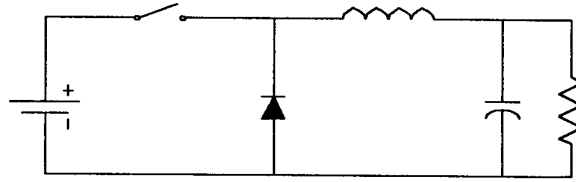


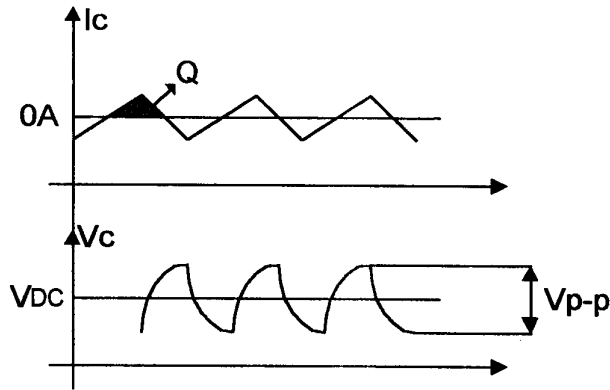
Ripple האדווה ביציאה

נתון ממיר BUCK



;

נחשב עבורו את ה Ripple במוצא (כלומר על העומס). נסתכל על הקבל



עלינו למצוא V_{p-p} אידוע כי

$$\frac{dv}{dt} = \frac{I}{C}$$

$$V = \frac{1}{C} \int I \cdot dt$$

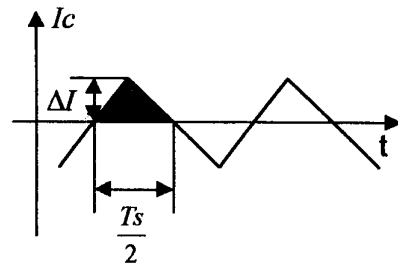
אם

$$V_{p-p} = \Delta V$$

אזי ניתן לרשום

$$\Delta V = \frac{\Delta Q}{C}$$

נסתכל בשרטוט הבא



ΔQ הוא השטח מתחת לעקום של הזרם לכן

$$\Delta Q = \frac{\frac{\Delta I}{2} \cdot \frac{T_s}{2}}{2} = \frac{\Delta I \cdot T_s}{8}$$

ומכאן

$$\Delta V = \frac{\Delta I \cdot T_s}{8C}$$

• בחישוב ה Ripple צריך לקחת בחשבון את המתח שנופל על RSE

דוגמא

נתונים :

$$\Delta I = 1A$$

$$C = 47\mu F$$

$$T_s = 10\mu s$$

$$ESR = 10m\Omega$$

דרוש לחשב ΔV

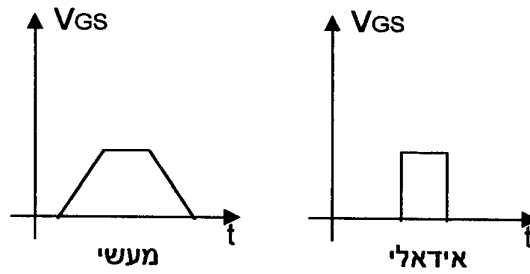
$$\Delta V_C = \frac{1A \cdot 10\mu s}{8 \cdot 47\mu F} = 25mV$$

$$\Delta V_{ESR} = 10m\Omega \cdot 1A$$

$$\Delta V = 10mV + 25mV = 35mV$$

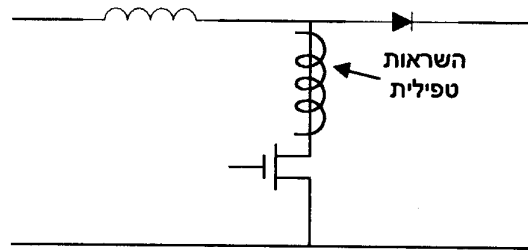
תופעות טפיליות Parasitic Effects

1. יכולת מוגבלת של ה driver להזרים זרם ל gate אשר גורם למתח ה gate להיות



2. השראת פיזור Leakage

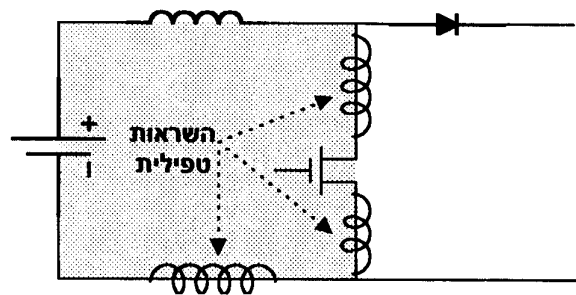
ידוע כי כל חוט חשמלי הוא מעין סליל, ובעל השראות מסוימת סדר גודל של 2nH/cm. במערכות רגילות אין בעיה רצינית עם ההשראות של החוטים אך כאשר מדובר במערכת שבפעולתה ישנם הפסקות זרם הבעיה של ההשראות הינה בעיה רצינית.



