

מודול ממסרים

מה זה ממסר ?

ממסר הוא רכיב אלקטרוני מכני המכיל **מפסק וסליל**. תפקידו הוא להפעיל/להפסיק את הזרם במעגל חשמלי. בדרך כלל בעזרת מתח/זרם נמוכים יחסית (לדוגמה 5 וולט ו 20 מילי אמפר) נוכל להעביר/להפסיק דרך המגעים שלו מתחים וזרמים גבוהים בהרבה (לדוגמה 250 וולט 10 אמפר).

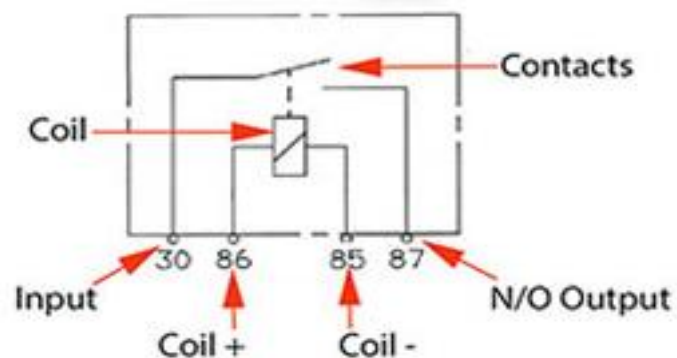
עיקרון העבודה:

כאשר זרם זרם בסליל, הסליל יוצר שדה מגנטי, הכוח הנוצר על ידי השדה גורם למפסק לעבור ממצב אחד למצב שני. בין חיבורי הסליל לחיבורי המפסק מתקיימת הפרדה חשמלית. כאשר לא זורם זרם דרך סליל הממסר אומרים שבמצב זה הממסר משוחרר. כאשר נזרים זרם דרך הסליל הממסר ייתפס והמגעות של המפסק יחליפו מצב.

מגעות הממסר:

- **COMMON - COM** – משותף. מגע זה הוא המגע הנייד של הממסר. במצב שאין זרם בסליל הוא נוגע ב **N.O** וכאשר בסליל זורם זרם הוא מנותק מה **N.O** ויש מגע בינו לבין ה **N.O**.
- **Normally Open – N.O** – במצב רגיל פתוח. כאשר אין זרם דרך הסליל המפסק פתוח.
- **Normally Close – N.C** – במצב רגיל סגור. כאשר אין זרם דרך הסליל המפסק סגור.
- ממסר **XPXT** : X מתאר את מספר הערוצים ואת מספר אפשרויות החיבור של כל ערוץ, לדוגמה **SPST** – **Single Pole Single Throw** – ערוץ/קוטב אחד בו אפשרות חיבור אחת (**throw** – זריקה) כפי שרואים באיור הבא:

SPST

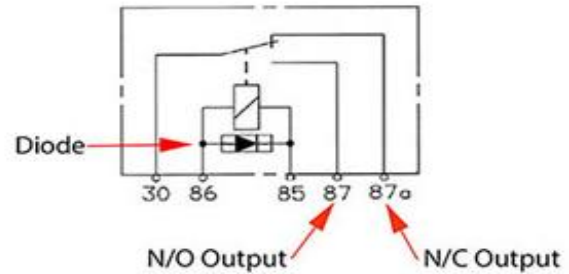


איור 1 : ממסר SPST

כאשר לא זורם זרם דרך סליל הממסר – coil - (בין ההדקים 85 ל 86) אז המגע הנייד המחובר להדק מספר 30 לא נוגע באף הדק. כאשר זורם בסליל הממסר זרם המגע המתחבר ל 30 נמשך על ידי הכוח המופעל על ידי השדה המגנטי שנוצר בסליל והוא נוגע המגע המתחבר אל הדק 87.

