

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРАНЗИСТОРНИ RLC ИНВЕРТОРИ ПРИ РАБОТА В КРИТИЧНО-АПЕРИОДИЧЕН РЕЖИМ

Доц.д-р инж. Евгений Иванов Попов

Технически университет - София

Катедра "Силова електроника"

В [1] е извърщено изследване и е предложена методика за изчисление на установения режим на транзисторен мостов RLC инвертор с обратни диоди при работа в апериодичен режим, когато параметрите в диагонала на моста R,L,C се намират в съотношение $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$. При изменение на честотата на токаря на инвертора е възможно да се попадне в критично-апериодичен режим.

Цел на настоящата работа е да се изследва транзисторен мостов RLC инвертор при критично-апериодичен характер на процесите в него

$$R = 2\sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

В такъв случай е необходимо да се дефинира един единствен параметър на инверторната верига - затухване

$$\delta = \frac{R}{2L} \quad (2)$$

Формата на тока i в инверторната верига е показана на фиг.1, а изразът за него в интервала $0-\theta_2$ е

$$i = \frac{U_d + U_0}{\delta L} e^{-\delta t} \delta t - I_0 e^{-\delta t} (1 - \delta t) \quad (3)$$

Напрежението на кондензатора C е

$$u_C = U_d - (U_d + U_0) e^{-\delta t} (1 + \delta t) - \frac{I_0}{\delta C} e^{-\delta t} \delta t \quad (4)$$

Величината θ_2 е

$$\theta_2 = \frac{\delta}{\omega} \pi \quad (5)$$

където

$$\omega = 2\pi f \quad (6)$$

е честотата на управление.

За определянето на началните условия за тока $i = I_0$ и за напрежението $u_C = U_0$ се използват условията

$$i(0) = -i(\theta_2) = -I_0 \quad (7)$$

$$u_C(0) = -u_C(\theta_2) = -U_0 \quad (8)$$

$$i(\theta_1) = 0 \quad (9)$$

Камо се използува (9) се определя коефициентът

$$a_A = \frac{I_0 \delta L}{U_d + U_0} = \frac{\theta_1}{1 - \theta_1} \quad (10)$$

Камо се вземе в предвид (7) се установява, че

$$a_A = \frac{\theta_2}{e^{\theta_2} + 1 - \theta_2} \quad (11)$$

Он (10) и (11) се определя

$$\theta_1 = \frac{\theta_2}{e^{\theta_2} + 1} \quad (12)$$

Он условието (8) се получава началното напрежение на кондензатора С в относителни единици

$$U_0' = \frac{U_0}{U_d} = 2K_C - 1 \quad (13),$$

където коефициентът K_C е

$$K_C = \frac{1}{1 + e^{-\theta_2} [(1 + a_C) \theta_2 + 1]} \quad (14)$$

Моментната стойност на тока i в инверторната верига в относителни единици ѝ във функция от

$$\theta = \delta t \quad (15)$$

е

$$i'(\theta) = \frac{i(\theta)}{\frac{U_d}{\delta L}} = 2K_C e^{-\theta} [(1 + a_C) \theta - a_C] \quad (16)$$

Моментната стойност на напрежението на кондензатора С в относителни единици е

$$u_C'(\theta) = \frac{u_C(\theta)}{U_d} = 1 - 2K_C e^{-\theta} [(1 + a_C) \theta + 1] \quad (17)$$

Максималното напрежение на кондензатора С в относителни единици се определя от условието

$$U_C'(\theta_1) = -U_{Cn}' \quad (18)$$

и е

$$U_{Cn}' = \frac{U_{Cn}}{U_d} = 2\left(\frac{K_C}{K_{C1}} - K_C\right) - 1 \quad (19),$$

където коефициентът K_{C1} е

$$K_{C1} = \frac{1}{1 + e^{-\theta_1}[(1 + a_C)\theta_1 + 1]} \quad (20)$$

Средната стойност на тока i в инверторната верига в интервала $0-\theta_2$ в относителни единици е

$$\frac{I_d'}{\delta L} = \frac{I_d}{U_d} = \frac{1}{\theta_2} \int_0^{\theta_2} i'(\theta) d\theta = \frac{1}{\theta_2} \cdot 2(2K_C - 1) \quad (21)$$

Полага се

$$\frac{I_1'}{\delta L} = \frac{I_1}{U_d} = \frac{1}{\theta_2} \int_0^{\theta_1} i'(\theta) d\theta = \frac{1}{\theta_2} \cdot 2(2K_{C1} - 1) \cdot \frac{K_C}{K_{C1}} \quad (22)$$

