

6. Формування кривих вихідної напруги в безпосередніх перетворювачах частоти з штучною комутацією

В безпосередніх перетворювачах частоти з штучною комутацією (БПЧШ) застосовується циклічний алгоритм управління. Суть циклічного управління полягає в тому, що фази джерела живлення періодично через рівні інтервали часу в певній послідовності підключаються до навантаження. Частота перемикання (управління) f_u може бути вище або нижче за частоту джерела живлення f_i . Частота навантаження БПЧШ визначається різницею частот:

$$f_n = |f_i - f_u|.$$

У БПЧШ формуються дві основні форми кривих вихідних напруг: криві позитивного та негативного типів. Перша форма кривої – вхідна напруга в момент підключення до навантаження завжди позитивніша, ніж бажана вихідна напруга. Друга форма кривої – вхідна напруга в момент підключення до навантаження завжди більш негативна, ніж бажана вихідна напруга.

Розглянемо формування кривих вихідної напруги БПЧШ з ідеальними ключами.

На рис. 1 показані схеми двох однакових моделей збудників безконтактних асинхронізованих машин (БАСМ) на базі БПЧШ. Моделі побудовані в програмі Micro Cap. Кожна модель збудника містить три однофазні трьохобмоточні трансформатори. Первинні обмотки трансформаторів підключені до двох джерел трифазних ЕРС (V_{a1}, V_{b1}, V_{c1} та V_{a2}, V_{b2}, V_{c2}). Числа витків первинних і вторинних обмоток однакові ($L_{m1} = L_{m2} = 0.2$ Гн).

Параметри схем БПЧШ.

Джерела живлення. Амплітуди ЕРС $A_{i1} = A_{i2} = A_i = 84$ В. Частоти ЕРС: $f_{i1} = 80$ Гц; $f_{i2} = 40$ Гц. Початкові фази ЕРС джерел живлення V_{a1} та V_{a2} : $\varphi_{a1} = \varphi_{a2} = 0$.

Навантаження. Активний опір $R_{n1} = R_{n2} = R_n = 120$ кОм, індуктивність $L_{n1} = L_{n2} = L_n = 0$, частота навантаження $f_n = |f_i - f_u| = |80 - 40| = 20$ Гц.

Сигнали управління ключами (su). В обох БПЧШ однакові параметри сигналів управління. Частота управління $f_u = 60$ Гц, період повторення $T_{fu} = 1/f_u = 1/60$ с. Тривалість одного електричного: $T_{gu} = T_{fu} / 360 = 1/(60 \cdot 360) = 1/21600$ с. Тривалість плоскої частини імпульсу $T_{su} = 60 \cdot T_{gu}$. Тривалість переднього та заднього фронтів імпульсу $T_{fr} = 1\mu = 1 \cdot 10^{-6}$ с. Початкове значення імпульсу – 0 В, максимальне – 15 В. Початок переднього фронту сигналів управління ключами K_1 і S_1 (su_1): $60 \cdot T_{1gu} = 1/1440$ с. Початки $su_1 \div su_6$ зсунуті по циклу на $60 \cdot T_{1gu}$ с.

На рис. 2 показані почасові діаграми напруг БПЧШ, де $e_{i1}, e_{i2}, u_{n1}, u_{n2}$ – фазні ЕРС джерел живлення та напруги навантаження двох БПЧШ. Напруги навантаження виділені жирними лініями.

На рис. 2 показана також сумарна крива вихідних напруг двох БПЧШ ($u_{n1} + u_{n2}$). Відмітимо високу якість форми вказаної кривої.

Як слідує з діаграм:

при $f_u > f_i$ висхідна частина кривої вихідної напруги БПЧШ – крива позитивного типу, а низхідна частина – крива негативного типу;

при $f_u < f_i$ висхідна частина кривої вихідної напруги БПЧШ – крива негативного типу, а низхідна частина – крива позитивного типу.

На рис. 3 показана схема моделі каскадного збудника БАСМ з безпосереднім перетворювачем частоти з модульованою вхідною напругою та штучною комутацією (БПЧШМ). В збуднику послідовно з'єднані однойменні фази двох роторних обмоток (однойменні фази двох джерел живлення).

