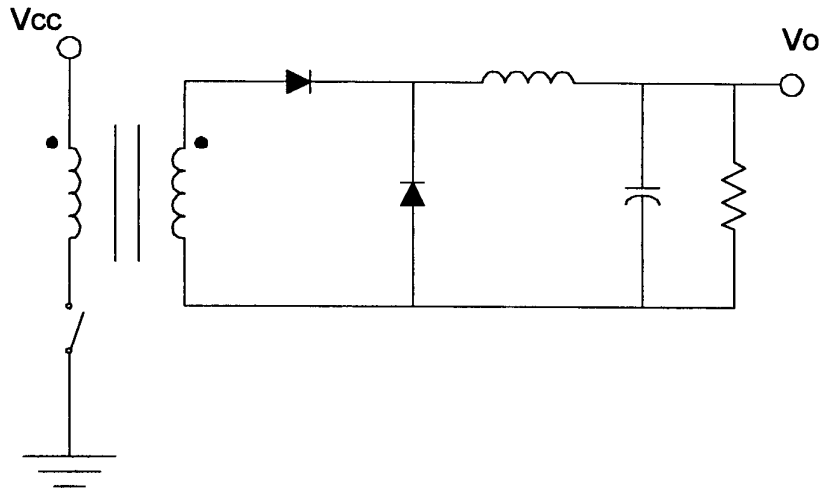
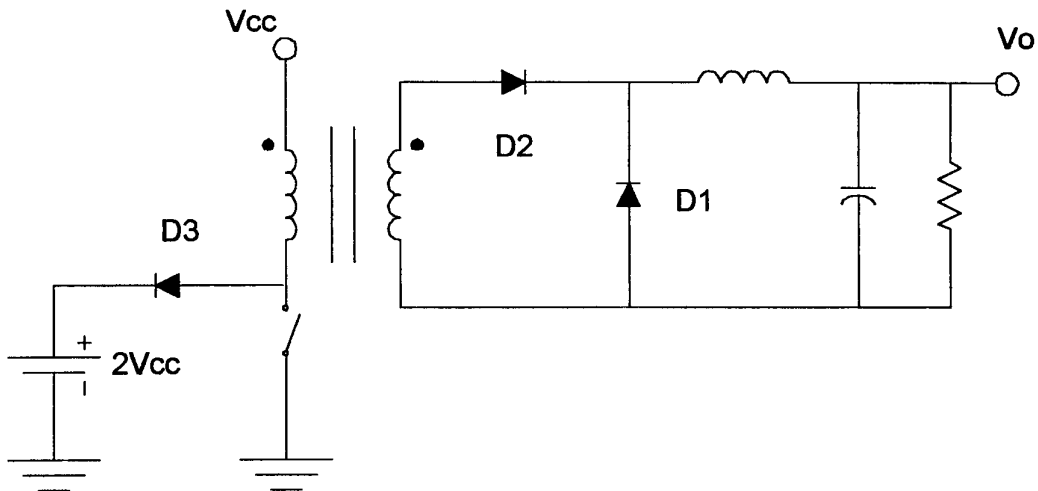


ממיר forward

זהו ממיר המבוסס על ממיר מסוג buck עם תוספות מסוימות וצורתו היא :



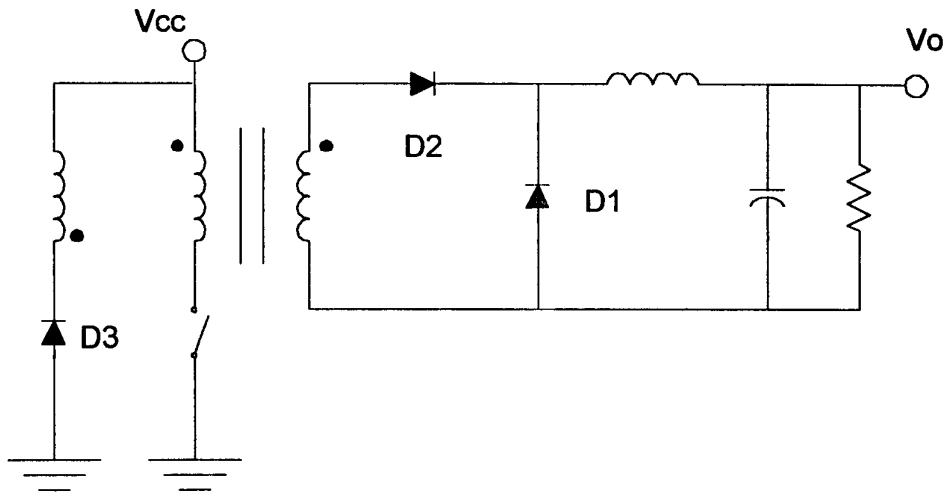
הממיר הנ"ל פועל בדיוק באותה שיטה שפועל ממיר ה-buck כאשר בכניסה לממיר ישנו שנאי, והמתח לממיר מסופק דרך השנאי ביחס השווה $1:N$ כלומר במשך T_{on} מופיע בכניסה לממיר $N \cdot V_{cc}$ (בד"כ קטן ממתח הכניסה). בממיר מסוג זה עלינו לבצע reset לשנאי ע"מ שהשנאי לא יישרף, כלומר עלינו להקפיד שהברזל לא יכנס לרוויה, משום כך מוסיפים לממיר תוספת קטנה שתפקידה לעשות reset לשנאי. המעגל המתוקן יראה כך :



