

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема. Розрахунок однофазного автономного інвертора

Теоретичні відомості

Автономні інвертори - це пристрої, що перетворюють постійний струм в змінний з постійною або регульованою частотою і працюють на автономне навантаження. Перетворювачі частоти - це пристрої, що перетворюють змінний струм однієї частоти в змінний струм іншої частоти. Основні області практичного застосування автономних інверторів і перетворювачів частоти:

1) живлення споживачів змінного струму в пристроях, де єдиним джерелом енергії є акумуляторна батарея, генератор постійного струму;

2) електропостачання установок гарантованого живлення при аварії в основній мережі змінного струму;

3) джерела прямого перетворення енергії, в яких виробляється постійний струм відносно низької напруги (термо- і фотоелектричні генератори);

До автономних інверторів пред'являються наступні вимоги:

1) забезпечення максимального к.к.д.;

2) мінімальна встановлена потужність окремих вузлів і елементів;

3) можливість широкого регулювання вихідної напруги;

4) забезпечення стабільності вихідної напруги при зміні величини і характеру навантаження, а також вхідної напруги;

5) забезпечення синусоїдальної або близької до синусоїдальної форми кривої вихідної напруги;

6) можливість регулювання в певних межах вихідної частоти, що перш за все необхідно в установках вентильного електроприводу;

7) можливість роботи в режимі неробочого ходу.

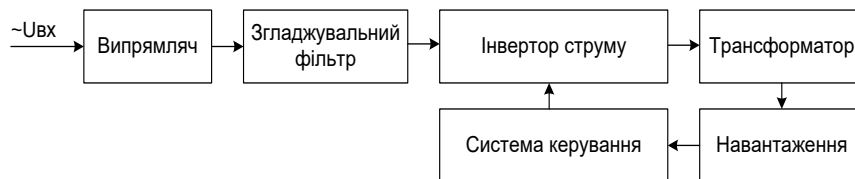


Рис. 5.1 - Структурна схема

На рис.5.1 зображена структурна схема, а на рис.5.2 електрична схема силової частини інвертора струму. Вхідна змінна напруга $\sim U_{BX}$ подається на випрямляч, а потім на згладжувальний фільтр. Профільтрована напруга подається на тиристорний інвертор струму. Вихідна напруга інвертора через трансформатор передається у навантаження. Напруга на навантаженні зчитується системою керування, яка формує імпульси для регулювання вихідного струму.

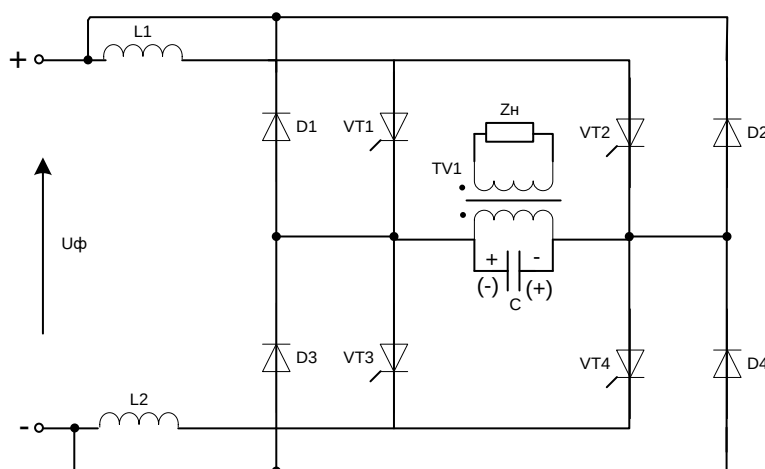


Рисунок 5.2 - Електрична принципова схема силової частини інвертора струму

На вхід інвертора подається постійна вхідна напруга, що надходить із згладжу вального LC фільтру. Вентилі VT1, VT4 відкриваються у перший момент часу. Струм починає протікати шляхом +, L1, VT1, VT4, -. В цей час конденсатор С заряджається у полярності, вказаній без дужок.

Коли система керування відкриває вентилі VT2, VT3 створюється контур для розрядження конденсатора через тиристори VT1, VT4. Під дією розрядного струму конденсатора, напрямленого зустрічно із током тиристорів VT1, VT4, ці вентилі закриваються. Комутація струму відбувається майже миттєво. Конденсатор починає перезаряджатися через тиристори VT2, VT3. При цьому полярність буде відповідати полярності в дужках.

У результаті, через вторинну обмотку трансформатора буде проходити змінний струм.

На рис. 5.3 показані часові діаграми роботи наведеної схеми.

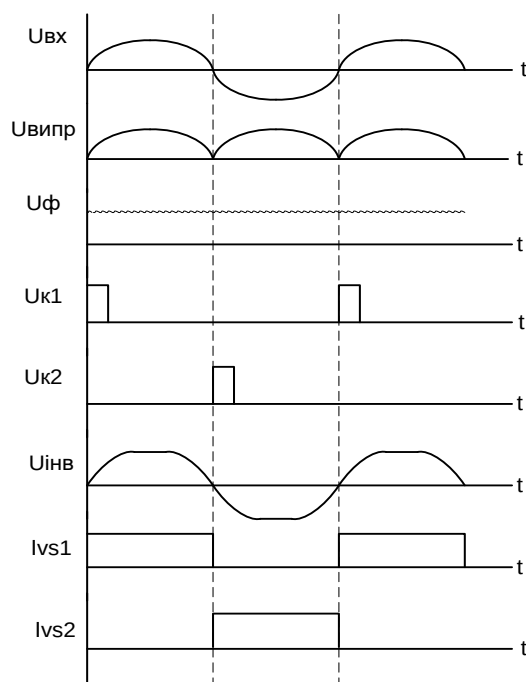


Рис. 5.3 - Часові діаграми роботи схеми.

