

## ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ з дисципліни АЕП

Курсовий проект виконується за двома темами:

- проектування РЕП;
- проектування СЕП.

Кожна тема має понад 30 варіантів, які наведені у методичних вказівках до курсового проектування та таблицях В.1 та В.2 відповідно та рисунку В.1.

Курсовий проект виконується по наступній схемі.

ВСТУП. (Вимоги до РЕП, СЕП).

1. Розрахунок та вибір трансформатора, розрахунок та вибір тиристорів. Розрахунок параметрів якірного ланцюга ЕП. Побудова регулювальних та вихідних характеристик. Вибір типу комплексного тиристорного перетворювача та його опис.
2. Статика САК РЕП.
  - 2.1. Розрахунок та побудова природної статичної та характеристики в розімкнутій САК ЕП.
  - 2.2. Розрахунок вхідного контуру (здатчика інтенсивності)
  - 2.3. Розрахунок параметрів та елементів зворотних зв'язків по швидкості та струму.
  - 2.4. Побудова упорної електромеханічної характеристики в замкнутій САК ЕП.
  - 2.5. Розрахунок нелінійних ланок (НЗ1 та НЗ2 та регуляторів швидкості та струму.
3. Розрахунок динаміки РЕП (СЕП) - розрахунок ПП в РЕП (в СЕП).
  - 3.1. Складання диф. рівнянь в формі Коші та рівнянь зв'язку для РЕП ( $2^x$  контурна САК ЕП) СЕП ( $3^x$  контурна САК ЕП).
  - 3.2. Складання таблиці вихідних даних для розрахунків ПП по стандартній програмі РЕП - СЕП.
  - 3.3. Розрахунок коефіцієнта передачі для інтегрованої частини регулятора струму.
  - 3.4. Розрахунок для СЕП регулятора положення та давача переміщення.
  - 3.5. Розрахунок на ЕОМ перехідних процесів по струму, швидкості та положення.
  - 3.6. Оцінка якості регулювання в аналоговій (АК ЕП).
4. Розрахунок цифрового контуру швидкості для РЕП, контура положення - для СЕП
  - 4.1. Визначення оптимального періоду дискретності часу управління в РЕП (СЕП).
  - 4.2. Синтез регуляторів в ЦЕП: РП - для СЕП, РШ - для РЕП. Синтез оптимального аналогового регулятора на основі технічного оптимума та вимог точності. Складання дискретної передаточної функції оптимальних регуляторів.
  - 4.3. Вибір цифрових вимірювальних перетворювачів - давачів ДЖ - для РЕП, ДП - для СЕП.
  - 4.4. Вибір засобів спряження в САК ЕП з виконавчими органами : ЦАП, АЦП; розрахунок їх розрядності.
  - 4.5. Складання дискретних передаточних функцій (ДПФ) ЦЕП. Вибір ДПФ безперервної частини САК РЕП ( СЕП ). Складання ДПФ замкнутої САК ЦЕП.

- 4.6 Розрахунок ПП  $\omega(t)$  для РЕП та  $l(t)$  для СЕП в вигляді гратчастої функції.
- 4.7 Оцінка якості регулювання в ЦЕП.
- 4.8 Порівняння якості регулювання в аналоговій та цифровій САК ЕП.

ВИСНОВКИ (Виконання завдання, оцінка САК ЕП) Перелік посилань.

ДОДАТКИ.

Графічна частина – 4 листа формату А1.

Лист 1. “Статика”, формат А1.

- 1 Кінематика РЕП (СЕП).
- 2 Характеристики ТП ( $Ed(\alpha), Ud(\alpha), Ud(Uy), \alpha(Uy)$ ).
- 3 Статичні електромеханічні характеристики: природня, в розімкненій САК.
- 4 Статична упорна електромеханічна характеристика та її оцінка.

Лист 2. “Динаміка”, формат А1.