המעגל המתוקן פועל בצורה הבאה :

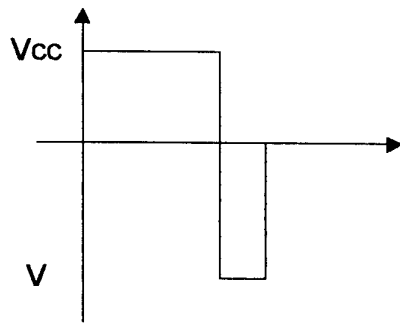
1. במשך T_{on} המפסק סגור (הדיודה D3 לא מוליכה) ולכן המתח על הסליל הראשוני של השנאי הוא V_{cc} ולכן במשני ישנו מתח $N \cdot V_{cc}$
2. בזמן t_1 המפסק נפתח ומרציפות השדה בשנאי הזרם ממשיך לזרום דרך הדיודה D3 שנפתחת ועל הסליל ייפול עכשיו $-V_{cc}$ ובכך יתבצע ה- reset לשנאי. הדיודה D2 משמשת לניתוק הממיר מן השנאי בזמן T_{off} ע"מ שהממיר לא יזון במתח שלילי. אין כל בעיה בניתוק הזרם המשני משום שנשמרת הרציפות בשטף. ישנה בעיה בממיר מסוג זה משום שעלינו להשתמש בשני מקורות מתח דבר שמייקר את הממיר.

בגלל בעיה זו נהוג להשתמש בממיר הבא :



הייחוד בממיר זה נובע מהעובדה שבממיר זה ממחזרים את האנרגיה כלומר כאשר המתח ב-on האנרגיה $\frac{LI^2}{2}$ נאגרת בסליל השלישי של השנאי מן המקור, וכאשר המתג נפתח האנרגיה מוחזרת למקור, אופן הפעולה של המעגל הזה דומה לאופן הפעולה של המעגל הקודם, פרט לאופן ביצוע ה- reset, במעגל זה ה reset מתבצע ע"י סליל שלישי, כאשר המתג נפתח המתח על הסליל הראשון מתהפך וכתוצאה מכך מתפתח מתח הפוך על N3 שפותח את הדיודה D3 והמתח שהתפתח על N3 (בגלל קוטביותו ההפוכה) עושה reset לשנאי.

נייח כעת וברצוננו לעבוד ב Duty Cycle מסוים נייח לשם הדוגמא $D=0.75$ אזי עלינו לדאוג לכך שהמתח הממוצע בשנאי יהיה אפס



$$V_{cc} \cdot 0.75 = V \cdot 0.25$$

$$V = 3V_{cc}$$

לכן יחס הליפופים n1:n3 צריך להיות 3:1 משום שהסליל 3 נקטם למתח V_{cc} ועליו לקטום את סליל 1 ל $3V_{cc}$
 *הדרישה למתח ממוצע אפס יכולה לגרום למתחים רגעיים גדולים מאוד אם עובדים ב Duty Cycle גדול.

