

IGBT pŮlmŮstek 3,3kV 1,5kA

Marek Stejskal

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni
marek88@rice.zcu.cz

IGBT halfbridge 3,3kV 1,5kA

Abstract – In this paper, 3,3kV 1,5kA halfbridge, which is suitable for testing soft and hard switching losses, saturation voltage, and different configuration of LLC converter with medium frequency transformer, is mentioned. The halfbridge is suitable for short time testing with voltage up to 1,9kV, current up to 1,5kA and frequency up to 18kHz considering cooling abilities.

Keywords – IGBT; Halfbridge; Driver; Medium frequency transformer; Switching losses; LLC;

I. ÚVOD

V tomto příspěvku je popsána konstrukce 3,3kV 1,5kA IGBT pŮlmŮstku, který je vhodný pro testování spínacích ztrát jak při tvrdém tak při měkkém spínání, testování saturačního napětí, testování různých konfigurací LLC měniče se středofrekvenčním transformátorem a různých typů budičů. PŮlmŮstek je vhodný pro krátkodobé testování do napětí 1900V DC, proudu maximálně do 1,5kA a spínací frekvence 18kHz dle možností chlazení.

II. KONSTRUKCE

PŮlmŮstek je tvořen chladičem Semikron 41123800/05 o rozměrech 300x215x75mm na kterém jsou přišroubovány 2ks IGBT Semikron FZ1500R33HE3 v pouzdrech IHM-B o maximálním napětí 3,3kV a proudu 1,5kA s optickými budiči CONCEPT 1303 1SP0635V2M1 viz. schéma. Chladič je chlazen ventilátorem Semikron 30113962-SKF16B-230-01. Tranzistory jsou propojeny měděnými plechy o tloušťce 1,5mm které tvoří bus-bary. Fázový vývod je uprostřed a je tvořen plechem o rozměru 265x135mm. Meziobvod je tvořen bus-bary s rozměry 425x265mm. Mezi bus-bary se nachází plexisklová izolace o rozměrech 500x300x4mm. Na bus-barech je umístěno 9 svitkových polypropylénových kondenzátorů se šroubovými vývody 35 μ F 1900V AVX FFVE6N0356K7X s možností napěťového přetížení. Na bus-barech je dodržována minimální izolační vzdálenost 5mm. Bus-bary spolu s kondenzátory tvoří jednotný samonosný blok, který je poté přišroubován pomocí šesti šteflů M8x100mm přímo na vývody výkonových tranzistorů, které slouží jak jako vodič proudu tak plní funkci mechanického upevnění. Vzdálenost mezi sendvičem DC obvodu a IGBT tranzistorů lze nastavit pro použití různě rozměrných proudových a napěťových sond. Kondenzátory stejnosměrného obvodu mají funkci akumulací kapacity o celkové velikosti 315 μ F stejně tak jako funkci snubberů. Pro vybíjení je použito 10 drátových rezistorů 39k Ω 2W sériově zapojených. Výše uvedený pŮlmŮstek je možné používat pro měření při napětí meziobvodu do 1,9kV a proudu do 1,5kA při frekvencích do 18kHz. PŮlmŮstek lze upravit pro využití pouze části modulu IGBT, který je tvořen třemi částmi z nichž každá obsahuje osm čipů s IGBT a externími diodami. To umožní

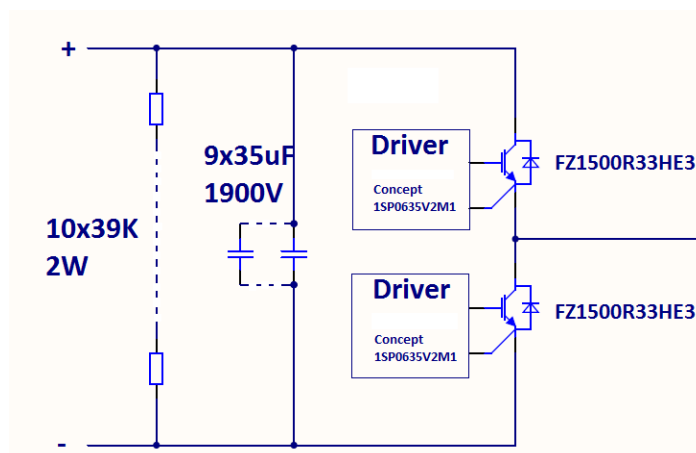
simulaci vyššího proudového zatížení. Úprava lze realizovat použitím pouze jednoho propojovacího šteftu na tranzistor pro vedení proudu, ostatní budou tvořit pouze mechanickou podporu za použití silonových botek. Bude tedy využita pouze třetina tranzistoru.



