

ТОВАРНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТРАНЗИСТОРЕН РЕЗОНАНСЕН ИНВЕРТОР С ХИБРИДНИ МЕХАНИЗМИ НА КОМУТАЦИЯ

гл. ас. д-р Николай Димитров Банков – ВИХВП-Пловдив
доц. д-р Стефан Евтимов Табаков – ТУ-София
гл. ас. Веселин Станчев Станчев – ВИХВП-Пловдив
E-mail: nikolay_bankov@yahoo.com

The load characteristics of transistor resonant inverter with commutations both in zero voltage (ZVS) and zero current (ZCS) and with pulse-width modulation of the initial power are constructed in relative units. Those are the dependencies of the initial voltage and power, the average value of the current through the transistors and the reverse diodes, the input current of the inverter, the maximal voltage over the commutating capacitor, and the frequency of control in a function of the load current.

The characteristics are constructed in a very wide range of the alterations of the load, with the consecutive oscillating circle operating in fluctuation, aperiodic and critically-aperiodic operation mode. They can be utilized for construction of wide-ranged power supply sources with similar control, energy and economic characteristics.

В [1] и [2] е изследван транзисторен резонансен инвертор с комутации както при нулево напрежение (ZVS), така и при нулев ток (ZCS) и с широчинно-импулсно регулиране на изходната мощност при работа в колебателен ($R < 2\sqrt{L/C}$), апериодичен ($R > 2\sqrt{L/C}$) и критично-апериодичен режим ($R = 2\sqrt{L/C}$).

Целта на настоящата работа е да се построят товарните характеристики на инвертора в много широк диапазон на изменение на товара и при различни стойности на параметъра за регулиране на изходната мощност - коефициента на запълване m на напрежението u_{ab} . При това изменение на товара са възможни всички разглеждани режими на работа на инвертора. Най-често той работи в колебателен режим, но при условия близки до празен ход е възможно инверторът да се намира и в апериодичен и критично-апериодичен режим. Трябва да се подчертвае, че се разглежда идеализирания случай на работа на инвертора само при активен товар.

С помощта на изложените в [1] и [2] методики могат да се изчислят параметрите на установените режими на разглежданятия транзисторен резонансен инвертор. Товарните характеристики на инвертора се получават след многократни изчисления при различни стойности на съпротивлението на товара R и на параметъра за регулиране на изходната мощност m . Това са зависимостите на изходното напрежение и изходната мощност, средната стойност на тока през транзисторите и обратните диоди, входния ток на инвертора, максималното напрежение върху комутиращия кондензатор и

честотата на управление във функция от товарния ток (фиг.1÷фиг.6). За унификация всички величини се представят в относителни единици: напрежението спрямо захранващото напрежение U_d ; токовете спрямо тока $I_0 = \omega C U_d$ и честотата на управление спрямо коефициента на затихване δ_{ω} при критично-апериодичен режим.

На фиг.1 е показано семейството външни характеристики на инвертора при $m=0,1; 0,3; 0,5; 0,7$ и $0,9$. От тях се вижда, че изходното напрежение много слабо се влияе от промените на товара. Може да се счита, че разглежданият резонансен инвертор представлява почти идеален източник на напрежение.

Областта от външните характеристики в ляво от прекъсваната линия съответства на работа на инвертора в апериодичен режим, а тази в дясно - на работа в колебателен режим. Преминаването от един режим на работа в друг е плавно, без точки на прекъсване, което потвърждава верността на изчисленията.

На фиг.2 е показано как трябва да се променя честотата на управление така, че напрежението върху трептящия кръг и тока през него да съвпадат по фаза ($\cos \phi = 1$) при изменение на товара и при различни стойности на параметъра за регулиране на изходната мощност. Вижда се, че в колебателен режим, в който най-често работи инвертора, е необходима много малка промяна на честотата на управление. В този случай може да се говори за дълбоко регулиране на изходната мощност практически при постоянна работна честота.

Изчисленията показват, че съществува малка несиметрия в натоварването по ток на ключовете от вида ZVS и ZCS. По-голяма е средната стойност на тока през транзисторите от ключовете тип ZCS ($I_{vT2,3}$), както и през обратните диоди от ключовете тип ZVS ($I_{vD1,4}$). Тази разлика е несъществена и се дължи на нееднаква средна стойност на тока в интервалите t_1-t_2 и t_2-t_3 (виж фиг.3 на [1]). По тази причина на фиг.3 и фиг.4 са показани само зависимостите на $I'_{vT2,3}$ и $I'_{vD1,4}$ от товарния ток. Тези линейни зависимости показват, че с увеличаване на коефициента на запълване m нараства тока през транзисторите, а тока през обратните диоди намалява.

На фиг.5 са показани зависимостиите на изходната мощност и на входния ток на инвертора от товарния ток. Тези две величини в относителни единици са равни, ако се приеме, че к.п.д. на инвертора е равен на единица.

$$P' = \frac{P}{U_d \cdot \omega C U_d} = \frac{U_d I_d}{U_d \cdot \omega C U_d} = I_d'$$

Характерно за максималното напрежение върху комутиращия кондензатор (фиг.6) е, че то се променя по един и същи начин, независимо от стойността на параметъра m .