Практична частина

Задача 5.1. Розрахувати та вибрати параметри силової частини паралельного однофазного автономного інвертора струму на тиристорах, схема якого наведена на рис. 5.2.

За вихідні дані прийняти:

- номінальне значення напруги живлячої мережі: $U_{BX,ном}$;
- частота живлячої мережі: f ;
- номінальне значення напруги навантаження U_H ;
- максимальний і номінальний струми навантаження: I_{Hmax} , I_{Hmin} ;
- ємність конденсатора C_1 , фільтра C .

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для розрахунку задачі 5.1.

Цифри номера залікової книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
десятки	одиниці										
	$U_{BX,ном}, B$	100	120	140	160	180	200	220	240	280	300
	U_H, B	24	48	60	24	48	60	24	48	60	24
$f, Гц$		100	200	300	400	100	200	300	400	100	200
	I_{Hmax}, A	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
I_{Hmin}, A		2	3	4	5	6	6	5	4	3	2
	$C_1, мкФ$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Дані для розрахунку: $U_{BX.ном} = U_{d.HOM} = 321B$; $f = 100 \text{ Гц}$;
 $U_H = 130B$; $I_{Hmax} = 16A$; $I_{Hmin} = 12A$; $C_1 = 1\text{мкФ}$.

Розв'язування. Значення напруги після випрямляча знаходиться за формулою:

$$U_{dВІПР} = 0.9 \cdot U_{BX.ном}$$

Напруга на виході інвертора буде рівна:

$$U_{dІІВ} = \frac{2 \cdot U_{dВІПР}}{\pi} = \frac{2 \cdot 0.9 \cdot U_{BX.ном}}{\pi} = \frac{2 \cdot 0.9 \cdot 321}{\pi} = 260B$$

Знайдемо коефіцієнт трансформації, урахувуючи, що

$$n = \frac{w_2}{w_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_H}{U_{dІІВ}} = \frac{130}{260} = 0.5$$

Знайдемо максимальний та мінімальний струми первинної обмотки трансформатора:

$$I_{1max} = I_{2max} \cdot n = I_{Hmax} \cdot n = 16 \cdot 0.5 = 8A$$
$$I_{1min} = I_{2min} \cdot n = I_{Hmin} \cdot n = 12 \cdot 0.5 = 6A$$

Розрахуємо габаритну потужність трансформатора:

$$S_{габ} = \frac{U_1 I_1 + U_2 I_2}{2} = 2080BA$$

Опір навантаження знайдемо як:

$$R_H = \frac{U_{Hmax}}{I_{Hmax}} = \frac{140}{16} = 8.75\Omega$$

У даній схемі максимальна зворотна напруга на тиристорах рівна:

$$U_{vsm} = U_{dHOM} = 321B$$

Враховуючи перепади живлячої мережі:

$$U_{vsmax} = 1.1 \cdot U_{dHOM} = 353B$$

Розрахуємо параметри вхідного фільтра:

$$\omega = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$$

Задавши значення $C_1 = 1\text{мкФ}$, знайдемо індуктивність:

$$L_1 = \frac{1}{4 \cdot \omega^2 \cdot C_1} = \frac{1}{4 \cdot (2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot C_1} = \frac{1}{4 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 100)^2 \cdot 10^{-6}} = 0.63\text{мГн}$$

Розрахуємо значення дроселів L_1, L_2 . Частоту вихідної напруги приймемо рівною $f_{вих} / 2 = 50\text{Гц}$ (мостова схема). Індуктивності підберемо таким чином, щоб час їх розряду в 10 разів перевищував півперіод вихідної напруги.

$$L_2 = L_3 = \frac{U \cdot t}{I} = \frac{U_{dHVB}}{I_{1min} \cdot 2 \cdot f_{aux}} = \frac{260}{6 \cdot 2 \cdot 50} = 0.43 мГн$$

Розрахуємо ємність конденсатора C_2 :

$$C_2 = \frac{T \cdot I_{1max}}{2 \cdot \Delta U_c} = \frac{0.02 \cdot 8}{2 \cdot 50} = 1.6 мкФ$$

Проаналізував отримані данні виберемо реальні елементи:

У якості вентилів виберемо оптотиристри, так як їх керування відбувається значно легше ніж керування тиристорами.

Вибиремо модульний оптотиристор МТОТО-40 з табл. Д10. Цей силовий модульний оптотиристор має наступні параметри:

- періодична пікова напруга тиристора у ввімкненому стані – 400В;
- максимальний піковий струм у відкритому стані - 63А;
- допустимий середній струм - 40А;

У якості діодів виберемо Д246А. Параметри цих діодів:

- максимально допустимий середній випрямлений струм – 10А;
- максимально допустима зворотна напруга – 400В;
- зворотний струм при максимально-допустимій зворотній напрузі – 3мА;
- постійна пряма напруга – 1В.