

Implementation Possibilities of SMD Capacitors for High Power Applications

Janis Zakis (Tallinn University of Technology – TUT) and Dmitri Vinnikov (TUT)

Keywords – Passive component integration, switched-mode power supply, power conditioning, voltage source converter.

I. INTRODUCTION

Capacitors are one of the basic passive elements that significantly affect power density in power electronics [1].

Implementation and comparison of different types of SMD capacitors available in the market for a 1 kW quasi-Z-source inverter (qZSI) based step-up converter (Fig.1) is proposed.

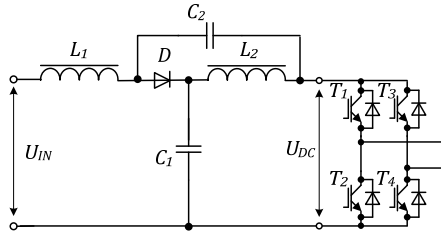


Fig. 1. General circuit diagram used in the experiments.

II. IDEA OF EXPERIMENT

The circuit diagram in Fig.1 consists of a VSI coupled with a qZS-network (C_1 , C_2 , L_1 , L_2 , D). The operation of could be roughly explained by two main power conversion states: voltage boost and power transfer [3].

If the input voltage is equal or higher than the desired DC-link voltage, the converter works in the non-shoot-through mode. If the input voltage drops below the predefined DC-link voltage level, the converter starts to operate in the shoot-through mode. During the shoot-through states the upper and lower switches of one or both phase legs are conducting (i.e., both devices are conducting) [2]. The DC-link voltage across the inverter bridge is the sum of both capacitor voltages, expressed as

$$u_{DC} = U_{C1} + U_{C2} = \frac{1}{1-2 \cdot D_s} \cdot U_{IN}. \quad (5)$$

During the active state, both of the capacitors are connected in series and limit the voltage ripple on the DC-link [3].

Table I shows general operation and component ratings of the proposed DC/DC converter.

According to operation voltage range (100 V) ceramic capacitor “Murata” (GRM32ER72A225K) with a capacitance of 2.2 μ F and Aluminum electrolytic capacitor from

TABLE I
GENERAL OPERATION AND COMPONENT RATINGS

Parameter	Value
Minimal input voltage, $U_{IN(min)}$	40 V
Nominal input voltage, $U_{IN(nom)}$	80 V
Desired DC-link voltage, U_{DC}	80 V
System power rating, P	1000 W
Operation frequency of a qZS-network, f_{qZS}	60000 Hz
Desired voltage ripple across the DC-link	1.4 %
Inductance of inductors L_1, L_2	50 μ H

“Panasonic” (EEEFK2A221AM) with a capacitance of 220 μ F were selected for further study. To obtain 1,4% voltage ripple across DC-link the capacity of one capacitor should be 220 μ F. Since the capacitance of a ceramic capacitor is 2.2 μ F, they were soldered 100 in parallel to obtain 220 μ F.

Fig. 2a presents a PCB where 200 SMD capacitors are soldered to obtain the capacitance of 220 μ F per each qZSI capacitor (C_1 and C_2). Fig. 2b presents a PCB where two 220 μ F electrolytic capacitors (C_1 and C_2) are used.

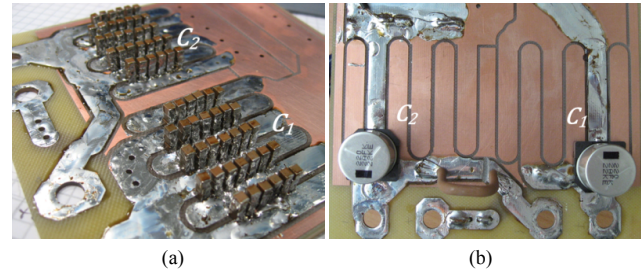


Fig. 2. Capacitances C_1 and C_2 that consist of 200 SMD capacitors (a) and electrolytic capacitors (b).

III. ANALYSIS OF EXPERIMENTAL RESULTS

Fig. 9 presents experimental and theoretical voltage ripple on the DC-link in whole operation range of input voltage U_{IN} .

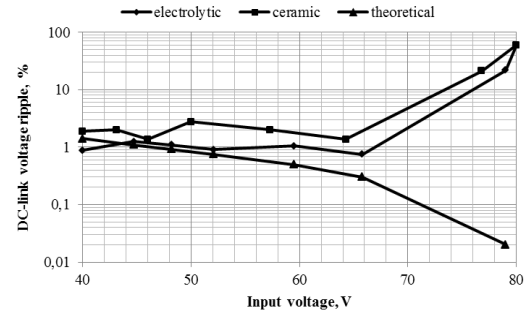


Fig. 9. Dependence of capacitor voltage ripple on the input voltage.

