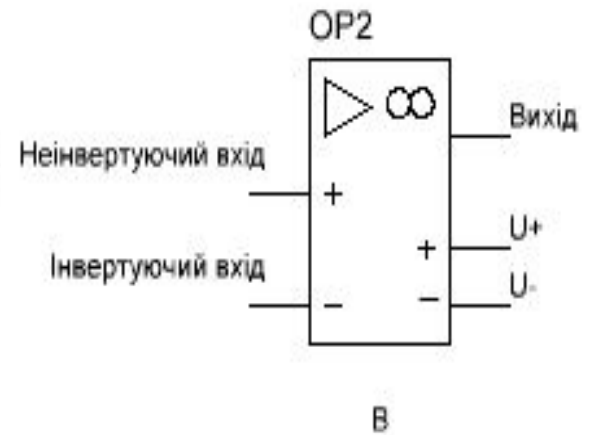
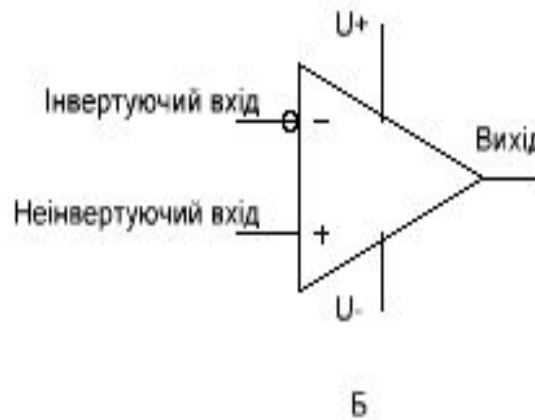
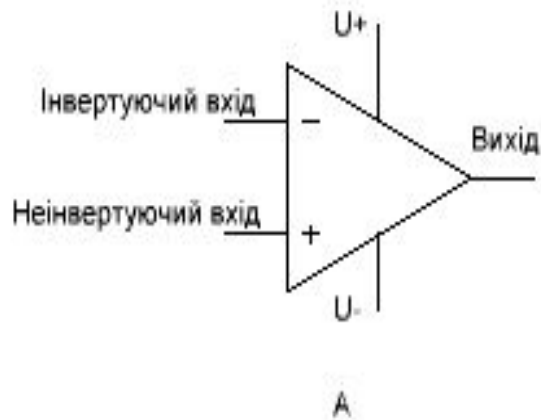
Реалізація пристрою

