

ANALISIS KINERJA FLYBACK CURRENT-FED PUSH-PULL DC-DC CONVERTER PADA MODE BUCK

Mohammad Taufik¹⁾, Bernard Y Tumbelaka²⁾, Taufik³⁾

^{1),2)}Departemen Teknik Elektro, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang km.21, Jatinangor, Jawa Barat

³⁾Electrical Engineering Department, Cal Poly State University
San Luis Obispo, California, USA
Email : m.taufik@unpad.ac.id

Abstrak. *Flyback current-fed push-pull DC-DC Converter berfungsi untuk mengontrol tegangan yang ditransfer dari input ke output. Penelitian ini telah melakukan pemodelan, simulasi, dan analisis terhadap kinerja Flyback current-fed push-pull DC-DC Converter pada mode Buck. Converter menggunakan empat buah dioda. Parameter desain yaitu tegangan input 220V, tegangan output 50V, dan daya output 208W. Simulasi dilakukan pada duty cycle (D) < 50%, yaitu 42,05%. Hasil simulasi menunjukkan tegangan output sebesar 50V seperti yang diharapkan. Bentuk gelombang arus flyback sesuai dengan prediksi teoritis. Arus primer meningkat ketika setiap switch aktif. Analisis menunjukkan kinerja converter sebagai solusi untuk memecahkan masalah fungsi transfer pada mode Buck.*

Kata kunci: *DC-DC converter, Weinberg topology, push-pull, flyback, current-fed.*

1. Pendahuluan

Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk dikonversi menjadi energi listrik saat ini sedang berkembang pesat. Hal ini disebabkan kebutuhan listrik yang terus meningkat dan persediaan energi fosil yang semakin berkurang. Salah satu masalah pemanfaatan EBT adalah tegangan output yang dihasilkan tidak stabil. Hal ini akan mengakibatkan pemakaian kurang optimal dan dapat mempercepat kerusakan alat-alat elektronik. Sebagian besar listrik yang dihasilkan adalah listrik DC. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dikembangkan *DC-DC Converter* yang mampu menstabilkan tegangan output.

Penelitian ini telah berhasil memodelkan, mensimulasikan, dan menganalisis salah satu tipe *DC-DC Converter* yaitu *Flyback current-feed push-pull* pada *mode Buck*. Tipe *DC-DC converter* seperti *Buck*, *Boost*, *Flyback* dan *Push-Pull* berfungsi untuk mengontrol tegangan yang ditransfer dari input ke output. Contohnya seperti *Buck Current-Fed Push-Pull* dan *Flyback Current-Fed Push-Pull (FCPP)* menerapkan induktor masukan yang besar untuk memberikan arus konstan sebaik mungkin. Makalah ini berfokus pada operasi dan penggunaan *Flyback Current-Fed Push-Pull* pada *mode Buck*.

Ketidakseimbangan fluks akan menyebabkan kejenuhan yang merupakan kelemahan utama dari *Push-Pull converter* standar dan sering merusak salah satu dari dua saklar. Induktor *Flyback* dalam topologi *FCPP* memberikan perlindungan arus [1] dan memungkinkan arus ini dipantau melalui setiap saklar yang memaksa pulsa arus di kedua saklar memiliki amplitudo yang sama. Keuntungan lain dari *FCPP* memiliki aplikasi koreksi faktor daya [2], mengurangi ketegangan tegangan pada saklar, dan perlindungan terhadap lonjakan arus [3]. Saat ini, fokus penelitian telah memanfaatkan *FCPP Converter* untuk digunakan sebagai modul regulator baterai *discharge* pada satelit komunikasi daya tinggi [4-7].

2. Pembahasan

Dalam *mode* operasi *Buck* ($D < 0,5$), sirkuit mengalami siklus 4-tahap, sebagai berikut :

Tahap 1: Awalnya, saklar S1 diaktifkan dan arus mengalir seperti pada gambar 1 (A). Dalam tahap ini arus *push-pull winding* primer (L2p1) meningkat dan arus ini dipantulkan oleh *winding* sekunder (L2s2) dengan rasio bergantian. Energi dipasok ke beban melalui transformator *push-pull*; tambahan energi ini disimpan dalam cabang *flyback* termagnetisasi yang melalui L1p.