и

$$\frac{I_2'}{\delta L} = \frac{I_2}{U_d} = \frac{1}{\theta_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} i'(\theta) d\theta = \frac{1}{\theta_2} \cdot 2 \left(\frac{K_C}{K_{C1}} - 1 \right) \quad (23)$$

Тогава средният ток през диодите в относителни единици е

$$\frac{I_{VDAv}'}{\delta L} = \frac{I_{VDAv}}{U_d} = -I_1' \quad (24),$$

а средният ток през транзисторите в относителни единици е

$$\frac{I_{VTav}'}{\delta L} = \frac{I_{VTav}}{U_d} = I_2' \quad (25)$$

Валидно е съотношението

$$I_d' = I_1' + I_2' \quad (26)$$

От зависимостите (10) и (13) се получава, че началният ток в относителни единици е

$$I_0' = \frac{I_0}{\frac{U_d}{\delta L}} = 2a_c K_c \quad (27)$$

Постояннотоковата мощност, консумирана от захранващия източник, в относителни единици е

$$P_d' = \frac{P_d}{\frac{U_d^2}{\delta L}} = \frac{\frac{U_d I_d}{\delta L}}{\frac{U_d^2}{\delta L}} = I_d' \quad (28)$$

От израза за променливотоковата мощност $P = I^2 R$, като се приеме, че к.п.г. $\eta \rightarrow 1$ се получава зависимостта за ефективната стойност на тока в инверторната верига

$$I' = \frac{I}{\frac{U_d}{\delta L}} = \sqrt{\frac{|I_d'|}{2}} \quad (29)$$

При полумостова схема вместо U_d трябва да се използва $U_d / 2$.

С помощта на гореизложената методика са изчислени параметрите на усташавения режим на транзисторен мостов RLC инвертор при работа в критично-апериодичен режим. Изходните данни са следните: $U_d=54$ V; $L=22\mu H$; $C=0,5\mu F$; $R=13,266\Omega$; $f=50000$ Hz. Получени са следните стойности на параметрите: $\delta=3,015 \cdot 10^{-5}$ s¹; $\theta_2=3,015$; $\theta_1=0,14096$; $a_c=0,16409$; $K_C=0,81888$; $K_{C1}=0,49726$; $U_0=34,439$ V; $U_{cm}=35,414$ V; $I_0=2,1878$ A; $I_d=3,4442$ A; $P_d=185,98$ W; $I_{VTav}=3,4929$ A; $I_{VDav}=0,048735$ A; $I=3,7442$ A.

С помощта на програмата PSPICE е извършена компютърна симулация на изследваната инвертор. Времедиаграмите на тока в инверторната верига и на напрежението на кондензатора u_C са показани съответно на фиг.2 и фиг.3. Необходимо е да се подчертвае, че съществува пълно съвпадение между резултатите, получени от ръчното изчисление и от компютърната симулация. От това следва, че предложената методика за анализ на транзисторни мостови RLC инвертори при работа в критично-апериодичен режим е пригодна за практиката.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е.И. "Изследване на транзисторни RLC инвертори при работа в апериодичен режим" Сорник доклади на Петата национална научно-приложна конференция "Електронна техника - ЕТ'96" 27-29 септември 1996 г., гр. Созопол.

INVESTIGATION OF TRANSISTOR RLC INVERTERS,
WORKING IN CRITICALLY-APERIODICAL REGIME

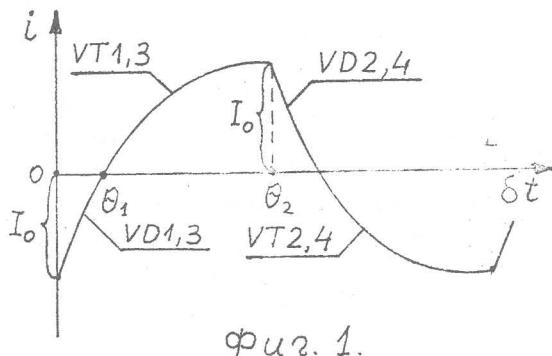
Assoc.Prof. Eugene Ivanov Popov, Ph.D.