Аналіз варіантів розробки підсилювачів постійного струму

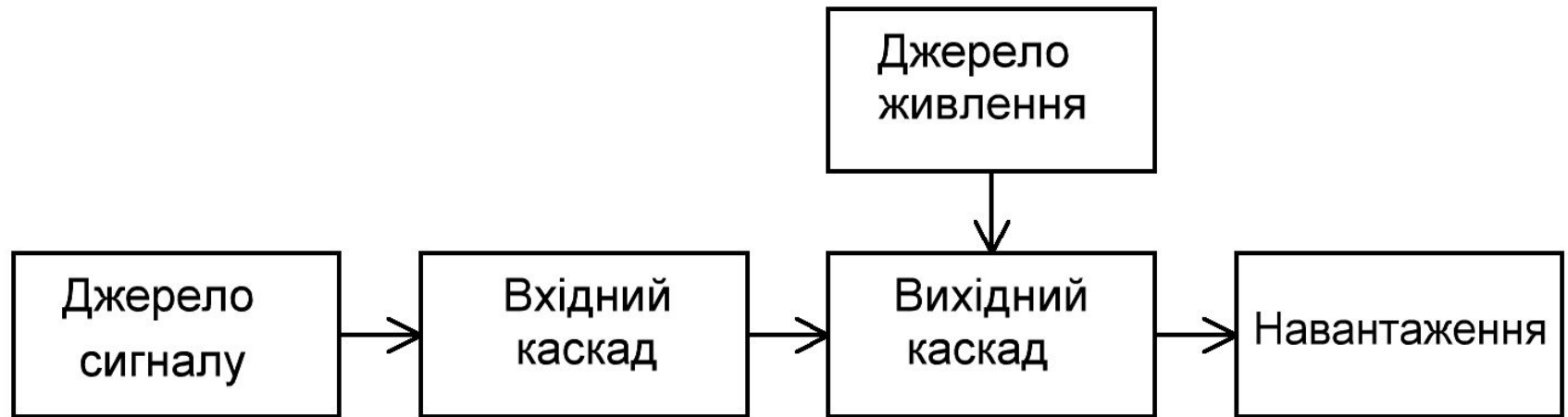


Віртуальне замикання

Зображення ОП на принципіальних схемах

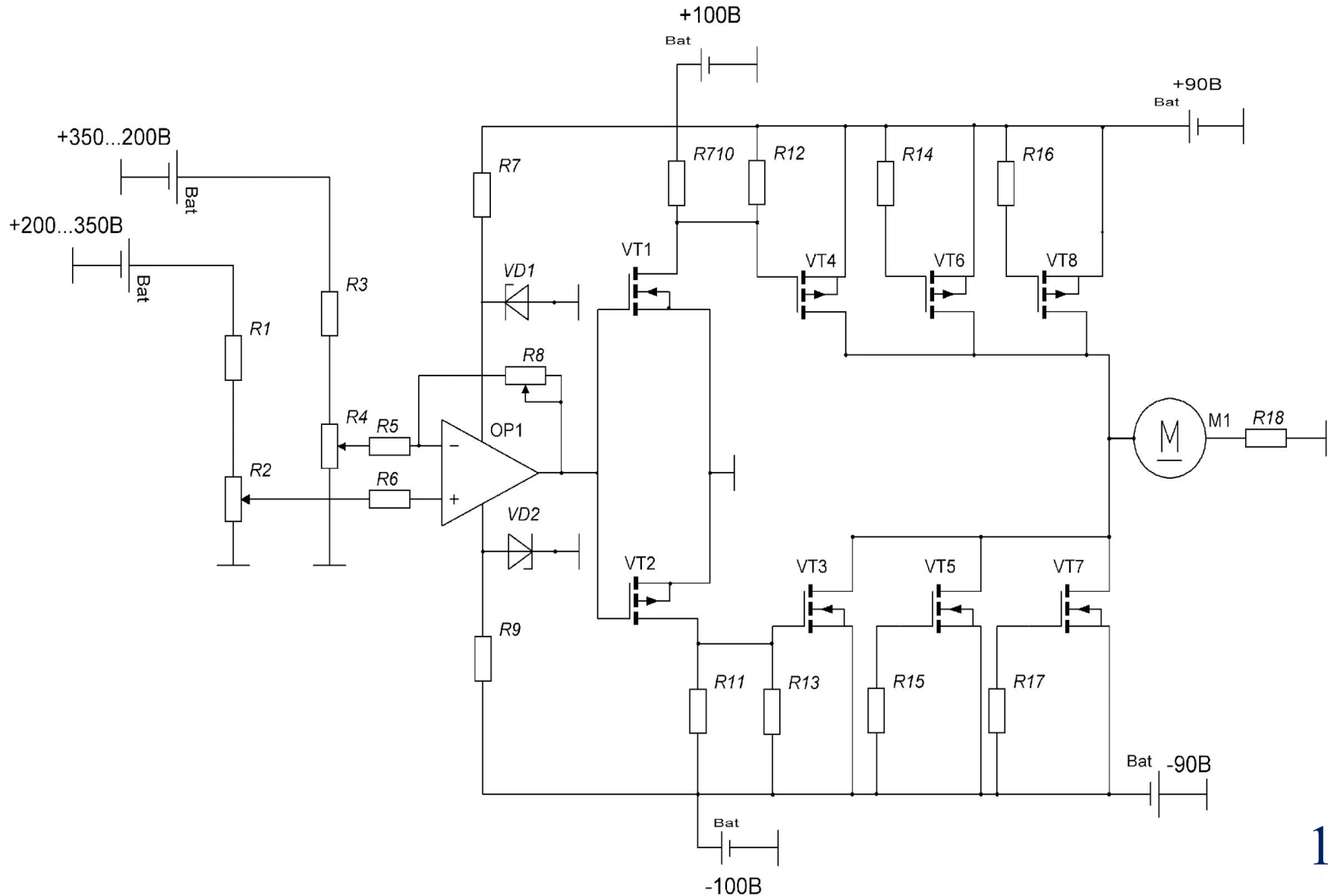


Розробка структурної схеми підсилювача постійного струму



Структурна схема ППС

Розробка принципової схеми підсилювача постійного струму



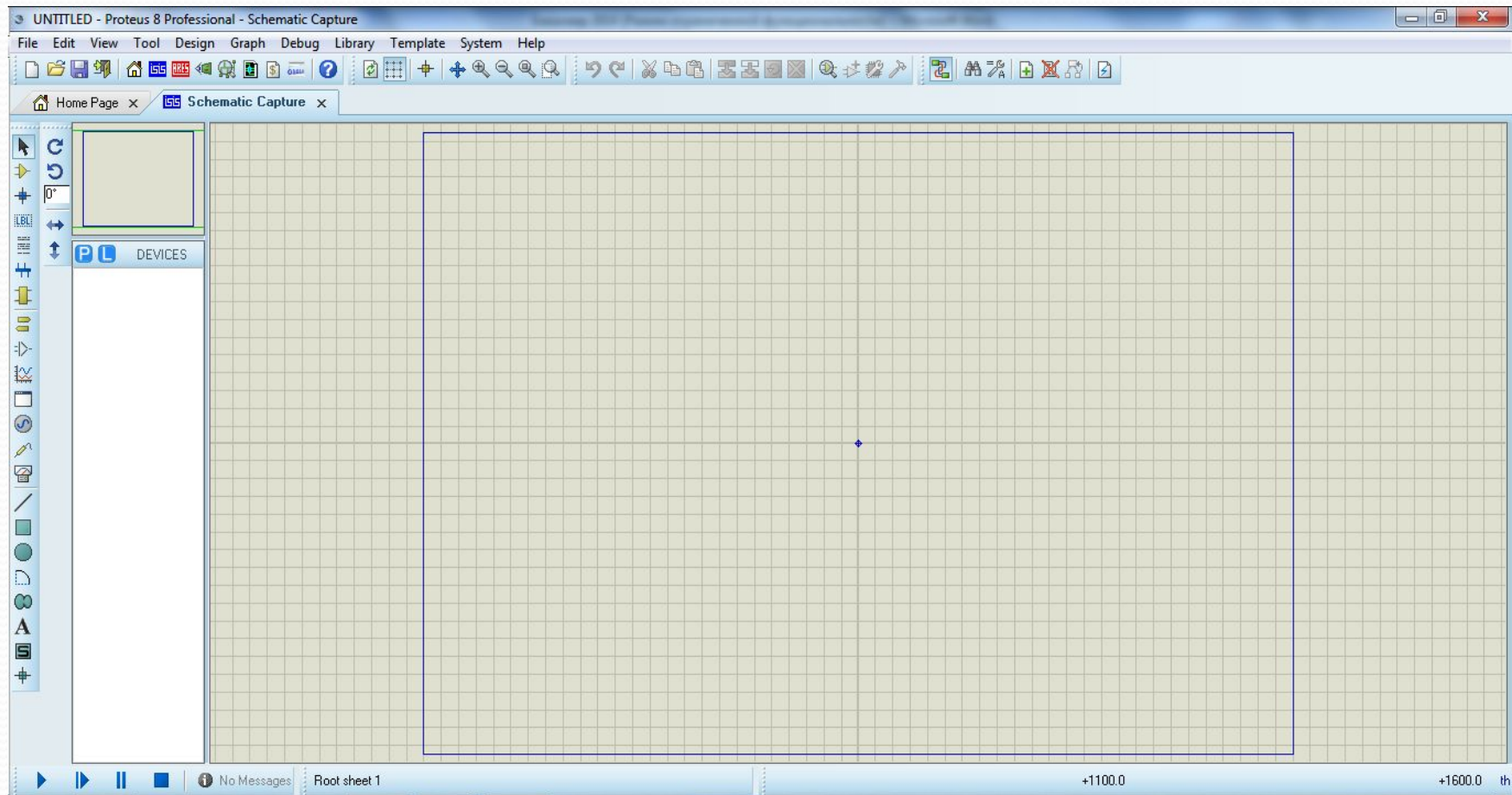
Параметри електричного елемента принципової схеми

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
Транзистори			
VT1	IRF530	1	
VT2	IRF9530	1	
VT3...VT5...VT7	IRF640	1	
VT4...VT6...VT8	IRF9640	1	
Резистори			
R1 R3	C2-23-0,125 100кОм $\pm 10\%$	2	
R2 R4	R1620, 500 Ом	2	
R5 R10 R11	C2-23-0,125 10 кОм $\pm 10\%$	3	
R6	C2-23-0,125 1 кОм $\pm 10\%$	1	
R7 R9	C2-23-0,125 4.3 кОм $\pm 10\%$	2	
R8	16K1-10C10K	1	
R12...R18	C2-23-0,125 100 Ом $\pm 10\%$	7	
Мікросхеми			
OP1	LM7341		
Стабілітрони			
VD1...VD2	BZX55C15	1	
VD3...VD4	BZX55C12	1	