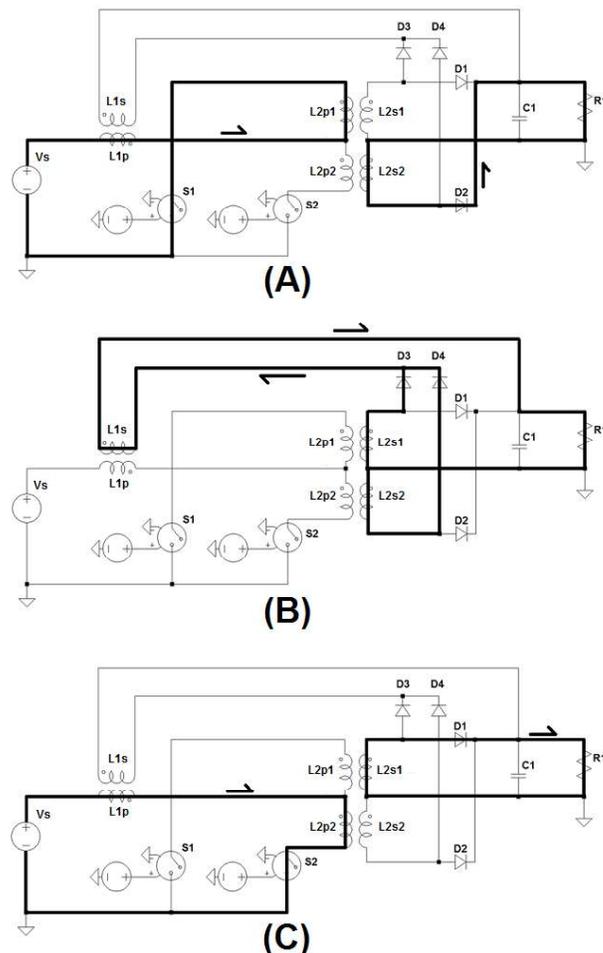
Tahap 2: Saklar S1 dimatikan dan sirkuit pengganti seperti pada gambar 1 (B); tidak ada arus mengalir melalui *push-pull winding* primer. Energi yang tersimpan dalam cabang *flyback*

termagnetisasi sekarang dipantulkan ke *winding* sekunder ($L1s$), dan *supply* arus ke beban. Perpecahan arus ini sama dengan yang melalui *push-pull winding* sekunder dan $D3$ dan $D4$. Karena arus menghasilkan fluks yang sama dan berlawanan arah, maka tidak ada arus yang dipantulkan ke *push-tarik winding* primer.

Tahap 3: Pada waktu $T/2$ saklar $S2$ dihidupkan dan arus mengalir seperti pada gambar 1 (C). Arus mengalir melalui *push-pull winding* primer, tapi kali ini melalui $L2p2$. Arus ini dipantulkan ke $L2s1$ dan mengumpukan beban.

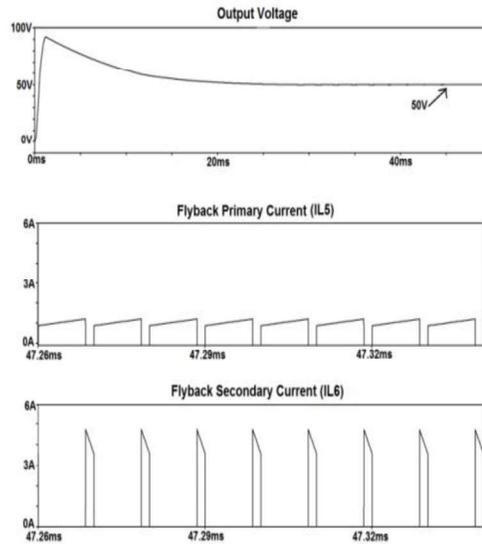
Tahap 4: Saklar $S2$ dimatikan dan sirkuit pengganti seperti pada gambar 1 (B). Tahap ini beroperasi persis sama seperti Tahap 2.

Dalam tahap 1 dan 3, *converter* beroperasi seperti *push-pull* dengan kemampuan menyimpan energi dalam cabang *flyback* termagnetisasi. *Converter* ini unik karena energi yang disimpan dikirimkan ke beban ketika kedua saklar mati.