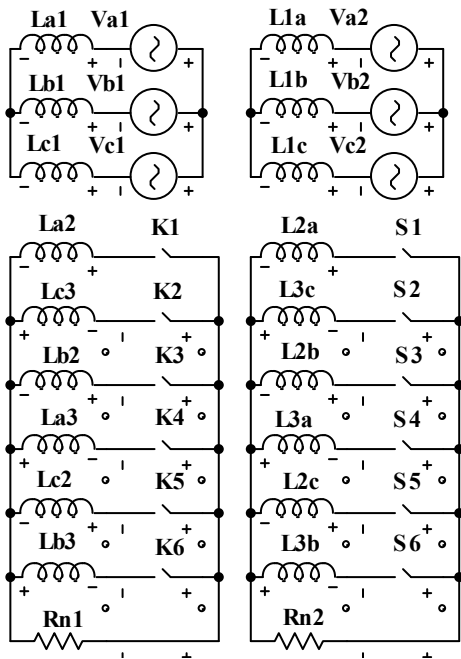
Параметри схеми перетворювача.

$A_{i1} = A_{i2} = 110$ В; $L_{m1} = L_{m2} = 0.2$ Гн; $f_{i1} = 90$ Гц; $f_{i2} = 70$ Гц; $\varphi_{a1} = \varphi_{a2} = 0$; $R_n = 120$ кОм; $L_n = 0$.

Частота f_u рівна частоті заповнення: $f_u = f_3 = (f_{i1} + f_{i2})/2 = (90 + 70)/2 = 80$ Гц.

Частота навантаження рівна частоті биття напруг: $f_n = f_6 = |f_{i1} - f_{i2}|/2 = |90 - 70|/2 = 10$ Гц.

На рис. 4 показані почасові діаграми напруг, де e_i – сумарна ЕРС джерела. БПЧШМ відрізняється високою якістю форми кривої вихідної напруги.



$A_{i1}=A_{i2}=84$ $L_{m1}=L_{m2}=0.2$ $F_{i1} 80$
 $F_{i2} 40$ $\alpha_{f1}=\alpha_{f2}=0$ $R_n 120K$ $L_n 0$
 $F_u 60$ $T_{fu} 1/F_u$ $T_{gu} T_{fu}/360$ $T_{fr} 1u$
 $T_{su} 60*T_{gu}$ $T_{fu} 1/F_u$
 $su1 0 15 60*T_{gu}$ $T_{fr} T_{fr}$ $T_{su} T_{fu}$

Рис. 1

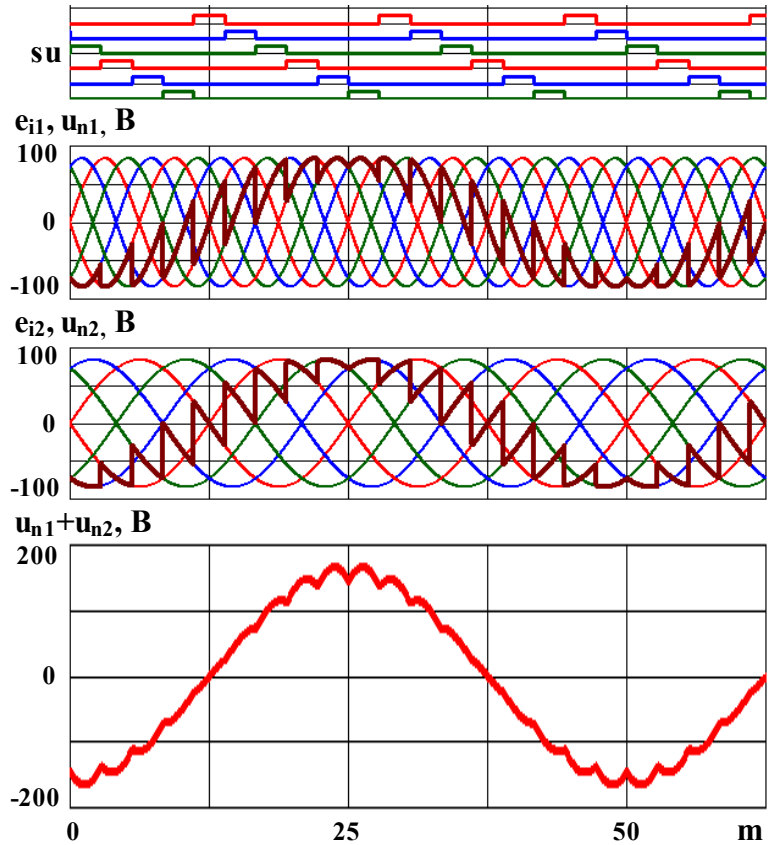
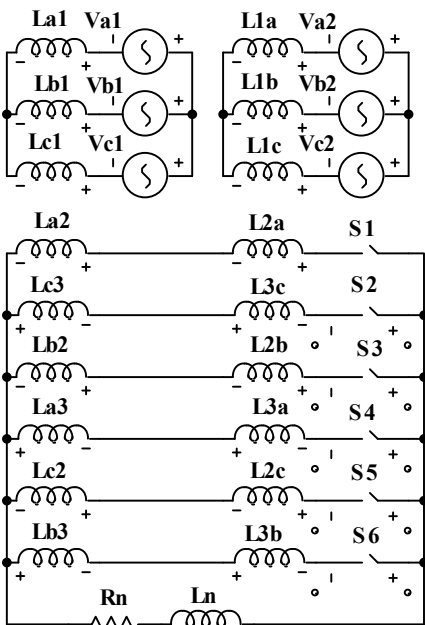