Електричні параметри мікросхеми

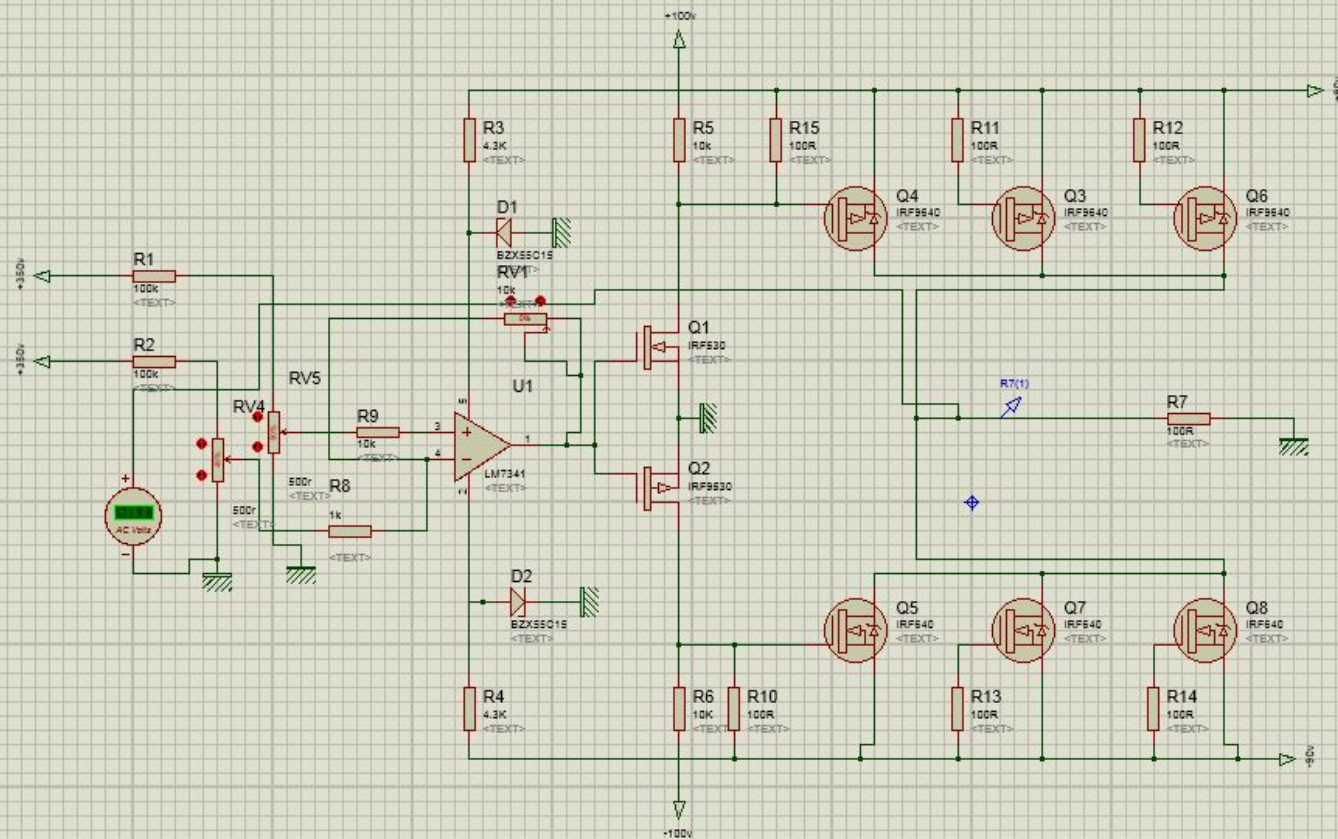
Номінальна напруга живлення	$\pm 12,6 \text{ В} \pm 5 \%$
Вихідна напруга: при $U_{\pi} = \pm 12,6 \text{ В}$ при $U_{\pi} = \pm 6,3 \text{ В}$	$\geq \pm 10 \text{ В}$ $\geq \pm 3 \text{ В}$
Напруга зсуву нуля: при $U_{\pi} = \pm 12,6 \text{ В}$ при $U_{\pi} = \pm 6,3 \text{ В}$	$\leq 5 \text{ мВ}$ $\leq 7 \text{ мВ}$
Струм споживання: при $U_{\pi} = \pm 12,6 \text{ В}$	$\leq 8 \text{ мА}$
Коефіцієнт підсилення: при $U_{\pi} = \pm 12,6 \text{ В}$	$30 \times 10^3 \dots 240 \times 10^3$