Беше създаден и изпитан функционален образец на резонансния инвертор със следните данни: $E=200V$; $P=800W$. Стойността на елементите в

резонансната верига са: $C=0,1\mu F$ и $L=655\mu H$. Използвани са транзистори IGBT с вградени обратни диоди тип IRG4PH40KD (International Rectifier).

На фиг.1 са показани експериментално получени точки от изходните характеристики за $t=0,9; 0,5$ и $0,1$. Съпротивлението на това се променя от 40 до 200Ω . При това работната честота на инвертора се променя от $19,8$ kHz до $24,5$ kHz. Проведеният експеримент потвърди работоспособността на изследвания инвертор. Забелязва се добро съвпадение между теоретичните и експериментални резултати. Малките разлики между тях се дължат предимно на загубите в отпущено състояние на полупроводниковите ключове.

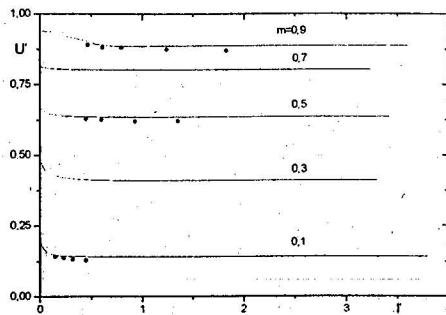
Изводи:

Получените товарни характеристики позволяват да се оцени поведението на разглеждания резонансен инвертор при промяна на товара и на параметъра за регулиране на изходната мощност. Те могат да се използват при избора на подходящ алгоритъм за управление на инвертора, както и за неговото бързо инженерно проектиране. Направените разглеждания важат и при активно-индуктивен товар, като товарната индуктивност се добавя към комутиращата.

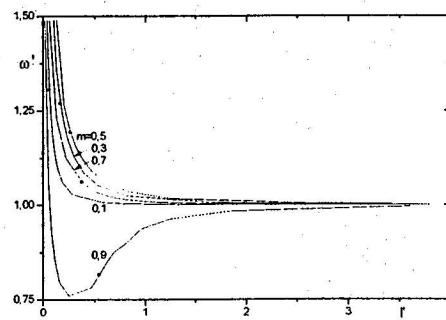
Видът на получените изходни характеристики може да бъде използван за създаване на токозахраниващи източници на напрежение за заряд на акумулаторни батерии и др.

ЛИТЕРАТУРА

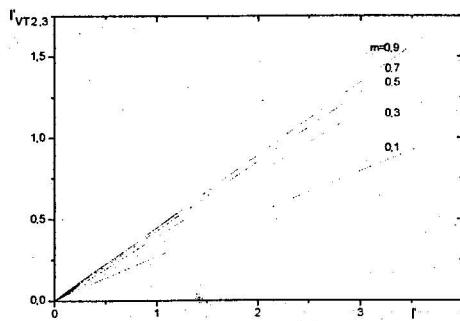
1. Банков, Н., Ст. Табаков, В. Станчев. Изследване на транзисторен резонансен инвертор с хибридни механизми на комутация. – Девета национална научно-приложна конференция “Електронна техника-ET 2000”, 20-22.09.2000г., гр. Созопол.
2. Табаков, Ст., Н. Банков, В. Станчев. Изследване на транзисторен инвертор с хибридни механизми на комутация при работа в апериодичен и критично-апериодичен режим. – Девета национална научно-приложна конференция “Електронна техника-ET 2000”, 20-22.09.2000г., гр. Созопол.



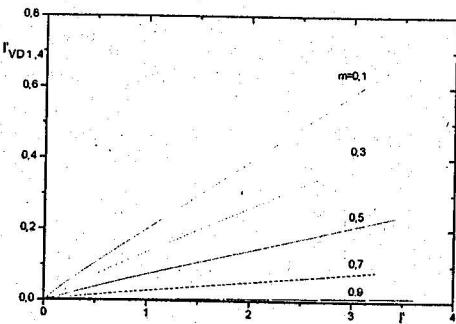
фиг.1



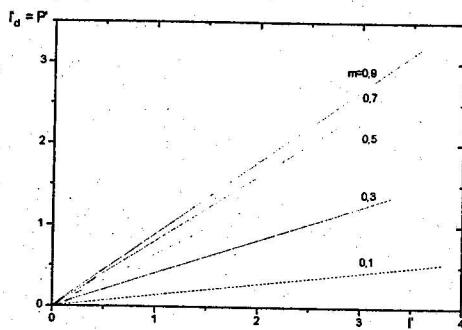
фиг.2



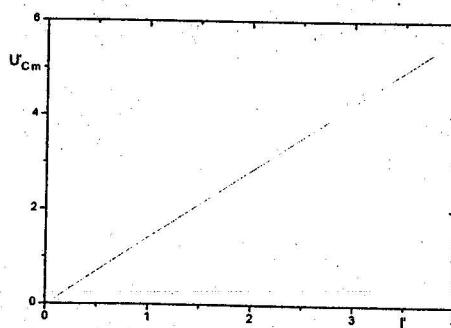
фиг.3



фиг.4



фиг.5



фиг.6