- **Single Pole Double Throw – SPDT** - ערוץ/קוטב אחד בו אפשרות 2 חיבורים . האיור הבא מתאר את הממסר:

SPDT



איור 2: ממסר SPDT

כאשר לא זורם זרם דרך סליל הממסר – coil - (בין ההדקים 85 ל 86) אז המגע הנייד המחובר להדק מספר 30 ונקרא גם COM קיצור של COMMON – משותף נוגע בהדק מספר 87a שנקרא N.C - קיצור של Normally Close – בדרך כלל סגור. כאשר נזרים זרם דרך הממסר ייוצר קצר בין הדק מספר 30 להדק מספר 87 . הדק 87 נקרא Normally Open – N.O – בדרך כלל פתוח . הדיודה במקביל לממסר היא דיודת הגנה שנדבר עליה בהמשך.

- **Double Pole Single Throw – DPST** - 2 ערוצים/קטבים חיבור אחד . האיור הבר מתאר ממסר DPST "

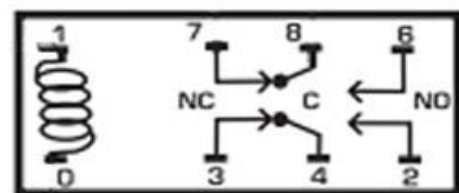
DPST



איור 3 : ממסר DPST

- **Double Pole Double Throw - DPDT** - בו שני ערוצים 2 חיבורים

DPDT



איור 4: ממסר DPDT

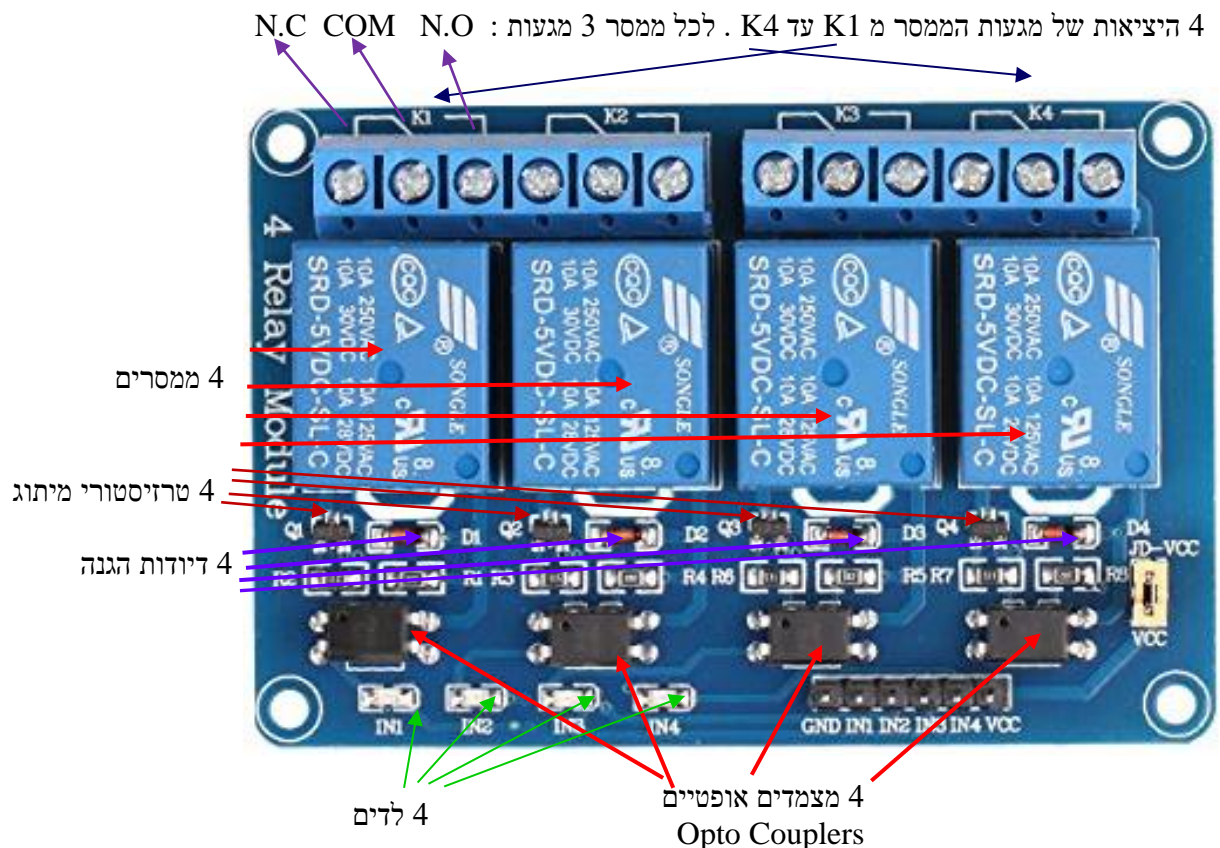
כאן יש לנו 2 ערוצים של מגעים. ערוץ 1 הוא המגעים 2,3,4 והערוץ השני הוא 6,7,8. כאשר לא זורם זרם בסליל (נקודות 1 ו 0) יש חיבור/קצר בין המגעים 4 (C קיצור של COMMON) ו 3 (NC) של ערוץ 1 וכמו כן יש חיבור/קצר בין 8 ו 7 של הערוץ השני. כאשר מזרימים זרם בסליל אז נוצר קצר בין 4 ל 2 בערוץ הראשון ובין 8 ל 6 בערוץ השני. מודול ממסרים הוא מודול שבו יש לפחות ממסר אחד ועד 8 ממסרים בכרטיס אחד (יש אולי כרטיס עם יותר ממסרים).