הקשר בין Duty cycle לבין יחס הליפופים

הזרם הזורם בסליל (1) הוא :

$$\left(\frac{V_{cc}}{L_1}\right) T_{on} = I_{L1}$$

$$I_{L1} = \frac{V_{cc}}{\left(\frac{N_1^2 \mu A}{l}\right)} T_{on} = I_{pk1}$$

כאשר המתג נפתח . עפ"י היחס

$$N_3 I_3 + N_1 I_1 = 0$$

נקבל

$$I_{pk3} = I_{pk1} \frac{N_1}{N_3}$$

ולכן ישנה פריקה

$$\frac{V_{cc}}{L_3} T_{off} = \frac{N_1}{N_3} I_{pk1}$$

ולכן ניתן לכתוב

$$\frac{N_1}{N_3} \left(\frac{V_{cc}}{\frac{N_1^2 \mu A}{l}} T_{on} \right) = \frac{V_{cc}}{\frac{N_3^2 \mu A}{l}} T_{off}$$

$$T_{on} \frac{1}{N_1^2} \frac{N_1}{N_3} = \frac{1}{N_3^2} T_{off}$$

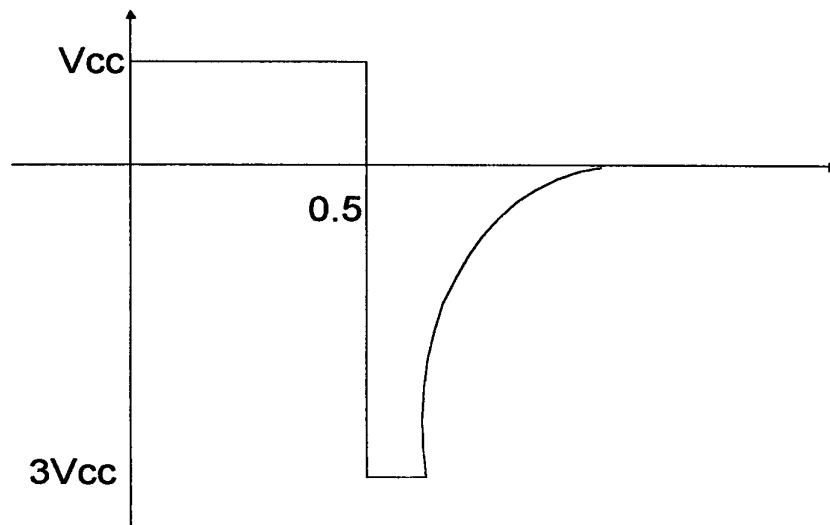
כלומר לסיכום

$$\frac{N_3}{N_1} = \frac{T_{off}}{T_{on}}$$

אם נחזור לדוגמא שלנו עם $Duty\ cycle = 0.75$

$$\frac{N_1}{N_3} = \frac{0.75}{0.25} = 3$$

נניח עתה כי אנו עובדים ביחס ליפופים $\frac{N_1}{N_3} = 3$ אבל ב $D=0.25$ אזי נקבל את הגרף הבא:



כמובן שהדרישה שהמתח הממוצע יהיה אפס לכן $S1=S2$ וזאת משיקולי אנרגיה. כלומר התוצאה שנקבל תהיה זמן T_{off} אפקטיבי הקטן מ T_{off} המקורי.

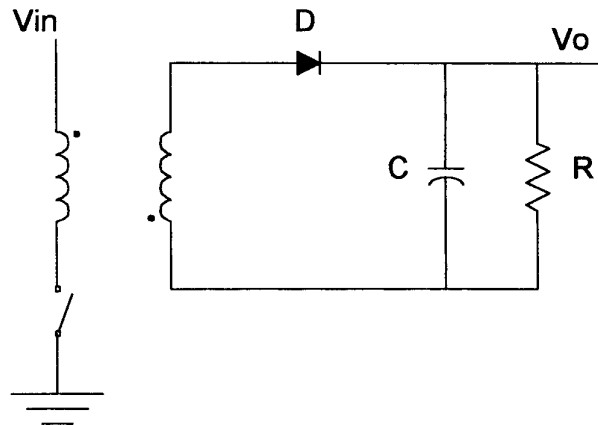
טופולוגית ה Forward מאוד פופולרית ויחס התמסורת בה הוא :

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{N_2}{N_1} D$$

כלומר תמסורת Buck עם תוספת של תמסורת השנאי .
ניתן לראות כי עי"י שינוי יחס הליפופים בשנאי ניתן לשנות את תמסורת המעגל.

• אם נתון D ויחס הליפופים N1:N3 אזי אם נגדיל את D יהיה הכרחי להגדיל את יחס הליפופים כך ש $N3 < N1$ ע"מ לבצע reset לשנאי, דבר הכרחי לפעולה תקינה של השנאי.

FLYBACK



טופולוגיה זו דומה בעיקרה לטופולוגיה ה-Buck - Boost אך במקרה זה אין סליל, וזהו יתרון מבחינת המחיר (אנו משיגים בידוד דרך הסליל שמשמש גם לממיר, שלא כמו ב forward בו שנאי שימש לבידוד וסליל נוסף שימש לממיר) בטופולוגיה זו מנצלים את העובדה שניתן לאגור אנרגיה בסליל, ולכן בחלק מהמחזור נאגור אנרגיה ובחלק מחזור שני נעביר את האנרגיה למוצא.