- 1 Структурна схема двоконтурної аналогової САК у відповідності до порядку астатизму (РЕП).
- 2 Структурна схема три контурної аналогової САК у відповідності до порядку астатизму (СЕП).
- 3 Структурна схема цифрового контуру швидкості (РЕП).
- 4 Структурна схема цифрового контуру положення (СЕП).
- 5 Криві ПП -  $\omega(t), i(t)$  для РЕП у всіх режимах.
- 6 Криві ПП -  $\omega(t), i(t)$  для пуску в РЕП та  $\omega(t), l(t)$  для СЕП.
- 7 Крива ПП -  $\omega(t)$  у відносних одиницях в цифровому контурі РЕП.
- 8 Крива ПП -  $l(t)$  у відносних одиницях в цифровому контурі СЕП.

Лист 3. Принципова схема РЕП (СЕП) із спряженням з МПС.

Формат А1.

Лист 4. Алгоритм роботи РЕП (СЕП).

Формат А1.

Таблиця В.1 – Дані для проектування СЕП

Варіант	Параметри двигуна								Привед. момент інерц. $\sum J_i$	Вид схеми з'єдна ння, рис.1	Діап. регулюв ання D	Доп.кут. прискоре ння. $\varepsilon, c^{-2}$	$\sigma_{РЭП}$ %	$\sigma_{СЭП}$ %	Пор. аст.	Вид звор. зв'язку
	$P_H,$ кВт	$I_H,$ А	$n_H,$ об/мин	$U_H,$ В	КПД %	$R_{я},$ Ом	$R_{ДП}/R_{Ш},$ Ом	$J_{ДВ},$ Ом								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,5	10,5	1060	220	76,5	1,08	0,915	0,047	3,5J <sub>д</sub>	ж	80	2200	7,0	1,5	1	-ОС -ОТ -ОПц
2	2	12,1	750	220	80,0	1,7	1,26	0,037	3,5J <sub>д</sub>	б	70	2100	7,5	1,5	1	-ОС -ОТ -ОПц
3	3,2	19	750	220	80,5	1,1	0,04/181	0,1	3,5J <sub>д</sub>	е	30	1800	8,5	1,2	1	-ОС -ОТ -ОПц
4	1,5	9,2	1500	220	81	2,92	0,05/242	0,03	3,5J <sub>д</sub>	е	70	2200	10	1,2	1	-ОС -ОТ -ОПц
6	1,5	9,3	1000	220	82	2,9	0,11/280	0,04	3,5J <sub>д</sub>	ж	80	2300	9,0	1,0	1	-ОС -ОТ -ОПц
6	1,6	9,5	750	220	76,5	1,04	0,015	0,038	3,5J <sub>д</sub>	з	90	2300	7	1,4	0	-ОС -ОТ -ОПц
7	3,0	17,1	1000	220	74	0,906	0,602	0,037	3,5J <sub>д</sub>	г	30	1700	10	1,1	1	-ОС -ОТ -ОПц
8	3,0	18,4	1060	220	78	1,04	0,03/198	0,04	3,5J <sub>д</sub>	в	40	1900	9,5	1,3	1	-ОС -ОТ -ОПц
9	2,2	13,6	1500	220	79	1,91	0,05/168	0,09	3,5J <sub>д</sub>	з	60	2100	11	1,2	0	-ОС/С -ОТ/ОТС -ОП

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10	3	16,9	1000	220	75,5	0,88	0,64	0,047	3,5J <sub>д</sub>	е	40	1800	9	1,2	1	-ОС -ОТ -ОП
11	5	28,6	1000	220	75,5	0,75	0,6	0,7	3,5J <sub>д</sub>	в	60	1900	10	1,1	0	-ОС -ОТ -ОП
12	1	6,55	1300	220	75	1,66	0,85	0,012	3,5J <sub>д</sub>	е	25	1900	10,5	0,85	1	-ОС -ОТ -ОП
13	1,1	6,81	1500	220	76	2,27	1,57	0,012	3,5J <sub>д</sub>	е	90	1800	10	0,9	0	-ОС/С -ОТ/ОТС -ОП
14	1,6	9,4	750	220	68,5	1,88	1,59	0,018	3,5J <sub>д</sub>	ж	41	1750	8,4	1,1	1	-ОС -ОТ -ОП
15	2,5	13,6	800	220	69,5	0,609	0,526	0,104	3,5J <sub>д</sub>	з	180	1900	9,5	1,3	1	-ОС -ОТ -ОП
16	1,5	10,5	1500	220	77	1,0	0,9	0,047	3,5J <sub>д</sub>	е	70	2000	10	1,1	0	-ОС -ОТ -ОП
17	2,0	12,1	1000	220	80	1,7	1,2	0,037	3,5J <sub>д</sub>	ж	50	1900	9,5	1,0	1	-ОС -ОТ -ОП
18	1,6	9,5	1500	220	82	1,04	0,8	0,04	3,5J <sub>д</sub>	в	30	2000	9	0,9	1	-ОС -ОТ -ОП
19	2,2	13,6	750	220	79	1,9	0,7	0,04	3,5J <sub>д</sub>	б	40	2200	9,5	1,0	0	-ОС -ОТ -ОП
20	1,6	9,5	1500	220	82	1,04	0,8	0,1	3,5J <sub>д</sub>	е	40	2000	9	1,5	1	-ОС -ОТ -ОП