סוגי ממסרים נוספים :

- **ממסר מצב מוצק (SSR - Solid State Relay).** בממסר זה אין שימוש בחלקים מכניים והוא עובד בצורה שונה מהממסר האלקטרוני מכוני שהזכרנו מקודם. הוא משתמש במוליכים למחצה כמו טייריסטורים כדי לחבר ולנתק את הזרם בין המעגלים צורה מבודדת. ממסר כזה הוא SPST.
- **ממסר עלה/קנה (Reed Relay).** בממסר זה קיים סליל (ניתן להשתמש במקום הסליל מגנט קבוע). משתמשים ב 2 להבים/מוליכים פרו מגנטיים (חומר פרו מגנטי מתמגנט בקלות) הנמצאים בתוך מיכל/קפסולה של זכוכית קטן. כל מוליך הוא זה שמושפע מהשדה המגנטי הנוצר, והוא מאוד דק לכן הזרם הדרוש להפעלתו קטן יותר. לממסר שני להבים הנמצאים במקביל אחד לשני ונמצאים משני קצות המיכל זכוכית ויש להם שטח חפיפה קטן. בזמן שהממסר מופעל על ידי זרם בסליל (או מגנט שמעבירים ליד הממסר) נוצר שדה מגנטי באזור הפנימי בו נמצאים המגעים, וקצותיהם נהפכים לבעלי קטבים מגנטיים הפוכים כך שהם נמשכים זה לזה וסוגרים את המעגל. כשהממסר לא פועל אין שדה מגנטי באזור זה ולכן המגעים חוזרים למצבם המקורי (מצב פתוח). גם ממסר זה הוא מסוג SPST.

