

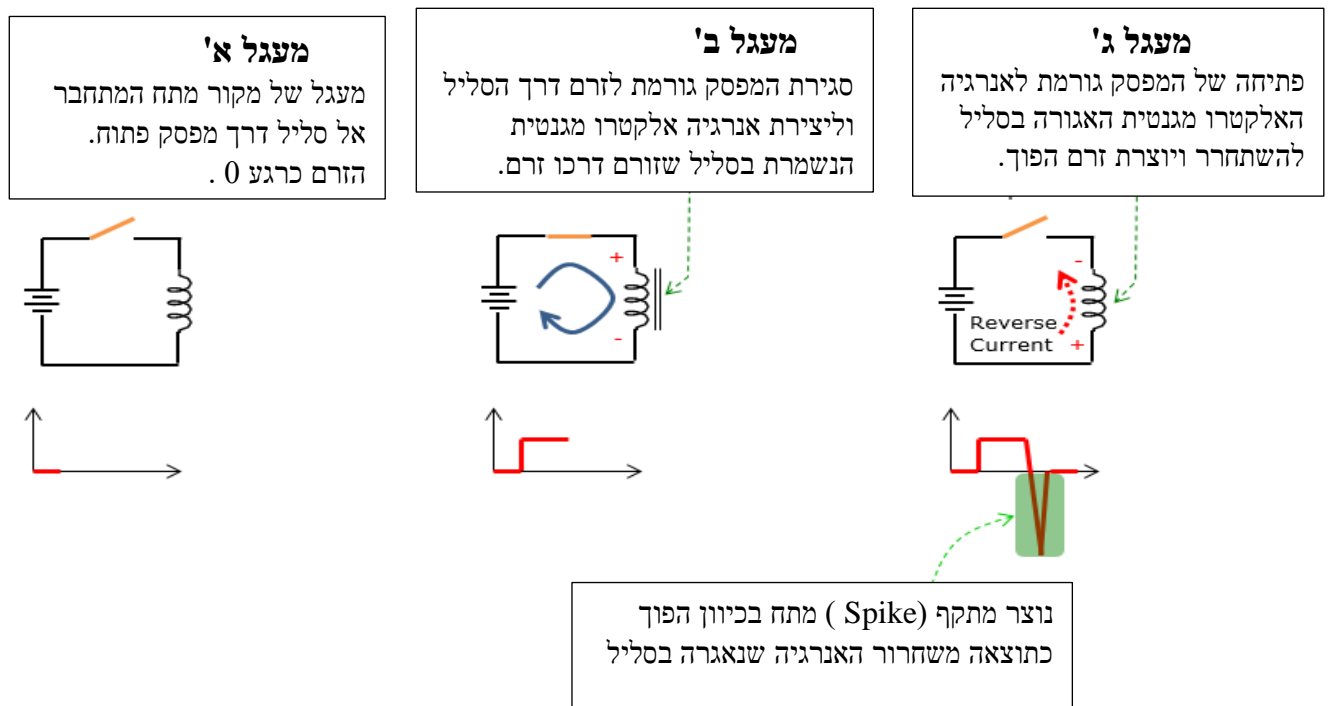
דיודת הגנה או Flyback Diode או Kickback Diode

א. למה צריך דיודת הגנה ?

דיודת ההגנה היא דיודה רגילה המחוברת במקביל לעומס השראתי (כמו סליל, מנוע, ממסר , אלקטרומגנט, סולנואיד וכו') ותפקידה להגן על הטרנזיסטור שמפעיל את העומס השראתי. בספרות המקצועית קוראים לה Kickback (תגובה חזקה) או Flyback (לטוס אחורה ?) או Freewheeling Diode (דיודה ללא מעצורים).

כאשר מזרימים זרם ברכיב אינדוקטיבי / השראתי (כמו סליל או משרן) - נוצר שדה מגנטי בסליל ואיתו נוצרת אנרגיה אלקטרומגנטית. אנרגיה זו מנוצלת ליישומים טובים ומעניינים באלקטרוניקה , אבל במאמר כאן נסביר את הסכנה הנגרמת במצבים מסוימים .

באיור הבא מתוארת דוגמה:



איור 1 : כיצד נוצר מתקף זרם ?

נניח שיש לנו את מעגל א' שבו הזרם הוא 0 כי המפסק פתוח.

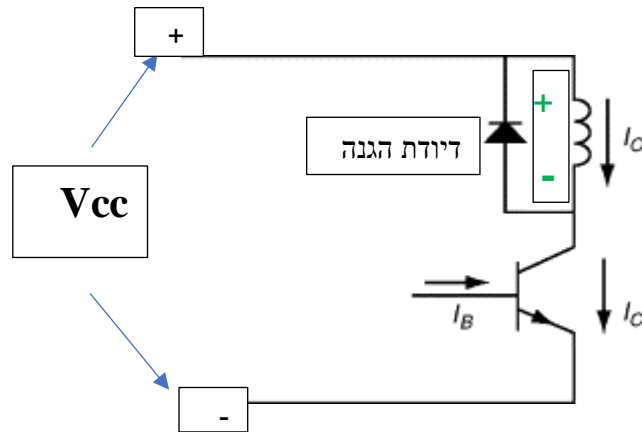
כאשר נסגור את המפסק/מתג הזרם מהסוללה זורם דרך הסליל/משרן וחלק מהזרם מומר לאנרגיה אלקטרומגנטית ונשמר בסליל כמו שרואים בחלק ב באיור. האנרגיה האלקטרו מגנטית שבסליל מתבטאת כמתח עם פלוס בחלק העליון של הסליל ומינוס בחלק התחתון.