כאשר זורם זרם במתג אין בעיה, אבל כאשר הוא נפסק החוטים משמשים כסלילים בעלי השראות טפילית והפסקת הזרם יוצרת מתח עפ"י

$$Lkg \frac{dI}{dt} = V$$

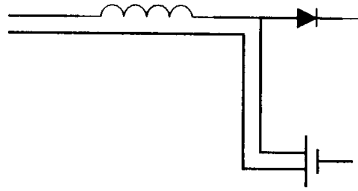
לכן אם ממתגים יותר מהר אז dI/dt יותר גבוה ולכן מקבלים קפיצות מתח. ע"מ להקטין את התופעה ניתן להשתמש בחוטים קצרים כך שההשראות הטפילים תקטן. הבעיה של ההשראות הטפילים אינה נפתרת בצורה זו משום שישנה בעיה נוספת והיא שהשראות הטפילים תלויה בשטח הכלוא בין המוליכים.



ההשראות של הכריכה היא

$$L \propto \frac{\mu A n^2}{l}$$

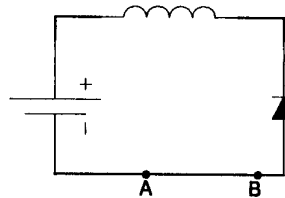
כאשר A זה שטח החתך של הכריכה כלומר ככל שהשטח גדול כך גדלה ההשראות, לכן עיימ להקטין את ההשראות נבנה את המעגל בצורה הבאה



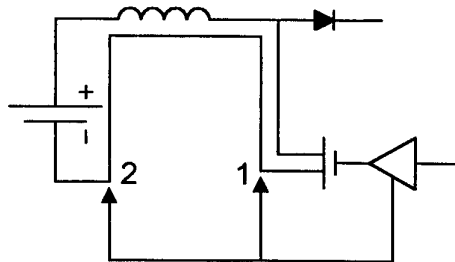
ניתן לראות שבמעגל זה השטח קטן לכן ההשראות הפרזיטית תקטן.

3. התנגדות החוטים

בעיה נוספת של החוטים היא ההתנגדות שלהם בגלל ההתנגדות ישנו מתח לא אחיד עליהם



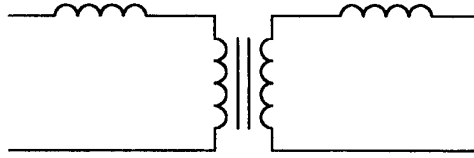
כלומר המתח ב a שונה מהמתח ב b כלומר ישנו הפרש פוטנציאליים. בעיה נוספת שנגרמת כתוצאה מהתנגדות החוטים היא בעיה של חיבור ה Driver. אם נחבר את ה-Driver בנק' 2



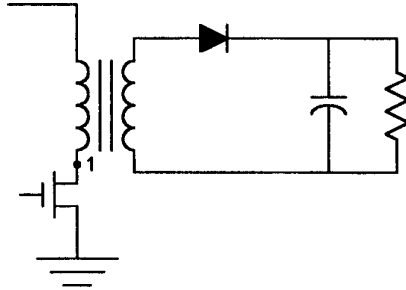
אזי המתח שהתפתח על החוט יכול למנוע מה MOSFET לעבוד ולכן עיימ למנוע זאת נחבר את ה-Driver כמה שיותר קרוב את ה MOSFET, כלומר בנקודה 1.

4. השראות לא צמודה

בממיר ה flyback ישנה בעיה נוספת הנובעת מכך שלסלילים בכניסה יש גם השראות לא צמודה (השראות בטור) שניתנת לתיאור ע"י :



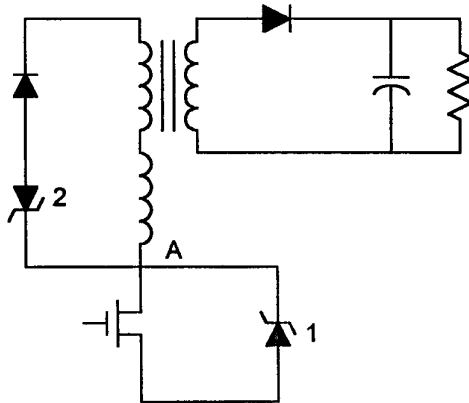
כלומר במעגל



יופיעו מתחים גדולים מאוד, כאשר סוגרים את המתג החלק הצמוד של הסלילים מתאזן אך בחלק הלא צמוד ישנה אנרגיה אשר צריכה להתפרק, (ומשום שאין לה מעגל התפרצות יזרום דרך ה - drain זרם גדול מאוד שיכול לפרוץ את ה MOSFET. ולכן ע"מ לשמור על ה MOSFET נבנה מעגלי הגנה. קיימים שני סוגים של מעגלי הגנה והם :

- 1. CLAMP
- 2. SNUBBER

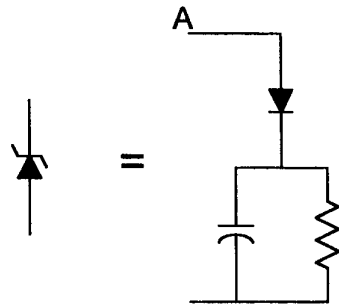
CLAMP .א



רואים כי ישנו מסלול זרם נוסף ולכן המתח על המתג לא יעלה על V_z (CLAMP - קטום, כלומר המתח נקטם ל V_z).