Проведення експериментальних досліджень у системі автоматизованого проектування



Розробка моделі пристрою проводилась в САПР Proteus

Модель ППС



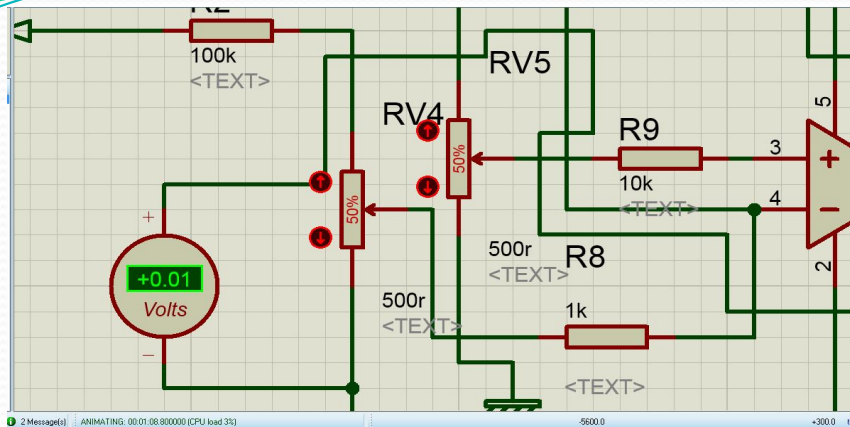
8 Message(s)

VSM debugging session has ended.

