

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2

Розробка та складання схем
електричних принципів керування
промисловими двигунами

Керівник

(підпис)

д.т.н., проф. Черепанська І. Ю.
(дата)

Виконавець

(підпис)

Осипчук О. Г.
(дата)

Лабораторна робота №2

Тема роботи

Розробка та складання схем електричних принципів керування промисловими двигунами

Мета роботи

Вивчити будову та принцип дії промислових двигунів різних типів, як складових систем автоматичного керування / регулювання / контролю. Навчитися складати схеми електричні принципи для керування промисловими двигунами різних типів.

Вихідні дані (Варіант 09)

Для варіанту 9:

- Номінальна потужність на валу, $P_{\text{ном.мех}} = 100 \text{ кВт}$
- Коефіцієнт потужності, $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0.95$
- Номінальна швидкість обертання, $n_{\text{ном}} = 2950 \text{ об/хв}$
- Коефіцієнт перенавантажної здатності, $\gamma = 2.25$
- ККД, $\eta = 89\%$
- Коефіцієнт кратності пускового струму, $\alpha = 5.5$
- Коефіцієнт кратності пускового моменту, $\beta = 2.4$

					<i>ПМ1108.04.00.02 ЛР</i>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Осипчук О. Г.</i>			<i>Розробка та складання схем електричних принципів керування промисловими двигунами</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		<i>Черепанська І.Ю.</i>					2	7
						<i>КПІ ім. І. Сікорського, ПБФ</i>		
Н. Контр.								
Затв.		<i>Черепанська І.Ю.</i>						

Завдання

Трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором має такі параметри:

1. напруга живлення: 380/220 В;
2. номінальна потужність на валу: $P_{\text{ном.мех}}$;
3. номінальна швидкість: $n_{\text{ном}}$;
4. коефіцієнт корисної дії: η ;
5. коефіцієнт потужності: $\cos \varphi_{\text{ном}}$;
6. коефіцієнт кратності пускового струму: α ;
7. коефіцієнт кратності пускового моменту: $\beta = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{н}}}$;
8. коефіцієнт перенавантажної здатності: $\gamma = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{н}}}$.

Двигун увімкнено за схемою "зірка" до мережі з лінійною напругою $U_{\text{лін}} = 380$ В, частотою $f = 50$ Гц.

З врахуванням даних визначити:

1. споживану потужність: активну, реактивну, повну;
2. споживаний струм;
3. пусковий струм;
4. ємність конденсаторів для підвищення $\cos \varphi$ до 0,95 при вмиканні їх за схемами "зірка" та "трикутник побудувати векторні діаграми напруги і струмів та трикутник потужностей;
5. обертаючі моменти двигуна: номінальний, пусковий, критичний;
6. номінальне і критичне значення ковзання;
7. обертаючий момент двигуна при значеннях ковзання: $S = 0$; $S_{\text{ном}}$; $0,8S_{\text{кр}}$; $S_{\text{кр}}$; $1,2S_{\text{кр}}$; $0,2$; $0,4$; $0,6$; $0,8$; 1 .

					ПМ1108.04.00.02 ЛР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Схеми

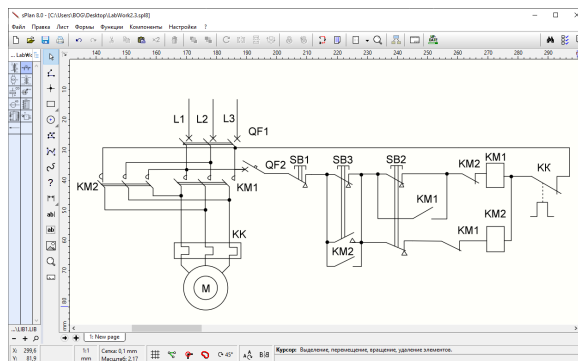


Рис. 2.1: Схема електрична принципова реверсивного керування асинхронним електродвигуном