Technical University - Sofia

Department of Power Electronics

Summary

In this report a method is proposed for investigation and analysis of the steady-state processes, taking place in transistor bridge RLC inverters with free-wheeling diodes, working in aperiodical regime ($R=2\sqrt{L/C}$). The method of transitory values has been applied. Mathematical expressions for parameters, characterizing the inverter action have been derived. The coincidence between the results, obtained from the proposed method and from computer simulation for concrete practical example confirms the applicability of the developed method for analysis.

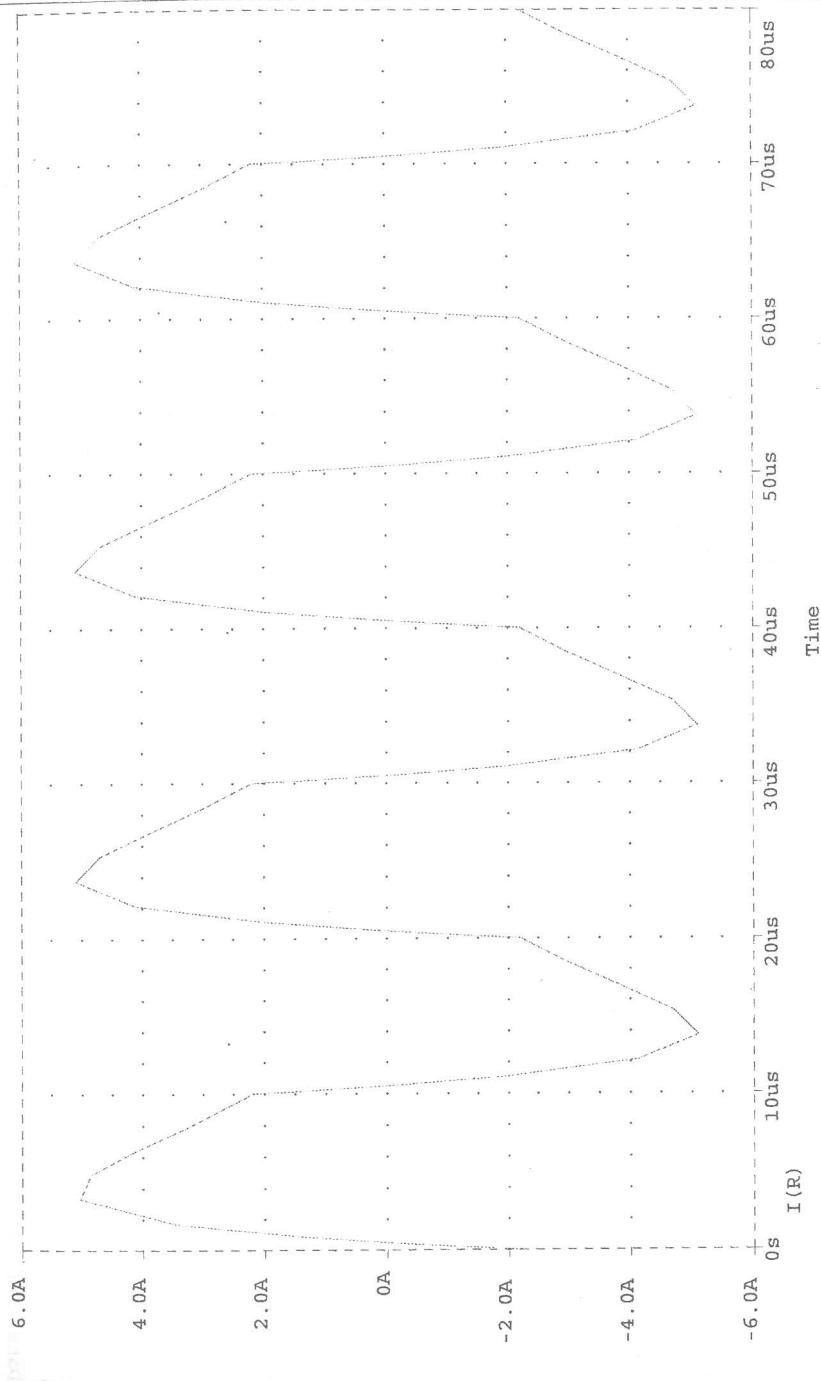


фиг. 1.

Date/Time run: 06/03/96 14:14:57 Transistor bridge RLC inverter. Steady-state process.

Temperature: 27.0

(A) C:\USERS\POPOV\TBRLLCICA.DAT



Date/Time run: 06/03/96 14:14:57
Transistor bridge RLC inverter. Steady-state process.

Temperature: 27.0

(A) C:\USERS\POPOV\TBRLC1CA.DAT