Obrázek I. Pohled z vrchu



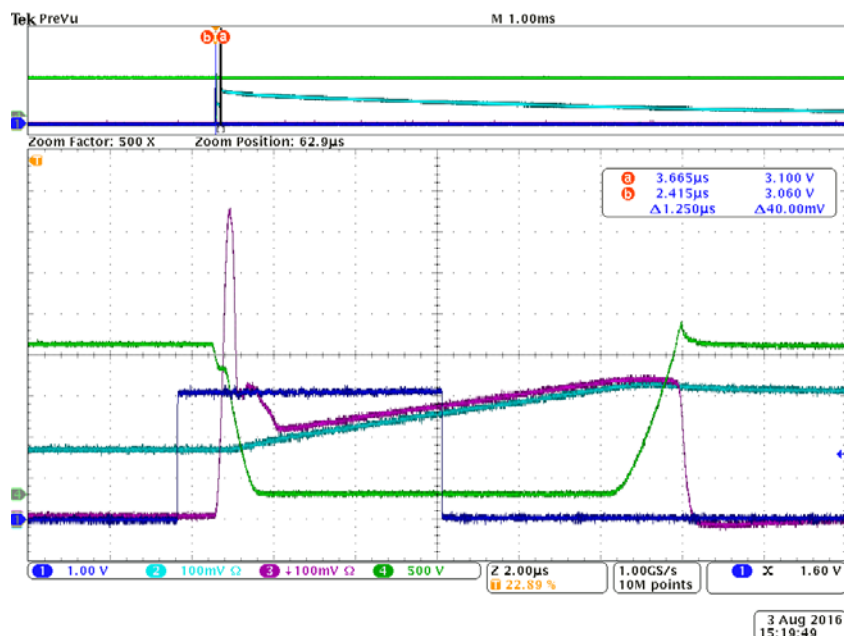
Obrázek II. Pohled zepředu



Obrázek III. Schéma půlmůstku

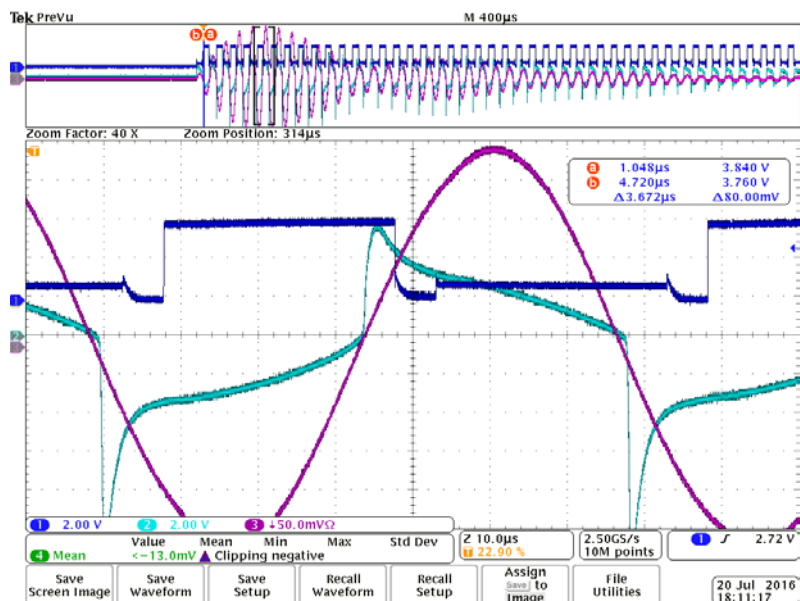
III. MĚŘENÍ

Jak bylo zmíněno, pŕlmŕstek lze využít pro rŕzná mĚření. Pro mĚření spínacích ztrát IGBT při tvrdém spínání je mezi fázi a minus pól pŕipojena indukčnost 0,5mH a spínací ztráty se poté mĚří pomocí double pulse testu. Ztráty lze poté určit jako časový integrál součinu napĚtí a proudu. ObdobnĚ lze mĚřit saturační napĚtí tranzistoru při tvrdém spínání. Tato konfigurace lze tĚž použít pro mĚření zpoždĚní při zapnutí a vypnutí IGBT pro nastavení mŕtvých časŕ.