Продовження табл. В.1

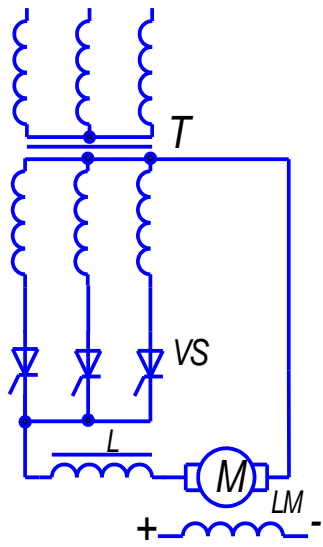
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21	1,5	9,2	1000	220	83	0,9	0,7	0,09	3,5J <sub>д</sub>	з	50	1900	9,2	1,2	1	-ОС -ОТ -ОП
22	2,0	12,1	1000	220	84	1,7	1,26	0,04	3,5J <sub>д</sub>	е	45	1800	9,3	1,1	1	-ОС -ОТ -ОП
23	1,0	5,6	750	220	79	1,6	0,85	0,04	3,5J <sub>д</sub>	д	50	1900	9	1,0	1	-ОС -ОТ -ОП
24	1,1	6,8	1000	220	80	2,27	1,57	0,2	3,5J <sub>д</sub>	ж	55	1800	8,5	1,5	1	-ОС/С -ОТ/ОТС -ОП
25	3,2	18,4	1500	220	74	1,04	0,09	0,4	3,5J <sub>д</sub>	з	45	2100	10	1,0	1	-ОС -ОТ -ОП
26	3,0	17,1	1000	220	79	0,9	0,6	0,3	3,5J <sub>д</sub>	з	56	2000	10	1,0	1	-ОС -ОТ -ОП
27	5,0	28,6	1000	220	80	0,75	0,6	0,3	3,5J <sub>д</sub>	ж	50	2100	11	1,2	1	-ОС -ОТ -ОП
28	1,5	9,3	1000	220	81	2,9	0,11	0,4	3,5J <sub>д</sub>	з	56	2000	10	1,1	1	-ОС -ОТ -ОП
29	1,5	10,5	750	220	80	1,2	0,85	0,2	3,5J <sub>д</sub>	ж	48	2200	10	1,0	1	-ОС -ОТ -ОП
30	5,6	30,4	1500	220	85	0,32	0,21	0,1	3,5J <sub>д</sub>	з	40	1950	7,5/1,2		1	-ОС/отс -ОТ/отс
31	6,3	33,4	1000	220	81,5	0,278	0,196	0,104	3,5J <sub>д</sub>	г	38	2050	10,5		1	-ОС/отс -ОТ/отс
32	7	42	750	220	82	0,546	0,2	0,35	3,5J <sub>д</sub>	в	40	2900	10		1	-ОС/с -ОТ/отс