פעולת הממיר

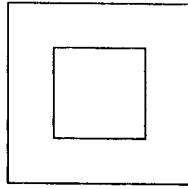
ידוע כי ההשראות בסליל היא :

$$L = \frac{N^2 A \mu}{l}$$

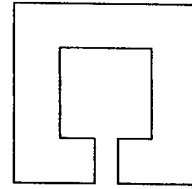
ולכן נוכל לכתוב

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{\frac{N_1^2 A \mu}{l}}{\frac{N_2^2 A \mu}{l}} = \frac{N_1^2}{N_2^2}$$

חשוב להבין כי הצימוד בין הסלילים בממיר אינו מהווה שנאי, ולכן ניתן לאגור אנרגיה, במקרה והצימוד הינו שנאי לא צהיה אגירת אנרגיה. ההבדל העקרוני בין גוף המשמש לסליל לבין גוף המשמש לשנאי היא מרווח האויר

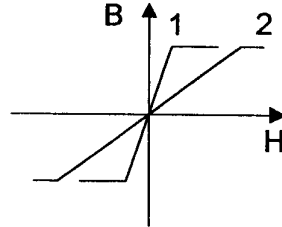


גוף המשמש לשנאי



גוף המשמש לסליל

את ההבדל בין שני הגופים ניתן להסביר כך :



אם μ גדול אזי מגיעים מהר לרוויה, דבר שהוא אינו רצוי בסליל ולכן עלינו להקטין את μ וע"י כך לקבל שיפוע קטן יותר ומכאן שהברזל לא יכנס מהר לרוויה כאשר המתג סגור הדיודה קטועה והסליל אוגר אנרגיה, כאשר המתג נפתח האנרגיה עוברת מן הסליל דרך הדיודה למוצא. נמצא כעת את התמסורת בין V_{in} ל V_{out} בשני דרכים

דרך ראשונה ע"י ΔI

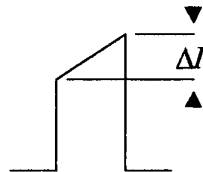
בראשוני

$$\Delta I = \frac{V_{in}}{L_1} T_{on}$$

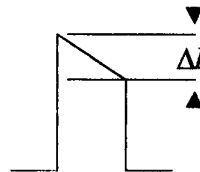
במשני

$$\Delta I = \frac{V_o}{L_2} T_{off}$$

צורת הזרם בסלילים היא :



ראשוני



משני

כמוכן שע"מ להשוות בין שני ΔI בראשוני ובמשני עלינו לקחת בחשבון את יחס הליפופים

$N_1:N_2$ ומכאן ש

$$\left(\frac{V_{in}}{L_1} T_{on}\right) \cdot N_1 = N_2 \cdot \left(\frac{V_o}{L_2} T_{off}\right)$$

ולכן

$$\frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{T_{on}}{T_{off}} = \frac{D_{on}}{D_{off}}$$

אם נציב את הנוסחא

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

נקבל

$$\frac{V_o}{V_{in}} \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \left(\frac{N_2}{N_1}\right) = \frac{D_{on}}{D_{off}}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} \cdot \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{D_{on}}{D_{off}}$$

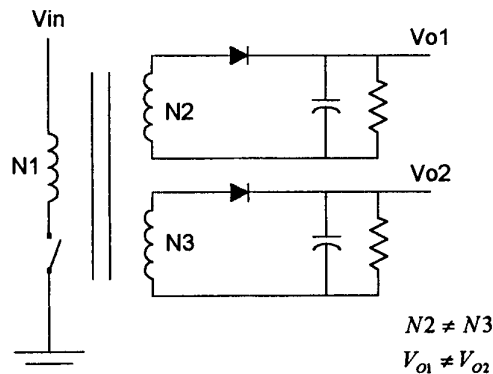
ולכן מקבלים פוני התמסורת של הממיר :

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{D_{on}}{D_{off}}$$

כלומר אם נתון לנו V_{in}, v_o וה $Duty Cycle$ נוכל לבחור יחס ליפופים שיתאים לדרישות.

יתרון חשוב של flyback הוא שניתן להעביר דרך אותה ליבה מס' סלילים וע"י בחירת מס'

ליפופים שונה לקבל מס' ממירים כך שכל אחד יהיה בעל מתח מוצא שונה



ניתן לעשות דבר דומה בממיר ה forward