Рис. 2



$A_{i1}=A_{i2}=110$ $L_{m1}=L_{m2}=0.2$ $F_{i1} 90$
 $F_{i2} 70$ $\alpha_{f1}=\alpha_{f2}=0$ $R_n 120K$ $L_n 0$
 $F_u 80$ $T_{fu} 1/F_u$ $T_{fr} 1u$ $T_{su} 60*T_{gu}$
 $su1 0 15 60*T_{gu}$ $T_{fr} T_{fr}$ $T_{su} T_{fu}$

Рис. 3

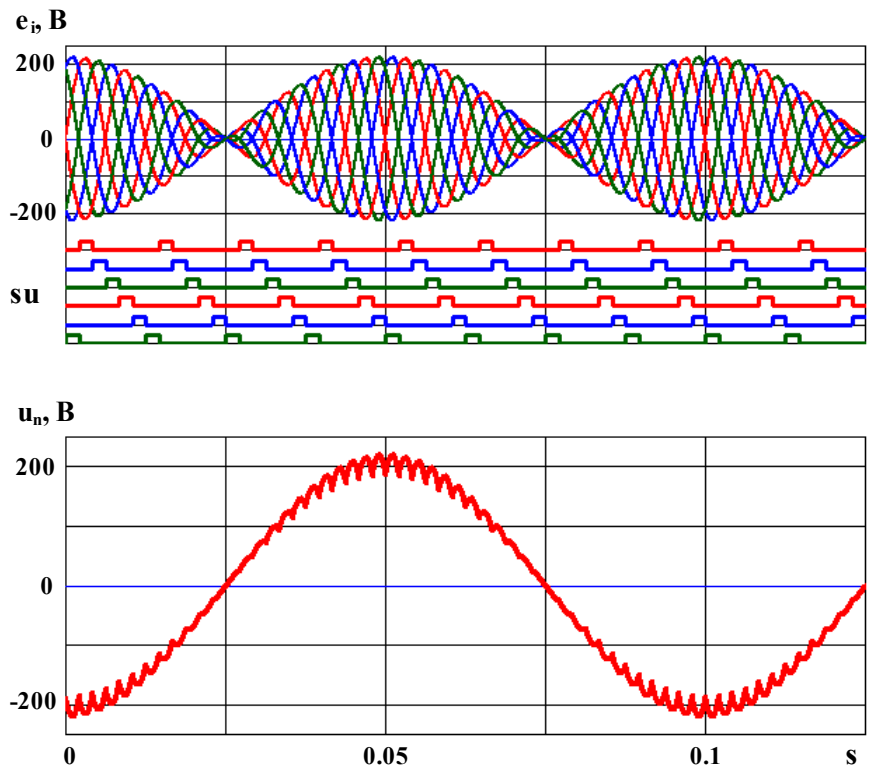


Рис. 4