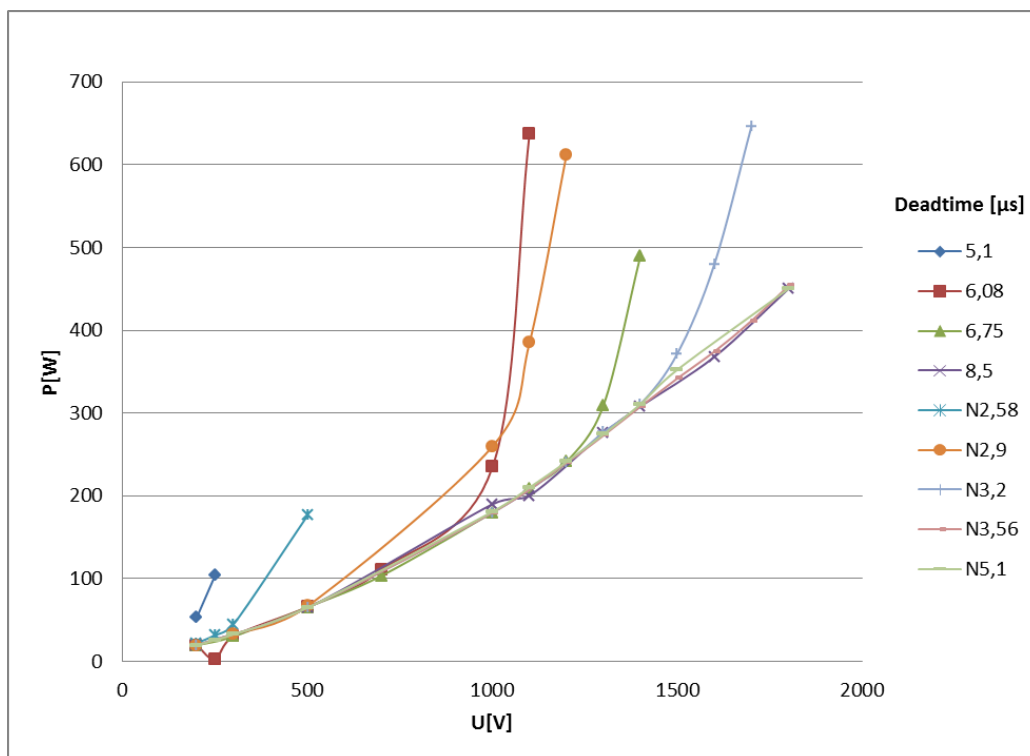
Obrázek IV. MĚření ztrát IGBT 1:spínací pulz 2: I_l [1A/mV] 3: I_{ce} [1A/mV] 4: U_{ce} [V]

Pro mĚření spínacích ztrát při mĚkkém spínání je mezifází a minus pŕipojen LLC mĚnič s mezifrekvenčním transformátorem s usmĚřovačem na sekundární stranĚ a (elektronickou) zátĚží. Pro mĚření saturačního napĚtí IGBT a ŕbytku napĚtí na diodĚ je vhodnĚ použít jeden trvale sepnutý tranzistor v sĚrii s LLC mĚničem jelikož je poté možnĚ použít nízkonapĚťovou sondu pro pŕesnĚjší mĚření.



Obrázek V. MĚření Saturačního napĚtí 1:spínací pulz 2: U_{sat} [V] 3: I_{ce} [1A/mV]

Dále byla měřena spotřeba pŕlmŕstku ze stejnosmĕrnĕho obvodu s odpojenou fází v závislosti na napĕtí, deadtime a pro variantu s $R_{g_{on}}=0,75\Omega$ a $R_{g_{off}}=3,4\Omega$ a variantu s $R_{g_{on}}=0,5\Omega$ a $R_{g_{off}}=1,8\Omega$.



Obrázek VI. Mĕření spotřeba naprázdno pro $R_{g0,75}$ a $3,5\Omega$ a $R_{g0,5}$ a $1,8\Omega$ (N)

IV. ZÁVĚR

S pomocí sestavenĕho pŕlmŕstku lze mĕřit vlastnosti použitĕch výkonovĕch součástek a budičŕ při napĕtí v meziobvodu do 1,9kV a 1,5kA -spínací ztráty při mĕkkĕm a tvrdĕm spínání, stejnĕ tak jako saturační napĕtí, testovat vliv mrtvĕch časŕ a rŕznĕch velikosti R_g na ztráty. Pŕlmŕstek lze dále použit pro testování LLC mĕničŕ se stredofrekvenčním transformátorem.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentskĕch vĕdeckĕch konferencí SVK-2016-006 a projektu CKDV.

LITERATURA

- [1] https://igbtdriver.power.com/sites/default/files/product_document/application_manual/1SP0635_Manual (3.11.2016)
- [2] http://www.infineon.com/dgdl/Infineon-FZ1500R33HE3-DS-v03_01-en_de.pdf?fileId=db3a304314dca389011527dfc61411c3 (3.11.2016)