Таблиця В.2 – Данні для проектування РЕП

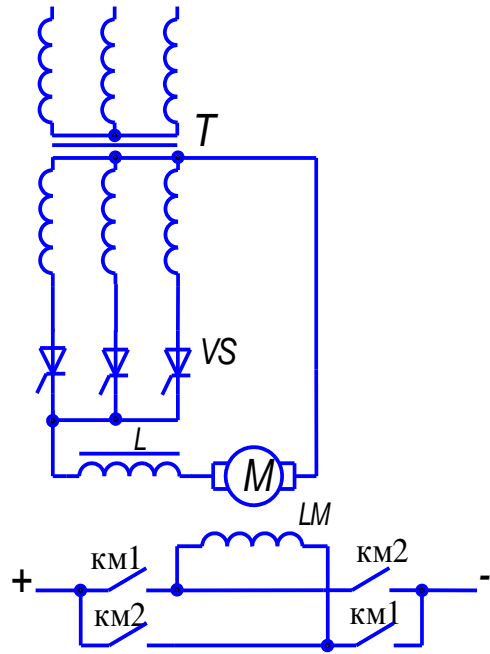
Варіант	Параметри двигуна								Привед. момент інерц. $\sum J_i$	Вид схеми з'єднан- ня, рис.1	Діап. регулюв ання швидко сті	Доп. кут. прискоре ння. $\varepsilon, c^{-2}$	Допустим. статич. похибка	Вид звор. зв'язку.
	$P_H,$ кВт	$I_H,$ А	$n_H,$ об/мин	$U_H,$ В	КПД %	$R_{я},$ Ом	$R_{дп},$ Ом	$J_{дв},$ Ом						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	7,5	40	750	220	77	0,26	0,2	0,525	3,5J <sub>д</sub>	г	36	2500	9,5	-ОС -ОТ/отс
2	4,5	26	750	220	79	0,76	0,25	0,14	3,5J <sub>д</sub>	г	26	800	8	-ОС/отс -ОТ/отс
3	8	43,5	1500	220	81	0,27	0,2	0,1	3,5J <sub>д</sub>	з	40	1900	9	-ОС/отс -ОТ/отс
4	6	32,6	1000	220	85	0,494	0,02/154	0,14	3,5J <sub>д</sub>	ж	44	2800	10	-ОС/с -ОТ/отс
5	9	50	750	220	76,5	0,286	0,206	0,2	3,5J <sub>д</sub>	ж	34	1700	8	-ОС/отс -ОТ/отс
6	8,8	40	1500	220	79	0,78	0,04/228	0,045	3,5J <sub>д</sub>	ж	18	800	8	-ОС/отс -ОТ/отс
7	7,1	39	1000	220	83	0,181	0,122	0,3	3,5J <sub>д</sub>	г	21	1050	10,5	-ОС/отс -ОТ/отс
8	11	56	800	220	84	0,125	0,08	0,3	3,5J <sub>д</sub>	е	36	2100	8	-ОС/отс -ОТ/отс
9	11	57	800	220	81	0,125	0,08	0,3	3,5J <sub>д</sub>	з	15	750	7,5	-ОС/отс -ОТ/отс
10	9	41	1500	220	83	0,181	0,121	0,2	3,5J <sub>д</sub>	ж	18	800	9,5	-ОС/отс -ОТ/отс
11	8,5	44,5	800	220	82	0,18	0,116	0,2	3,5J <sub>д</sub>	в	49	2950	9,5	-ОС/отс -ОТ/отс
12	5	28,6	1000	220	79	0,39	0,204	0,084	3,5J <sub>д</sub>	б	21	900	10,5	-ОС/отс -ОТ/отс
13	4	21,8	1500	220	79	0,384	0,236	0,2	3,5J <sub>д</sub>	г	18	1100	8,5	-ОС/отс -ОТ/отс