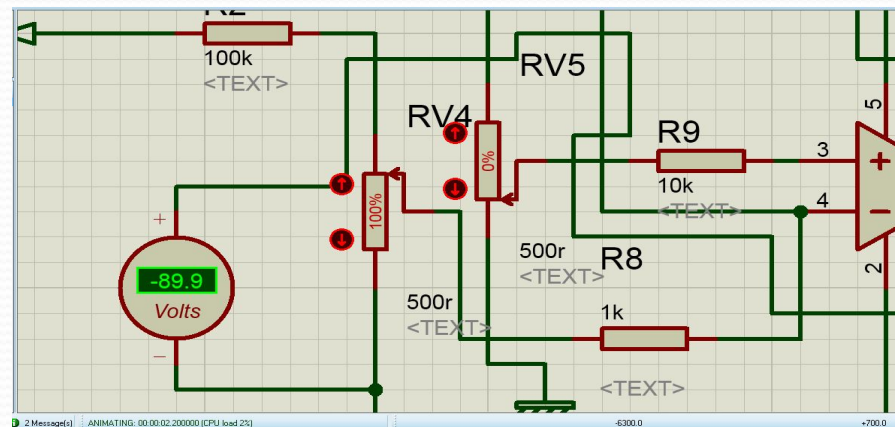
-3100.0

-1300.0 th

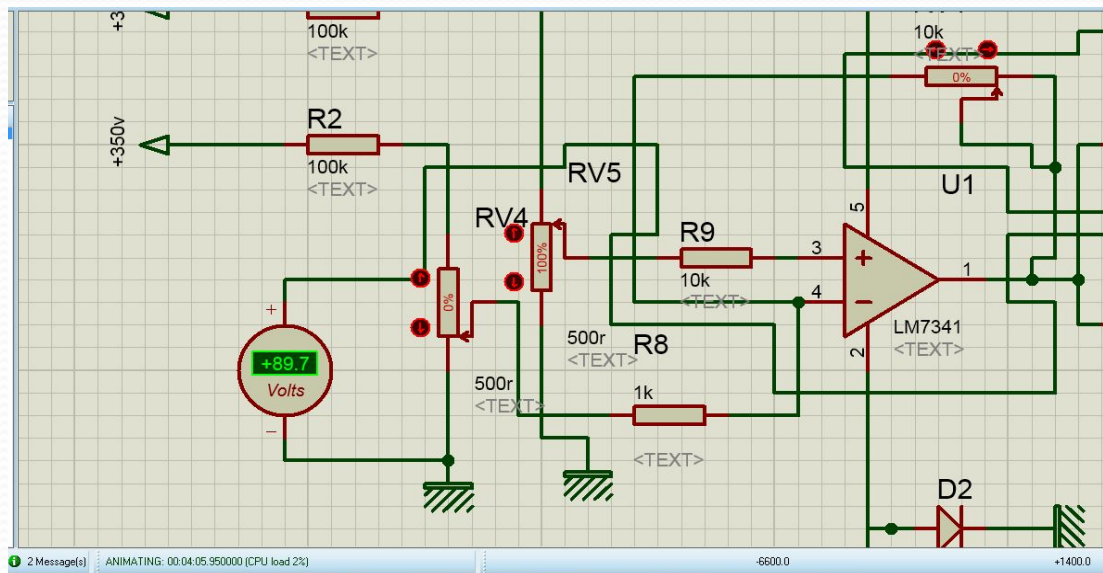
Робота ППС



Положення потенціометрів 0



Положення потенціометрів 1



Положення потенціометрів 2

Розрахунок надійності підсилювача постійного струму

Дані складових елементів

Інтенсивність відмов всієї схеми

$$\lambda = \sum \lambda_n \times N_n$$

де λ – інтенсивність відмов всієї схеми;

λ_n – інтенсивність відмов елементів схеми;

N_n – кількість елементів схеми.

Результати розрахунків

$$\lambda = 90,045 \times 10^{-6} \text{ (1/год)}$$

Середній час наробітку до відмови

$$T_{\text{сер}} = 1 / \lambda = 1 / 90,045 \times 10^{-6} = 11105,5583 \text{ (год.)}$$

Ймовірність безвідмовної роботи на протязі 1 місяця

$$P(t) = (1 - \lambda)^t \\ = (1 - 90,045 \times 10^{-6})^{720} = 0,93898$$

№ з/п	Елементи, що підлягають розрахунку	Кількість, шт	Інтенсивність відмови λ , 1/год
1	Мікросхеми ОП	1	1×10^{-6}
2	Регульовані плівкові резистори	4	$2,3 \times 10^{-6}$
3	Печатна плата	1	$0,0005 \times 10^{-6}$
4	Контактні площинки	79	$0,02 \times 10^{-6}$
5	Пайки	156	$0,5 \times 10^{-6}$
6	Провідники	53	$0,005 \times 10^{-6}$

Розрахунок собівартості підсилювача постійного струму

Найменування	К-ть, шт.	Ціна, грн..	Сума, грн.
Мікросхема LM7341	1	20	20
Резистор 100k Ом	2	0,5	1
Резистор 1k Ом	1	0,5	0,5
Резистор 4,3k Ом	2	0,5	1
Резистор 10k Ом	3	0,5	1,5
Резистор 100 Ом	7	0,5	3,5
Потенціометр	4	2,5	10
Стабілітрон 15 В	2	0,75	1,4
Стабілітрон 12 В	2	0,75	1,4
Транзистор IRFP640 200v 20A	3	21	63
Транзистор IRFP9640 200v 20A	3	21	63
Транзистор IRFP530 200v 20A	1	9,2	9,2
Транзистор IRFP9530 200v 20A	1	9,2	9,2
Всього, грн.			184,7

Сума, затрачена на закупку розхідних матеріалів

Розрахунок собівартості підсилювача постійного струму

Загальна собівартість пристрою

Види затрат	Одиниці виміру	Кількість	Сума, грн.
Закупаємі радіоелементи	шт.	34	184,7
Розхідні матеріали	шт.		17,7
Заробітна плата	грн.		30,66
Податки	грн.		4,599
Витрати на ел. енергію	кВт	0,7	0,22
Амортизація приміщень	грн.		0
Оренда приміщень	грн.		13,4
Інші витрати	грн.		10
Всього			261,279

Висновки

- Проведено аналіз існуючої системи управління та обґрунтовано застосування нового пристрою.
- Розглянуто можливі варіанти реалізації пристрою. В результаті аналізу отримано висновок, що оптимальною є побудова пристрою на основі операційного підсилювача.
- На основі цього розроблено структурну і принципову схему пристрою
- Розрахунок собівартості підсилювача показує, що пристрій не є високо коштовним, а за своїми характеристиками не поступається промисловим зразкам та має багато шляхів вдосконалення.
- За результатами правильної роботи математичної моделі пристрою можна зробити висновок про правильність прийнятих рішень під час розробки пристрою.

**Студент Слісаренко Олег
доповідь закінчив
дякую за увагу шановні члени
комісії!**