IV. CONCLUSIONS

Experimental operation waveforms in both input voltage extremes showed that no significant visual differences exist in the performance of the two types of capacitors.

Differences in voltage ripple were found between the electrolytic and ceramic capacitor, especially in the capacitor C_2 case. This fact could be caused by high temperature on the electrolytic capacitors when the voltage ripple damping capability decreases. The heat reduction could be achieved by selecting capacitors with smaller impedance and higher permissible ripple current.

REFERENCES

- [1] J.W. Kolar, U. Drofenik, J. Biela, M.L. Heldwein, H. Ertl, T. Friedli, S.D. Round, " PWM Converter Power Density Barriers," presented at 7th Power Conversion Conference PCC '07, Nagoya, Japan 2007.
- [2] Yuan Li; J. Anderson, F.Z. Peng, Dichen Liu, "Quasi-Z-Source Inverter for Photovoltaic Power Generation Systems," presented at 24th Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC 2009.

Virsmas montāžas kondensatoru izmantošanas iespējas spēka elektronikā

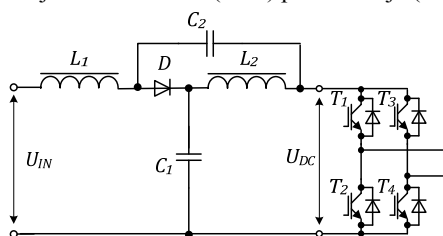
Janis Zakis (*Tallinn University of Technology – TUT*) and Dmitri Vinnikov (*TUT*)

Atslēgvārdi (angl.) – Passive component integration, switched-mode power supply, power conditioning, voltage source converter.

I. IEVADS

Kondensatori ir vieni no pasīvajiem pamatelementiem, kas būtiski ietekmē jaudas blīvumu spēka elektronikā [1].

Rakstā tiek izvērtēta dažādu tirgū pieejamo virsmas montāžas (VM) kondensatoru izmantošanas iespējas 1 kW paaugstinātajā kvazi-Z-avota (kZA) pārveidotājā (1. att.).



1. att. Pārveidotāja shēma, kas izmantota eksperimentos.

II. EKSPERIMENTA IDEJA

Elektriskā shēma, kas redzama 1. att., sastāv no sprieguma avota invertora, kas savienots ar kZA (C_1 , C_2 , L_1 , L_2 , D). Pārveidotāja darbības pamatā ir divi režīmi: enerģijas uzkrāšana un enerģijas pārvade [1].

Ja ieejas spriegums ir vienāds vai lielāks par nominālo līdzstrāvas posma spriegumu, tad pārveidotājs strādā kā klasiskais invertors. Ja ieejas spriegums ir mazāks par nominālo līdzstrāvas posma spriegumu, tad kZA invertors strādā enerģijas uzkrāšanas režīmā (augšējie un apakšējie slēdži vienlaicīgi vada strāvu) [3]. Līdzstrāvas posma spriegums ir abu kondensatoru (C_1 un C_2) spriegumu summa

$$u_{DC} = U_{C1} + U_{C2} = \frac{1}{1-2 \cdot D_S} \cdot U_{IN} \quad (5)$$

Enerģijas pārvades režīmā abi kondensatori ir slēgti virknē, tādējādi ierobežojot sprieguma pulsācijas līdzstrāvas posmā.

1. tabulā doti pārveidotāja galvenie darbības un komponentu parametri. Saskaņā ar atļautā sprieguma diapazonu (100 V) keramiskie kondensatori “Murata” (GRM32ER72A225K) ar kapacitāti 2.2 μF un elektrolītiskie kondensatori “Panasonic” (EEEFK2A221AM) ar kapacitāti 220 μF tika izvēlēti turpmākiem pētījumiem. Lai līdzstrāvas posma sprieguma