Продовження табл. В.2

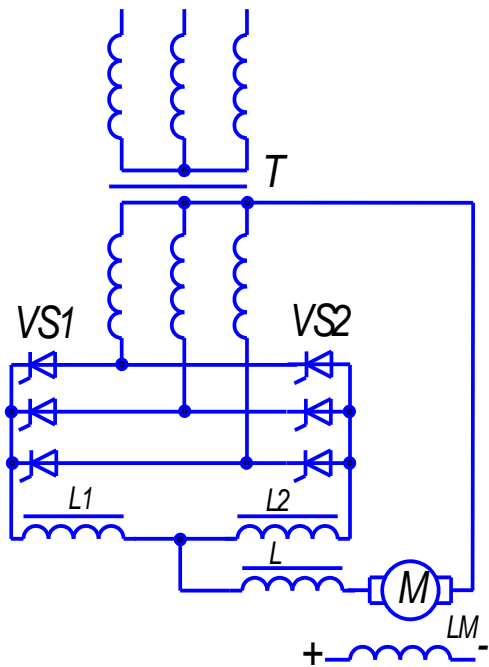
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	4,2	22,2	750	220	81,5	0,378	0,263	0,2	3,5J <sub>д</sub>	в	15	1050	9	-OC/отс -OT/отс
15	5,3	27,4	1500	220	85,5	0,216	0,175	0,221	3,5J <sub>д</sub>	з	19	950	10	-OT -OC
16	7,1	36,3	1000	220	86,5	0,15	0,1	0,25	3,5J <sub>д</sub>	г	16	800	9,5	-OC -OT
17	4,5	23,4	1500	220	83,5	0,338	0,221	0,21	3,5J <sub>д</sub>	б	15	1000	9,5	-OC -OT
18	3,2	16,9	1000	220	82,5	0,49	0,364	0,19	3,5J <sub>д</sub>	ж	24	950	7,5	-OC -OT/отс
19	2,2	13,3	1000	220	83	1,75	0,22	0,05	3,5J <sub>д</sub>	ж	19	2000	9,4	-OC -OT
20	8,0	49,2	600	220	80	0,753	0,1	0,67	3,5J <sub>д</sub>	в	21	950	9,5	-OC/отс -OT/отс
21	8,0	43	1000	220	82	0,328	0,27	0,16	3,5J <sub>д</sub>	е	19	880	8,5	-OC -OT/отс
22	6,6	33,5	750	220	80	0,591	0,16	0,530	3,5J <sub>д</sub>	е	23	1050	10,5	-OC/с -OT/отс
23	4,5	26	750	220	80	0,1	0,632	0,14	3,5J <sub>д</sub>	ж	20	1000	10	-OC -OT
24	10,0	38	1000	220	81	0,337	0,018	0,4	3,5J <sub>д</sub>	з	19	1000	9,5	-OC -OT
25	3,8	25,4	1500	220	83	0,78	0,039	0,43	3,5J <sub>д</sub>	з	20	800	10	-OC -OT
26	0,7	4,3	1500	220	80	6,73	0,274	0,01	3,5J <sub>д</sub>	д	20	800	9,5	-OC -OT
27	1,0	5,9	1000	220	80	4,17	0,274	0,01	3,5J <sub>д</sub>	е	20	800	10	-OC -OT
28	6,0	33,2	1000	220	81	0,47	0,008	0,08	3,5J <sub>д</sub>	з	18	1000	10,5	-OC -OT