בעת פתיחת המתג האנרגיה שבסליל משתחררת ויוצרת מתח בכיוון ההפוך מהכיוון המקורי שיצר אותו (לפי חוק לנץ). המתח מתואר כ spike – בעברית זה מתקף/דורבן/קוצים חדים - בכיוון ההפוך כפי שמודגם בתרשים במעגל ג' בצבע אדום בתוך המלבן הירוק כאשר הפלוס בחלק התחתון של הסליל והמינוס בחלקו העליון. ספייק מתח הפוך זה עלול לגרום לנזק לרכיבים

אחרים במעגל כמו טרנזיסטור רגיל או טרנזיסטור מסוג FET שישמש כמתג אלקטרוני במקום המתג הידני. דיודת הגנה – Flyback / Kickback - היא דיודה להתמודדות עם מתח הפוך זה וכך היא משמשת הגנה למתג הטרנזיסטור.

ב. כיצד עובדת דיודת ההגנה ?

האיור הבא מתאר טרנזיסטור עם עומס השראי – סליל - בקולט שלו. ספק הכוח הוא V_{cc} .

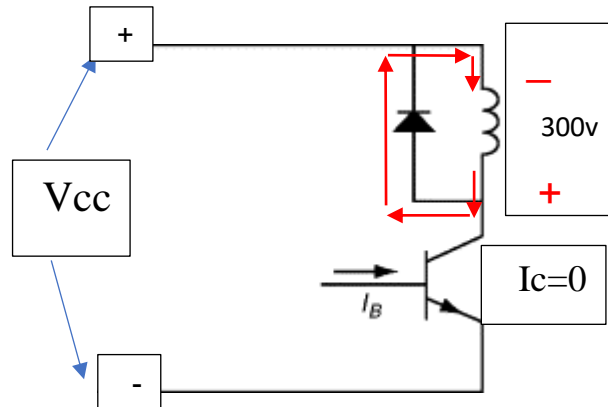


איור 2 : מתג טרנזיסטורי עם עומס השראי.

במקום המתג הידני שבאיור הקודם נשתמש בטרנזיסטור שמבצע את פעולת המיתוג. הוספנו דיודת הגנה במקביל לסליל. כאשר לא נכניס זרם בבסיס הוא יהיה בקטעון וזה מדמה מתג פתוח כמו שמתואר במעגל א' באיור הקודם. כאשר ניתן זרם בבסיס מספיק גדול ($Hf_{emin} \cdot I_b \geq I_C$) הטרנזיסטור יהיה ברוויה, התנגדותו נמוכה מאוד וזה מצב המתואר במעגל ב' באיור הקודם שבו המתג סגור. הזרם הזורם דרך הסליל I_o זורם גם דרך הטרנזיסטור I_c ונסגר למינוס. דרך הדיודה לא זורם כי יש עליה ממתח הפוך והזרם $I_o = I_c$. המתח על הסליל הוא מתח הספק V_{cc} (בהזנחת מפל המתח $V_{ce_{sat}}=0.2v$ של הטרנזיסטור שנמצא ברוויה). קוטביות המתח בסליל מסומנת בצבע ירוק כאשר הפלוס בחלק העליון של הסליל והמינוס למטה. כאשר נפסיק את זרם הבסיס הטרנזיסטור חוזר לקטעון ומשמש כנתק וזהו המצב ג' שבאיור הקודם. במצב זה המתח בקולט הטרנזיסטור יכול להגיע לעשרות ואפילו מאות וולט, דבר שיגרום נזק לטרנזיסטור. נסביר מדוע המתח יכול להגיע לסדרי גודל של עשרות או מאות וולטים. ניעזר בנוסחה: $v = L (di/dt)$ שאומרת המתח שנוצר בסליל (הוא נקרא כ.א.מ. – ראשי תיבות של כוח אלקטרו מגנטי) הוא מכפלה של השראות הסליל בשינויי הזרם ליחידת זמן. **דוגמה מספרית:** נניח שסליל של 10 מילי הנרי מחובר למתג טרנזיסטור. כאשר הטרנזיסטור היה ברוויה זרם דרך הסליל והטרנזיסטור 30 מילי אמפר. כאשר מעבירים את הטרנזיסטור לקטעון המעבר לא קורה בזמן 0 אלא לוקח לטרנזיסטור כ 1 מיקרו שנייה עד שהוא עובר מרוויה לקיטעון והזרם דרכו מגיע ל 0 מילי אמפר. ה.כ.א.מ שנוצר יהיה:

$$V = 10 * 10^{-3} * 30 * 10^{-3} / 1 * 10^{-6} = 300 \text{ volt}$$

היות ולפי חוק לנץ המתח שנוצר (ה.כ.א.מ) מתנגד לסיבה שיצרה אותו נקבל את המתח של 300 וולט כאשר הפלוס של המתח בחלק התחתון של הסליל, כלומר בקולט של הטרנזיסטור והמינוס בחלק העליון. הדבר מתואר באיור הבא בצבע אדום:



איור 3 : הזרם דרך הדיודה במעבר מהרווייה לקטעון.

מתח בסדר גודל כזה בקולט של הטרנזיסטור גורם לו לנזק תמידי .
הוספת הדיודה מאפשרת לסליל להתפרק במסלול המתואר בחיצים האדומים . הסליל מזרים זרם מהפלוס שבחלק התחתון שלו דרך הדיודה אל המינוס שלו . הדיודה מגבילה את מתקף – spike - המתח בקולט שרוצה להגיע ל 300 וולט ולא נותנת לו לעבור מעבר ל 0.7 וולט (המתח על הדיודה כשהיא מוליכה) יותר ממתח הספק V_{cc} . כלומר המתח בקולט לא יעבור את $V_{cc}+0.7$. בצורה כזו הדיודה מגנה על הטרנזיסטור .