מודול הממסרים

מודול עם 4 ממסרים נראה באיור הבא:



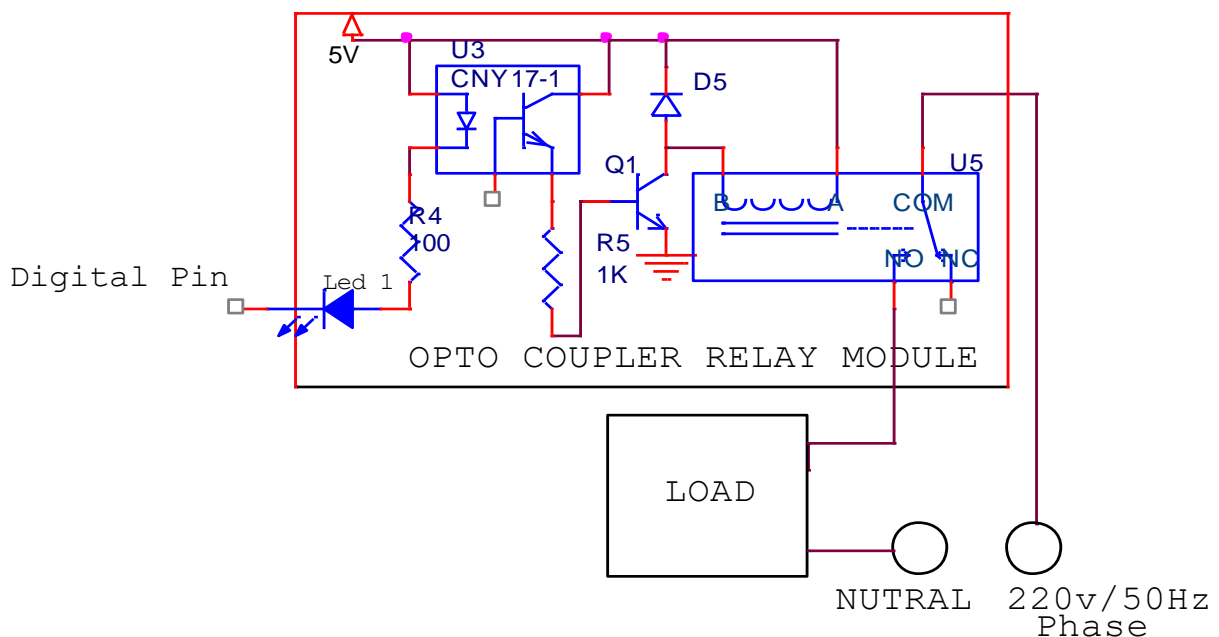
איור 1 : מודול ממסרים

המודול באיור מכיל 4 ממסרים . הממסר עצמו מתואר באיור בצבע כחול. רשום עליו שהוא עובד עם מתח של 5 וולט ודרך המגעות שלו ניתן להעביר 10 אמפר גם עבור מתח חילופין של 250 וולט וגם עבור מתח ישר. ישנם ממסרים העובדים עם מתחים כמו 9 וולט או 12 וולט או 24 וולט ועוד. בדרך כלל מצוין על המכסה של הממסר מהו המתח שהממסר עובד איתו. בצד ימין למטה רואים את הקונקטור – מחבר – של 6 פינים , שבו מכניסים משני הצדדים את מתח ה 5 וולט VCC מצד ימין והאדמה מצד שמאל. ביניהם 4 פינים לפיקוד, אחד עבור כל ממסר.

מצד שמאל של הקונקטור יש 4 לדים הנקראות IN1 עד IN4 ומתארות את מצב הממסר. כשהן דולקות זה מראה שהממסר המתאים תפוס.

הפעלת הממסרים מתבצעת בעזרת 4 ג'וקים הנקראים מצמד אופטי המורכב מלד המקרינה על בסיס של טרנזיסטור. כדי להפעיל את הממסר שמים 0 בכניסת ה IN הרצויה. זורם זרם דרך הלד והיא מקרינה על בסיס הטרנזיסטור והוא נכנס לרוויה ותופס את הממסר.

נרחיב את ההסבר בעזרת האיור הבא :



איור 2 : דוגמה למודול ממסר אחד.