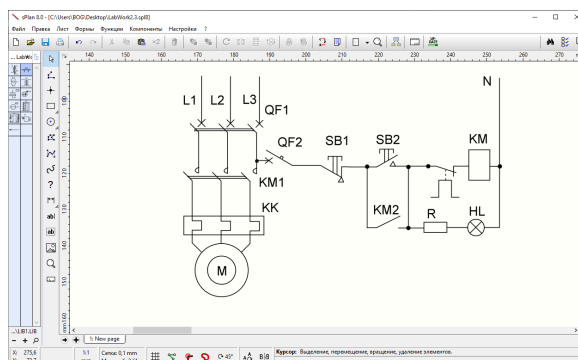


Рис. 2.2: Схема електрична принципова неререверсивного керування асинхронним електродвигуном

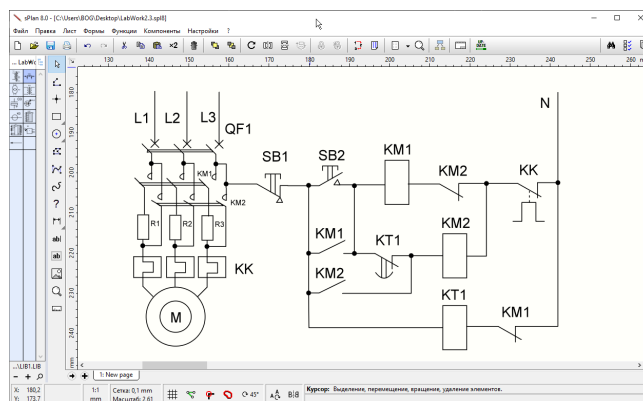


Рис. 2.3: Схема електрична принципова керування трифазним асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором з обмеженням пускового струму і моменту активними опорами

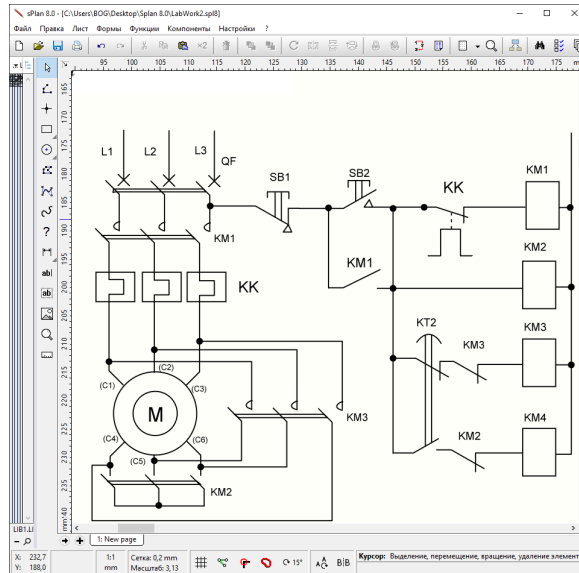


Рис. 2.4: Схема електрична принципова керування трифазним асинхронним електродвигуном з переми-
канням обмотки статора із «зірки» на «трикутник» при пуску

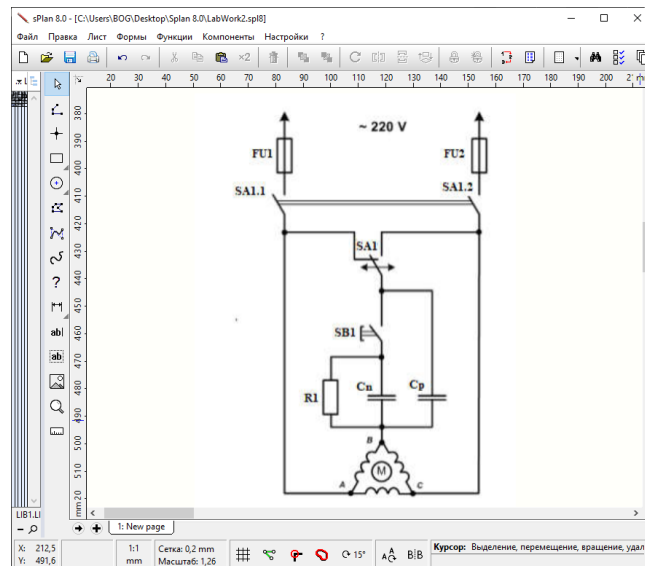


Рис. 2.5: Схема електрична принципова

Розрахунок споживаної потужності

$$P_1 = \frac{P_{\text{ном.мех}}}{\eta} = \frac{100 \text{ кВт}}{0.89} \approx 112.36 \text{ кВт}$$

