

8. На рис. 1 показана структурна схема БАСГ з обертовим БПЧШ. На рис. 2 – схема БПЧШ в програмі Micro Cap. На рис. 3 – почасові діаграми напруг і струмів БПЧШ. На рисунках приведені параметри схем. Поясніть розрахункові співвідношення, зробіть висновки за наслідками досліджень.

На рис. 1 показана структурна схема безконтактного асинхронізованого генератора (БАСГ) з безпосереднім перетворювачем частоти з штучною комутацією (БПЧШ). На рисунку: 1 – основна електрична машина (АГ); 2 – синхронний збудник (СЗ); 3 – управляюча машина (УМ); 4 – блок сигналів управління (БСУ); 5 – діодно-тиристорний перемикач (ДТП); 6 – автоматичний регулятор збудження (АРЗ); 7 – обертова частина.

Числа пар полюсів АГ, СЗ та УМ: $p = 2$; $p_B = p_u = 6$. Частота мережі $f = 50$ Гц, ковзання АГ $s = 0.08$. Частота ковзання $f_s = f \cdot s = 50 \cdot 0.08 = 4$ Гц. Частоти ЕРС якірних обмоток СЗ та УМ:

$$f_{B2} = \frac{p_B}{p} f(1-s) = \frac{6}{2} \cdot 50 \cdot (1-0.08) = 138 \text{ Гц}; \quad f_{u2} = \frac{p_u}{p} f(1-s) - f_s = \frac{6}{2} \cdot 50 \cdot (1-0.08) - 4 = 134 \text{ Гц}.$$

На рис. 2 показана схема моделі діодно-транзисторного БПЧШ в програмі Micro Cap. Параметри схеми.

Індуктивність розсіяння та активний опір первинної мережі: $L_{S1} = 0$; $R_1 = 0$.

Джерело живлення: амплітуда ЕРС $A_i = 150$ В; $f_i = f_{B2} = 138$ Гц; кут зсуву ЕРС фази А на початку рахунку $\alpha_{f1} = 0^0$; $z_i = 6$ Ом; $k_r = r_i/x_i = 0.25$; $x_i = z_i / \sqrt{1+k_r^2}$; $L_i = x_i / (2 \cdot \pi \cdot f_i)$.

Застосовані транзистори IRG4PH50S. Параметри БСУ: частота управління $f_u = 134$ Гц; період повторення сигналів управління (su) $T_{fu} = 1/f_u = 1/134$ с; тривалість одного електричного градуса $T_{gu} = T_{fu}/360$ с; тривалість плоскої частини імпульсу управління $T_{su} = 120 \cdot T_{1gu}$; крутизна переднього та заднього фронтів su $T_{fr} = 1u = 1 \cdot 10^{-6}$ с; початкове значення імпульсу – 0 В, максимальне – 15 В. Початок su транзистором G_1 : $\alpha_{uG1} = 0$. Початки su транзисторами G_1 , G_2 и G_3 (su₁, su₂ та su₃) зсунуті по циклу на $120 \cdot T_{gu}$ с.

У схемі застосовані діоди типу MR2510 D. Допустима повторювана напруга $U_n = 1000$ В. Граничний струм $I_n = 25$ А. Час відновлення замикаючих властивостей діодів $t_w = 5.7 \cdot 10^{-6}$ с.

Розрахунок параметрів захисних ланок діодів. Мінімальна величина ємкості C_{fmin} та відповідна їй величину R_{fmr} (визначається по межі періодичного та аперіодичного режиму роботи захисної ланки):

$$C_{fmin} = (4/9) \cdot t_w^2 / L_i; \quad R_{fmr} = \sqrt{3} \cdot t_w / C_{fmin}.$$

Параметри захисних RC-ланок БПЧШ визначаються з умови обмеження напруг на транзисторах та діодах: $u_G < U_n$; $u_D < U_n$. Для досягнення цього ємкості та активний опір захисної ланки збільшують (зменшують) в k_{Cf} (k_{Rf}) раз: $C_f = k_{Cf} \cdot C_{fmin}$; $R_f = R_{fmr} / k_{Rf}$.

В прикладі розрахунку $k_{Cf} = 60$, $k_{Rf} = 0.8 \cdot k_{Cf} = 48$.

Параметри навантаження: $R_n = 22.66$ Ом; $L_n = 0.42$ Гн; $F_n = |F_i - F_u| = |138 - 134| = 4$ Гц.

Активна потужність первинної мережі та потужність навантаження перетворювача:

$$P_1 = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\sum (e_a i_a + e_b i_b + e_c i_c) \right) dt; \quad P_n = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\sum (i_{na}^2 + i_{nb}^2 + i_{nc}^2) \right) \cdot R_n dt.$$

Втрати в захисних ланках

$$P_f = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\sum (i_{f1}^2 + i_{f2}^2 + \dots + i_{f18}^2) \right) \cdot R_f dt.$$

На рис. 3 приведені почасові діаграми струмів навантаження (i_{na} , i_{nb} , i_{nc}), діаграми напруг на транзисторі G_1 і діоді D_1 , результати розрахунків потужностей і втрат: $P_1 = 766,07$ Вт; $P_n = 623,78$ Вт, $p_f = 76,03$ Вт. Втрати на захисних ланках вентилів $p_f > 12\%$ від P_n .

Висновки. Діодно-транзисторний БПЧШ має високу якість форми кривої струму навантаження, проте має великі втрати в захисних ланках вентилів. Тому:

БПЧШ не можуть застосовуватися в силових ланках систем збудження БАСГ;
БПЧШ можуть застосовуватися в системах АРЗ БАСГ.