

УДК 621.314.222.6

АНАЛИЗ МОЩНОСТИ РАССЕИВАНИЯ ТРАНЗИСТОРНЫМ КЛЮЧОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИМПУЛЬСНОМ И КВАЗИРЕЗОНАНСНОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

А.Н.Городний,

Черниговский государственный технологический университет,

ул. Шевченко, 95, Чернигов, 14027, Украина.

Приведены результаты расчетов потерь в электронном ключе в последовательных импульсном и квазирезонансном преобразователях постоянного напряжения, а также методика расчета потерь в электронном ключе с учетом его паразитных параметров. Составлены эквивалентные схемы замещения преобразователей на всех этапах их работы, по которым были рассчитаны динамические и статические потери в электронном ключе. Анализ проведен в широком диапазоне частот работы преобразователей. Показано значительное преимущество по энергетическим показателям последовательных квазирезонансных по сравнению с импульсными преобразователями. Библ. 5, табл. 1, рис. 5.

**Ключевые слова:** электронный ключ, интегральная рассеиваемая мощность, импульсные преобразователи.

В работе [3] проведен анализ работы различных типов квазирезонансных преобразователей, переключаемых при нулевом токе (КРИП-ПНТ). Однако все коммутационные полупроводниковые приборы – транзисторы, диоды – рассматривались как идеальные, что не позволяет количественно оценить мощность рассеивания и энергетическую эффективность по сравнению с импульсным преобразователем (ИП).

Известно, что время переключения диодов Шоттки намного меньше, чем транзисторов (рис. 1), поэтому основная коммутационная мощность рассеивается в транзисторах, работающих в КРИП-ПНТ и ИП.

В работах [1, 2] рассчитана интегральная рассеиваемая мощность в электронном ключе последовательных КРИП-ПНТ и ИП. Их принципиальные схемы показаны на рис. 1: а – КРИП-ПНТ, б – ИП.

Интегральная рассеиваемая мощность рассчитывалась на всем периоде работы преобразователей, состоящих из нескольких коммутационных этапов, как показано на рис. 2: а – КРИП-ПНТ, б – ИП. На всех коммутационных интервалах были составлены эквивалентные схемы замещения преобразователей. Для КРИП-ПНТ – рис. 3: а – интервал включения транзистора, б – интервал нарастания тока, в – интервал резонанса, г –

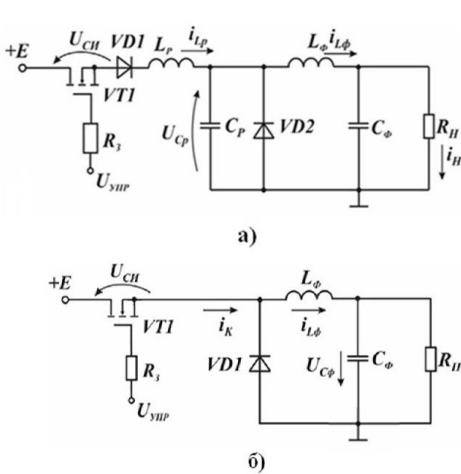


Рис. 1

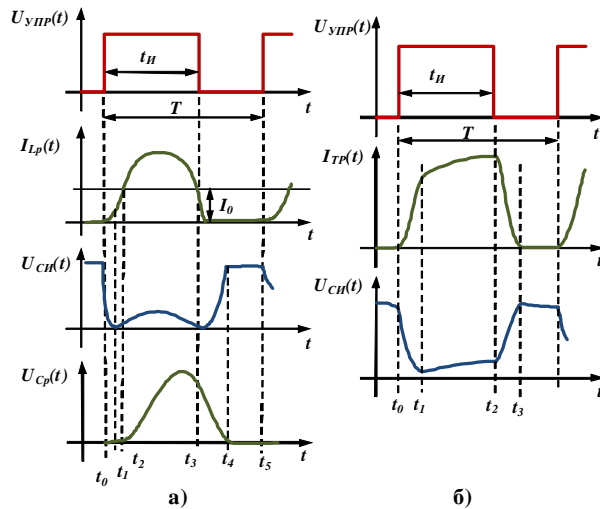


Рис. 2

интервал выключения транзистора.