* ניתן לחבר אחד מן הדיודות 1 או 2

את דיודת הזנר ניתן להחליף במעגל הבא :



אם משנים את הזנר למעגל הנייל אזי בנקי 2 ישנו בזבוז אנרגיה גדול יותר משום שהמתח שייפול יהיה שווה למתח הסליל + מתח הספק ואילו ב 1 רק מתח הסליל. ולכן בד"כ ה CLAMP ימוקם ב 1 ולא ב 2.

פעולת ה - CLAMP

1. בזמן Toff (אין Lpk) V(1) הינו

$$V_1 = V_{in} + V_L = V_{in} + \frac{V_o}{n}$$

והקבל מתפרק

2. בזמן Ton הקבל נטען לערך מסוים, כמובן שעלינו להקפיד שהקבל יטען לערך הרצוי

ולא מעבר לזה, כל האנרגיה דרך הסליל מועברת לנגד Rx, בכל פולס $\frac{LI^2}{2}$

או לחילופין ניתן לומר ש

$$P = \frac{LI^2}{2} fs$$

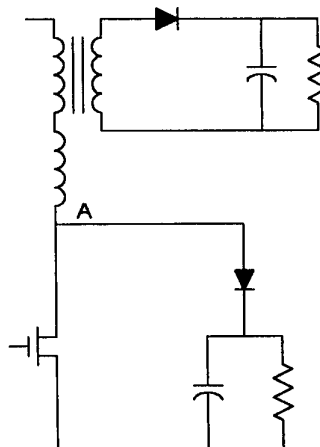
כלומר

$$\frac{Vc^2}{R} = \frac{LI^2}{2} fs$$

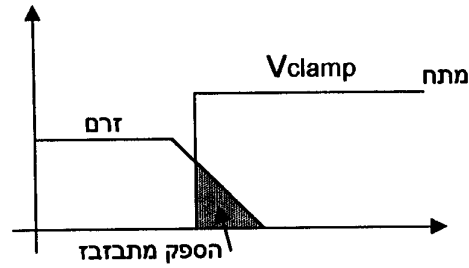
ז"א אם מחליטים על מתח מסוים על הקבל, צריך לבחור את הקבל כך שהעכבה $\tau = RC$

תהיה גדולה פי כמה מהמחזור כלומר נדרוש כי $\tau = n \cdot Ts$ ע"מ שהקבל לא יספיק להתפרק.

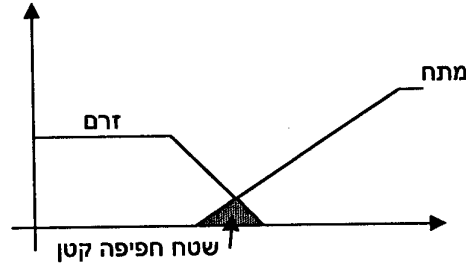
2. Snubber



כאשר השתמשנו ב Clamp המתח בנקודה A היה



ניתן לראות כי בזבוז האנרגיה הוא גדול ולכן ברצוננו ליצור מעגל שישהה את העלייה במתח וימתן את העלייה כלומר שהמתח והזרם בנקודה A יראה כך :



ה Snubber הוא מעגל שיכול לבצע זאת. משוואת הזרם בקבל היא

$$\frac{dV}{dt} = \frac{I}{C}$$

ולכן הקבל נטען, אם קבוע הזמן יהיה קטן, הקבל יוכל להתפרק בזמן Ton ואם הקבל יהיה מספיק גדול אזי המתח מושהה ועולה בשיפוע במקום בעליה חדה. כמובן שבצורה זו ישנו בזבוז אנרגיה אחר (האנרגיה שהקבל אוגר ולאחר מכן מפרק).

$$P = \frac{CV^2}{2} fs$$

דוגמא

$$\frac{1\mu \cdot (400)^2}{2} 10^5 = 800w$$

בזבוז שאינו מעשי ולכן עלינו להקטין את הקבל, כמובן שעלינו לזכור שעבור הספקים גדולים חייבים להשתמש בקבלים גדולים.

הערה

ניתן לראות כי ההספק המתבזבז תלוי בתדר ולכן ה Snubbers אינם טובים לתדרים גדולים אלא רק לתדרים קטנים.