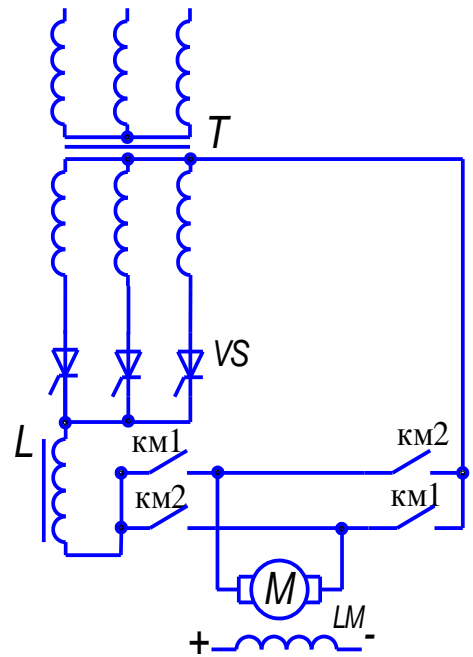
*a*



*б*



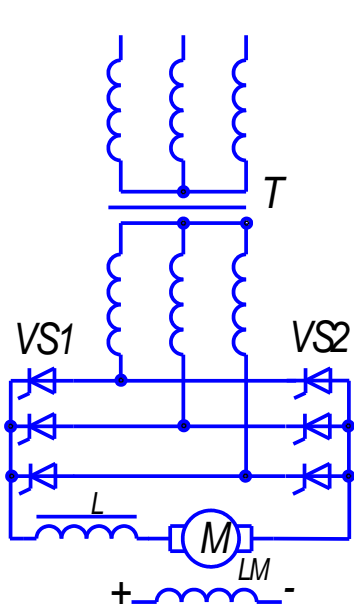
*в*



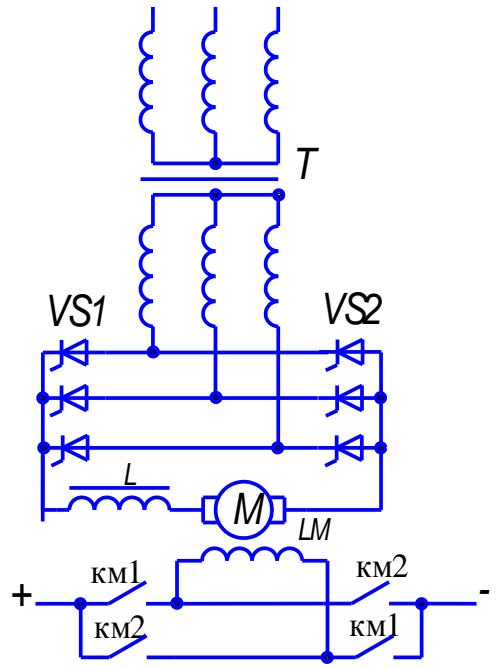
*г*

Рисунок В.1 – Схеми силової частини ТП

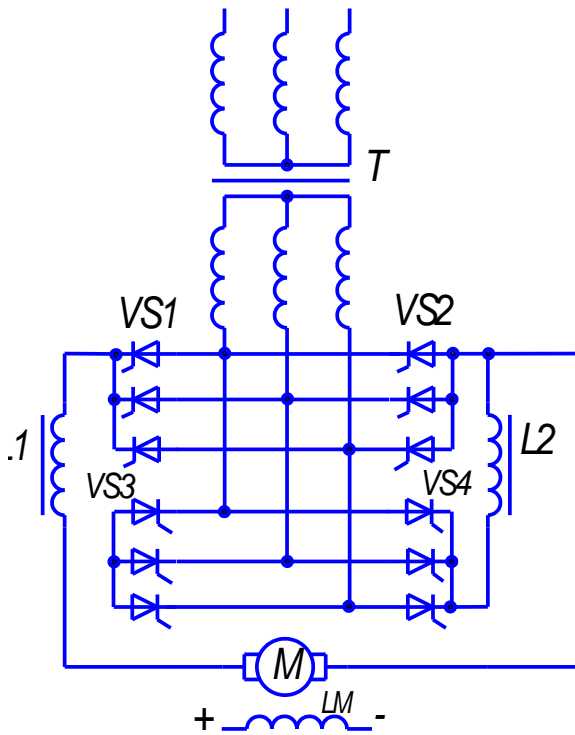




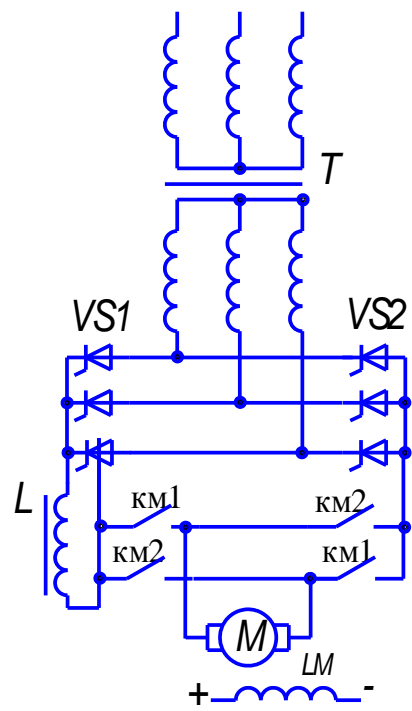
d



e



ЖС



3