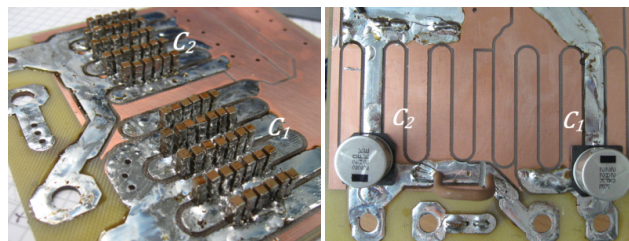
1. TABULA

GALVENIE PĀRVEIDOTĀJA DARBĪBAS UN KOMONENTU PARAMETRI

Parameters	Vērtība
Minimālais ieejas spriegums, $U_{IN(min)}$	40 V
Nominālais ieejas spriegums, $U_{IN(nom)}$	80 V
Nominālais līdzstrāvas posma spriegums, U_{DC}	80 V
Pārveidotāja jauda, P	1000 W
qZA darbības frekvence, f_{qZS}	60000 Hz
Līdzstrāvas posma sprieguma pulsācijas	1.4 %
qZA droselju induktivitāte, L_1, L_2	50 μH

pulsācijas būtu 1.4% robežās, tad viena kondensatora kapacitātei ir jābūt 220 μF . Tā kā viena keramiskā kondensatora kapacitāte ir 2.2 μF , tad, lai iegūtu 220 μF paralēli tika salodēti 100 kondensatori.

2.a att. parādīta spiestā plate (SP), kur salodēti 200 VM kondensatori, kas summā dod 220 μF lielu kapacitāti katram kZA kondensatoram (C_1 un C_2). 2.b att. ir parādīta SP, kur izmantoti divi 220 μF elektrolītiskie VM kondensatori.



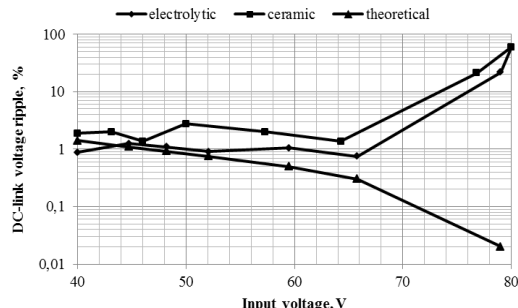
(a)

(b)

2. att. Kapacitātes C_1 un C_2 , kas satāv no 200 keramiskajiem VM kondensatoriem (a) un elektrolītiskajiem kondensatoriem (b).

III. EKSPERIMENTĀLO REZULTĀTU ANALĪZE

Teorētiskās un eksperimentālās sprieguma pulsāciju līknes līdzstrāvas posmā pie dažādiem ieejas spriegumiem ir attēlotas 9. att.



9. att. Sprieguma pulsācijas līdzstrāvas posmā atkarībā no ieejas sprieguma.

IV. SECINĀJUMI

Eksperimentālo rezultātu līknes abos ieejas sprieguma robežgadījumos parāda, ka nav vizuālas atšķirības pārveidotāja darbībā, izmantojot abu tipu kondensatorus.

Sprieguma pulsāciju atšķirības starp abu tipu kondensatoriem galvenokārt tika konstatētas kondensatora C_2 gadījumā. Šo faktu var izskaidrot ar paaugstinātu temperatūru elektrolītiskajos kondensatoros, kā rezultātā krītas sprieguma pulsāciju slāpēšanas spēja. Temperatūras samazināšanu varētu panākt, izvēloties kondensatorus ar mazāku pilno pretestību un lielākām pieļaujamām strāvas pulsācijām.

LITERATŪRA

- [1] J.W. Kolar, U. Drogenik, J. Biela, M.L. Heldwein, H. Ertl, T. Friedli, S.D. Round, " PWM Converter Power Density Barriers," presented at 7th Power Conversion Conference PCC '07, Nagoya, Japan 2007.
- [3] Yuan Li; J. Anderson, F.Z. Peng, Dichen Liu, "Quasi-Z-Source Inverter for Photovoltaic Power Generation Systems," presented at 24th Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC 2009.

О применении конденсаторов поверхностного монтажа в силовых цепях преобразователей

Janis Zakis (Tallinn University of Technology – TUT) and Dmitri Vinnikov (TUT)

Ключевые слова (англ.) – Passive component integration, switched-mode power supply, power conditioning, voltage source converter.

I. ВВЕДЕНИЕ

Известно, что конденсаторы существенно влияют на плотность мощности устройств силовой электроники [1].

В данной статье оценивается применение различных типов конденсаторов поверхностного монтажа в квази-импеданном инверторе (КИИ, Рис. 1) мощностью 1 кВт.

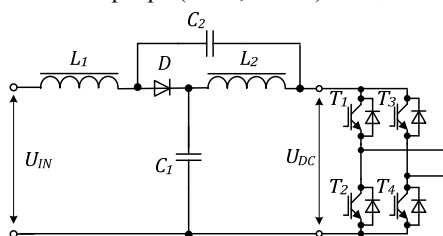


Рис. 1. Общая схема КИИ.

II. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Схема на Рис. 1 состоит из инвертора напряжения в сочетании с квази-импедансной цепочкой (C1, C2, L1, L2, D). Работа преобразователя состоит из двух этапов: накопление энергии и передача мощности в сеть [1]. Если входное напряжение равно или выше, чем заданное напряжение звена постоянного тока (ЗПТ), преобразователь работает без перекрытия транзисторов. Если же входное напряжение ниже, преобразователь работает с перекрытием. В состоянии перекрытия оба ключа одной или обеих фаз [2]. Тогда напряжение ЗПТ – это сумма напряжений на конденсаторах, равная

$$u_{DC} = U_{C1} + U_{C2} = \frac{1}{1-2 \cdot D_S} \cdot U_{IN}. \quad (5)$$

В активном состоянии C1 и C2 соединены последовательно и оба ограничивают пульсации напряжения в ЗПТ [3].

В Таблице 1 приведены общие параметры и значения компонентов исследуемого КИИ. Для напряжения 100 В для сравнения были выбраны керамические конденсаторы "Murata" емкостью 2,2 мкФ (GRM32ER72A225K) и алюминиевые электролитические конденсаторы "Panasonic" емкостью 220 мкФ (EEEFK2A221AM).

ТАБЛИЦА 1

ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ И ЗНАЧЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ

Параметр	Значение
Минимальное входное напряжение, $U_{IN(min)}$	40 V
Номинальное входное напряжение, $U_{IN(nom)}$	80 V
Заданное напряжение звена постоянного тока, U_{DC}	80 V
Мощность преобразователя, P	1000 W
Частота работы квази-импедансной цепочки, f_{qzs}	60000 Hz
Допустимые пульсации напряжения в звене ПТ	1,4 %
Индуктивность дросселей L_1 , и L_2	50μH

Чтобы ограничить пульсации напряжения в цепи постоянного тока на уровне 1,4%, емкость каждого конденсатора должна быть 220 мкФ. Так как емкость выбранных керамических конденсаторов составляет 2,2 мкФ, было спаяно параллельно 100 конденсаторов (Рис. 2а). Рис. 2б представляет собой печатную плату, где используются два электролитических конденсатора (C1 и C2) по 220 мкФ каждый.

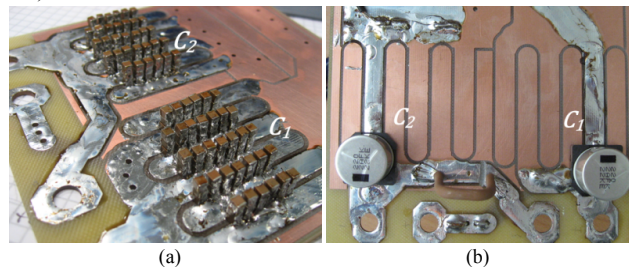


Fig. 2. Сборка керамических конденсаторов (а) и электролитические конденсаторы (б).

III. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

На Рис. 3 показаны экспериментальные и теоретические значения пульсаций напряжения на звене постоянного тока во всем диапазоне входного напряжения U_{IN} .

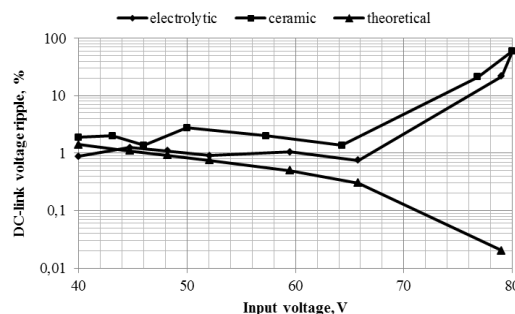


Рис. 3. Зависимость пульсаций напряжения на конденсаторе от входного напряжения.

Из Рис. 3 видно, что существенных различий в работе двух типов конденсаторов не имеется.

IV. ВЫВОДЫ

Незначительные различия в пульсации напряжения можно заметить между электролитическим и керамическим конденсатором, особенно в случае конденсатора C2. Этот факт может быть вызван высокой температурой на электролитических конденсаторах, когда уменьшается демпфирование пульсаций напряжения. Сокращение может быть достигнуто путем выбора конденсаторов с меньшим сопротивлением и большим допустимым током пульсаций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] J.W. Kolar, U. Drogenik, J. Biela, M.L. Heldwein, H. Ertl, T. Friedli, S.D. Round, " PWM Converter Power Density Barriers," presented at 7th Power Conversion Conference PCC '07, Nagoya, Japan 2007.
- [3] Yuan Li; J. Anderson, F.Z. Peng, Dichen Liu, "Quasi-Z-Source Inverter for Photovoltaic Power Generation Systems," presented at 24th Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC 2009.