$$P_{\text{итт}} = P_{\text{вкл}} + P_{\text{итт}} + P_p + P_{\text{выкл}}$$

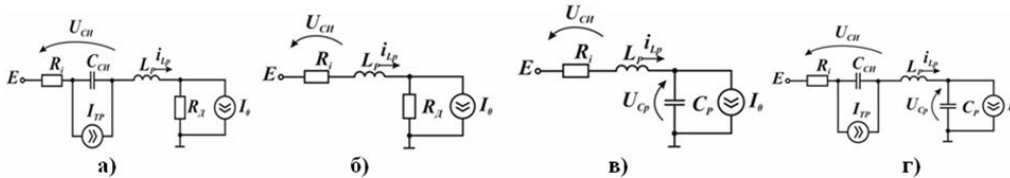


Рис. 3

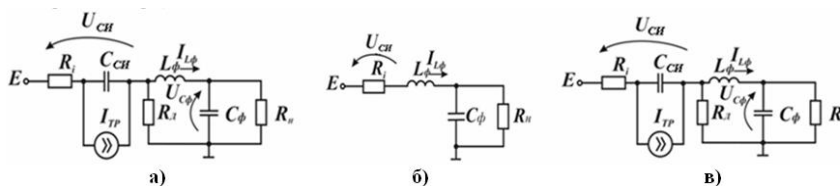


Рис. 4

Для ИП – рис. 4: а – интервал включения транзистора, б – интервал открытого состояния, в – интервал закрывания транзистора.

$$P_{\text{итт}} = P_{\text{вкл}} + P_{\text{о.с.}} + P_{\text{выкл}}$$

Эквивалентные схемы интервалов работы преобразователей составлялись по упрощенным моделям [4],

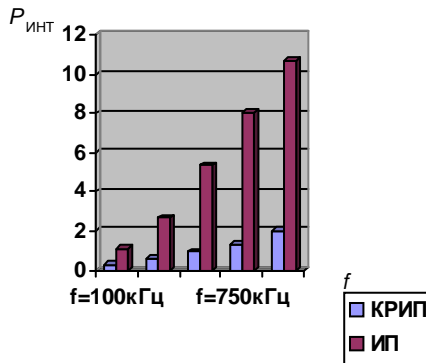


Рис. 5

Параметр	Величина
Частота роботи електронного ключа, $f$ , кГц	100-1000
Період роботи електронного ключа, $T$ , мкс	10-1
Довжина імпульсу управління, $t_{И}$ , мкс	0.25
Ємкість резонансного контура, $C_P$ , нФ	2
Індуктивність резонансного контура, $L_P$	1.1
Ємкість фільтра, $C_\Phi$ , мкГн	0.22
Індуктивність фільтра, $L_\Phi$ , мкГн	50
Напруга живлення, $E$ , В	30
Сопротивлення навантаження, $R_H$ , Ом	5
Сопротивлення каналу транзистора, $R_i$ , Ом	1.7
Ємкість «сток-исток», $C_{СИ}$ , нФ	110

вання елементів силової електроніки. – Запоріжжя: ЗДІА, 1998 – 117 с.

5. Сигорский В.П., Петренко А.И. Алгоритмы анализа электронных схем. – М.: Радио и связь, 1976. – 608 с.

что позволило получить выражения для расчета  $P_{инт}$  в аналитическом виде. В общем виде мощность рассеивания рассчитывается по формуле

$$P = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_1} U_{TP}(t) i_{TP}(t) dt .$$

Для расчета зависимостей  $U_{TP}(t)$  и  $i_{TP}(t)$

использован обобщенный векторно-матричный метод узловых напряжений [5].

Для сравнения интегральной мощности рассеивания в электронном ключе КРИП-ПНТ и ИП выбирался один и тот же транзистор BUZ90 и параметры силовой части преобразователей согласно таблицы. На рис. 5 показана диаграмма зависимости интегральной мощности рассеивания в электронном ключе для КРИП-ПНТ и ИП от номинальной частоты для ИП (100 кГц) до номинальной частоты для КРИП-ПНТ (1 МГц).

**Выводы.** Разработана методика расчета интегральной мощности рассеивания в электронном ключе КРИП-ПНТ и ИП. Сравнение результатов расчета показывает, что КРИП-ПНТ значительно превосходит (более чем в 5 раз) по энергетическим показателям ИП в широком диапазоне рабочих частот.