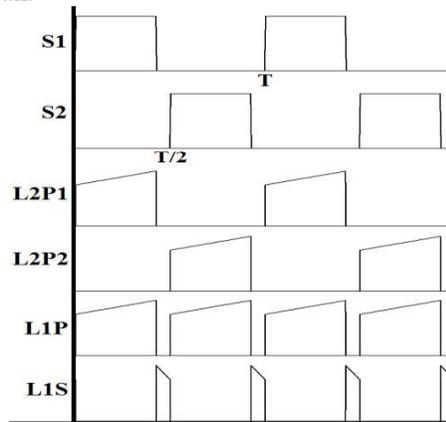
Gambar 1. Aliran arus untuk *mode* operasi *buck* ketika saklar 1 on (A), kedua saklar off (B), dan kedua saklar on (C)

Topologi *converter* yang disimulasikan diperlihatkan pada gambar 2. *Converter* ini menggunakan empat dioda output, yaitu transformator *push-pull*, transformator *flyback*, dan dua *switch* primer. $L1p$ dan $L1s$ merepresentasikan transformator *flyback*, sementara $L2p1$, $L2p2$, $L2s1$ dan $L2s2$ merepresentasikan transformator *push-pull*. Untuk tetap dalam *continuous conduction mode* (CCM), diasumsikan bahwa kedua transformator memiliki *turns ratio* yang sama ($n1/n2=n3/n4= N$).



Gambar 4. Bentuk Gelombang Simulasi pada *mode Buck*

Siklus yang dihitung sebesar $D = 42.05\%$ dan waktu untuk setiap saklar $8.41 \mu\text{s}$, yang digunakan untuk menghasilkan tegangan output 50 V . Hasil simulasi pada gambar 4 menunjukkan tegangan output *steady-state* pada 50 V , seperti yang diharapkan. Bentuk gelombang pada saat *flyback* juga sesuai dengan prediksi teoritis (gambar 5). Arus primer $IL5$ meningkat ketika setiap saklar aktif; ketika setiap saklar mati, arus ini dinyatakan oleh *winding* sekunder ($L6$) pada rasio $3,7$, dan berkurang karena pasokan beban.



Gambar 5. Bentuk Gelombang Teoritis pada *mode Buck*

3. Simpulan

Desain *Flyback Current-Fed Push-Pull DC-DC converter* pada *mode Buck* mampu menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan fungsi transfer. Simulasi memberikan bentuk gelombang arus *steady state* yang mendukung analisis. Dalam *mode buck*, dengan siklus $42,05\%$ diperoleh tegangan output 50V sesuai dengan yang diharapkan. Hasil simulasi menunjukkan sesuai dengan perhitungan teoritis.

Daftar Pustaka

- [1] E. Maset, A. Ferreres, J.B. Ejea, E. Sanchis Kilders, J. Jordan, and V. Esteve, "5kW Weinberg Converter for Battery Discharging in HighPower Communication Sattelites," *IEEE PESC '05*, 2005, pp. 69-75.
- [2] G. V. T. Bascope and I. Barbi, "Isolated Flyback-Current-Fed Push-Pull Converter for Power Factor Correction," *IEEE PESC '96*, vol. 2, 1996, pp.1184-1190.

- [3] D. A. Ruiz-Caballero and I. Barbi, "A New Flyback-Current-Fed PushPull DC-DC Converter," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 14, no. 6, 1999, pp. 1056–1064.
- [4] W. Lei, Y. Li, "Small-signal Modeling and Analysis of the Weinberg Converter for High-Power Satellites Bus Application," *Chinese Journal of Electronics*, vol. 1 8, issue 1, 2009, pp. 171 - 176.
- [5] W. Lei, W. Chenan, H. Bo, "Modeling Analysis and Study of the Weinberg Converter with Current Programming Control for Space Application," *European Space Agency*, 2008.
- [6] E. Maset, J.B. Ejea, A. Ferreres, E. Sanchis Kilders, J. Jordan, and V. Esteve, "High Efficiency Weinberg Converters for Battery Discharging in Aerospace Application," *APEC '06*, 2006.
- [7] S.K. Mazumder, K. Acharya, C.M. Tan, "Design of an All-SiC Parallel DC/DC Weinberg Converter Unit Using RF Control," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 23, no. 6, 2008, pp. 2894-2904