אופן פעולת הרכיב : על מנת שנדליק/נכבה את העומס LOAD - המחובר למגעות הממסר, נשלח "0" בעזרת הדק דיגיטאלי – Digital Pin – בצד שמאל . הדק זה מתחבר אל הדק IN של המודול ושם מתחברת הקתודה של led1. במצב זה זורם זרם דרך הלד הפנימי בג'וק המצמד האופטי U3 . הפוטונים של האור של הלד משחררים מהבסיס של הטרנזיסטור אלקטרונים וגורמים לטרנזיסטור לעבור להולכה ולהזרים זרם לבסיס הטרנזיסטור Q1 שנכנס לרוויה והזרם בקולקטור שלו זורם דרך גוף הממסר שנתפס והמגעות שלו משנות את מצבם. ברגע שמצב הממסר משתנה, המגעה הניידת

של הממסר מקצרת בין COM ל NO – Normally Open – בדרך כלל פתוח - ובעצם סוגר את המעגל של העומס החשמלי וכך הוא מופעל. במקרה הזה רואים שהלד - Led 1 - במודול הממסרים דולקת. אם נוציא '1' להדק IN הממסר לא ייתפס והעומס איננו פועל.

הדיודה D5 במקביל לממסר נקראת דיודת הגנה או freewheeling diode (חופשית, ללא מעצורים). תפקיד הדיודה היא הגנה על הטרנזיסטור במעבר מהרוויה אל הקטעון. בזמן שהטרנזיסטור ברוויה זורם דרך הסליל זרם של כ 20 מילי אמפר (תלוי בהתנגדות האוהמית של הסליל) שגורם לו להיתפס ודרך המגעים שלו להפעיל את העומס. הפסקת הזרם במעבר אל הקטעון גורמת לסליל לפתח מתח הפוך כי הסליל לא "אוהב" שינויי זרם מהירים. לפי לנץ מושרה בסליל הממסר כ.א.מ (כוח אלקטרו מניע מושרה – מתח) לפי הנוסחה: $E_s = -L \Delta I / \Delta t$ (המינוס מראה שהמתח בקוטביות הפוכה למתח שיצר אותו). המתח שנוצר הוא עם + לכיוון הקולקטור של הטרנזיסטור ו - (מינוס) ל Vcc. מתח זה יכול להיות עשרות ואף מאות וולט ולגרום לנזק לטרנזיסטור. הדיודה דואגת שהמתח בקולקטור לא יעבור את Vcc+Vd5 ובכך מגינה על הטרנזיסטור.

זרם תפיסה וזרם שחרור

כפי שהסברנו קודם, כאשר מזרימים זרם דרך הסליל הוא יוצר שדה מגנטי, השדה יוצר כוח שמושך מגע נייד שבתוך הממסר. בהפסקת הזרם השדה המגנטי נעלם, הכוח של משיכת המגע הנייד שווה ל 0 והמגע מוחזר למצב הקודם בעזרת קפיץ. כדי שהממסר "ייתפס" יש להתגבר על כוח הקפיץ שרוצה להחזיר את המגע למצבו ההתחלתי. לאחר שהתגברנו על כוח הקפיץ והממסר "נתפס" ניתן להוריד את הזרם ורק בזרם נמוך יותר מזרם התפיסה הממסר ישתחרר ויחזור למצב ההתחלתי שלו. כלומר, זרם התפיסה וזרם השחרור של ממסר הכוח המגנטי הנוצר בסליל תלוי בזרם הזורם בסליל. כאשר הזרם נמוך מדי, לא נוצר כוח מספיק כדי להתגבר על כוח הקפיץ ואז הממסר לא פועל. הזרם המזערי המאפשר את הפעלת הממסר נקרא **זרם תפיסה**. כאשר, בהדרגה, מקטינים את הזרם העובר דרך הסליל, הולך ופוחת גם הכוח האלקטרומגנטי. בזרם מסוים הנקרא **זרם השחרור**, מפסיק לפעול הכוח המגנטי והממסר משתחרר. זרם התפיסה וזרם השחרור אינם זהים בעוצמתם. מההסבר ברור שזרם התפיסה גבוה מזרם השחרור.