$$S = \frac{P_1}{\cos \varphi} = \frac{112.36}{0.95} \approx 118.27 \text{ кВА}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P_1^2} = \sqrt{118.27^2 - 112.36^2} \approx 38.99 \text{ квар}$$

Розрахунок струмів

- Фазна напруга (схема "зірка"): $U_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{лін}}}{\sqrt{3}} \approx 219.39 \text{ В}$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					5

ПМ1108.04.00.02 ЛР

$$I_1 = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{лн}}} = \frac{118270}{\sqrt{3} \cdot 380} \approx 179.8 \text{ A}$$

$$I_{\text{пуск}} = \alpha \cdot I_1 = 5.5 \cdot 179.8 \approx 989.1 \text{ A}$$

Розрахунок моментів

$$M_{\text{ном}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{ном.мех}}}{n_{\text{ном}}} = \frac{9550 \cdot 100}{2950} \approx 323.73 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = \beta \cdot M_{\text{ном}} = 2.4 \cdot 323.73 \approx 776.95 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{мах}} = \gamma \cdot M_{\text{ном}} = 2.25 \cdot 323.73 \approx 728.39 \text{ Нм}$$

Ковзання

Пара полюсів (2 полюси): $p = 1$

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p} = 60 \cdot 50 = 3000 \text{ об/хв}$$

$$s_{\text{ном}} = \frac{n_1 - n_{\text{ном}}}{n_1} = \frac{3000 - 2950}{3000} = 0.0167$$

Розрахунок ємності конденсаторів для компенсації реактивної потужності

$$Q = 38.99 \text{ квар} = 38990 \text{ вар}$$

$$C_{\text{зв}} = \frac{Q}{3 \cdot \omega \cdot U_{\text{ф}}^2}, \quad \omega = 2\pi f = 314.16 \text{ рад/с}$$

$$C_{\text{зв}} = \frac{38990}{3 \cdot 314.16 \cdot 219.39^2} \approx 8.52 \mu\text{Ф}$$

$$C_{\text{тр}} = 3 \cdot C_{\text{зв}} \approx 25.56 \mu\text{Ф}$$

Залежність моменту від ковзання

Рис. 2.7: Таблиця залежності моменту від ковзання

Ковзання s	Момент $M(s)$, Нм
0.0000	0.00
0.0167	236.68
0.0800	710.62
0.1000	728.39
0.1200	716.45
0.2000	582.71
0.4000	342.77
0.6000	236.23
0.8000	179.30
1.0000	144.24

					ПМ1108.04.00.02 ЛР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Рис. 2.7: Графік залежності моменту двигуна від ковзання

Висновки

Отримані результати дозволяють оцінити параметри роботи трифазного асинхронного двигуна, його енергетичні характеристики та вибір необхідних ємностей для підвищення коефіцієнта потужності.

Контрольні питання

1. Чому асинхронний двигун так називається?

Асинхронний двигун називається так тому, що частота обертання його ротора не співпадає з частотою обертання магнітного поля статора (яка визначається частотою змінного струму). Різниця між цими частотами називається ковзанням.

2. Чому є небажаною велика сила пускового струму?

Велика сила пускового струму небажана, оскільки вона може призвести до значних механічних та електричних навантажень на двигун і мережу, викликати пошкодження ізоляції проводів, зменшити термін служби обладнання, а також викликати перевантаження трансформаторів і підстанцій.

3. Що використовують для зниження сили пускового струму?

Для зниження сили пускового струму використовують спеціальні пристрої, такі як стартери з обмеженням струму, трансформатори з регульованою напругою або пристрої плавного пуску, що забезпечують поступове збільшення напруги на двигуні.