1. Денисов Ю.О., Городний А.Н., Зозуля О.М. Розрахунок інтегральної потужності розсіювання в силових ключах ШПП // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – 2009. – №40.

2. Денисов Ю.А., Городний А.Н., Савченко А.В. Моделирование процессов коммутации в КРИП ПНТ с учётом паразитных параметров // Техн. електродинаміка. – 2008. – №1. – С. 87-90.

3. Ли Ф.К. Высокочастотные квазирезонансные преобразователи // ТИИЭР. Тем. вып. «Энергетическая электроника». – Т. 76.– 1988. – № 4. – С. 83– 97.

4. Переверзев А.В., Тимовський А.К., Василенко О.В. Моделирование элементов силовой электроники. – Запоріжжя: ЗДІА, 1998 – 117 с.

УДК 621.314.222.6

**АНАЛІЗ ПОТУЖНОСТІ РОЗСІЮВАННЯ ТРАНЗИСТОРНИМ КЛЮЧЕМ У ПОСЛІДОВНИХ ІМПУЛЬСНОМУ ТА КВАЗІРЕЗОНАНСНОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ**

А.Н. Городний,

Чернігівський державний технологічний університет, вул. Шевченка, 95, Чернігів, 14027, Україна.

Наведено результати розрахунків втрат у електронному ключі у послідовних імпульсному та квазирезонансному перетворювачах постійної напруги, а також методу розрахунку втрат в електронному ключі, з урахуванням його паразитних параметрів. Складено еквівалентні схеми заміщення перетворювачів на всіх етапах їхньої роботи. За цими схемами розраховані динамічні та статичні втрати в електронному ключі. Аналіз проведено у широкому діапазоні частот роботи перетворювачів. Показано значну перевагу по енергетичних показниках послідовних квазирезонансних у порівнянні з імпульсними перетворювачами. Бібл. 5, табл. 1, рис. 5.

**Ключові слова:** електронний ключ, інтегральна розсіювана потужність, імпульсні перетворювачі.

**ANALYZING OF TRANSISTOR SWITCH DISSIPATION POWER IN S EQUENTIAL TYPE SWITCHED-MODE AND QUASI-RESONANT ZERO CURRENT SWITCH CONVERTERS**

A.N.Gorodnyi, Chernihiv State Technological University, Shevchenko str., 95, Chernihiv, 14027, Ukraine.

The results of calculating losses in electronic switch in sequential type switched-mode and zero current switch quasi-resonant power converters, which operate with stable voltage, are shown. Methodic of losses calculation in electronic switch with considering its parasitical parameters is proposed. Equivalent simplified circuits of converters during all phases of operating are composed. In appliance with those circuits dynamic and static losses in electronic switch are calculated. This analyzing had implemented in wide range operating frequencies of converters. The considerable efficiency of energy performance of sequential quasi-resonant compared to pulse converters are shown. References 5, table 1, figures 5.

**Keywords:** electronic switch, integral dissipation power, switched-mode converters.

1. Denisov Yu.O., Gorodnii A.N., Zozulia O.M. Calculation of integral dissipation power in hi-power electronic switches composed of Switched-mode converters. // Visnyk Chernihivskoho Derzhavnoho Tekhnolohichnoho Universtyetu. – 2009. – №40. (Ukr)

2. Denisov Yu.O., Gorodnii A.N., Savchenko A.V. Simulation of commutation processes in quasi-resonant zero current switching with considering its parasitical parameters // Tekhnichna elektrodynamika. – 2008. – №1. – Pp. 87–90. (Rus)

3. Lee F.K. High-frequency quasi-resonant converters. ТИИЭР. Тем. вып. «Power Electronics». – Vol 76.– 1988. – № 4. – P. 83-97. (Ukr.)

4. Pereverzev A.V., Timovskiy A.K., Vasilenko O.V. Simulation of power electronics – Zaporizhzhia: ZDIA, 1998. – 117 p. (Ukr)

5. Sigorskii V.P., Petrenko A.I. Algorithms of electronic circuits analysis. – Moskva: Radio i Sviaz, 1976. – 608 p. (Rus)

Надійшла 10.01.2012

Received 10.01.2012