

חלק ג' שלט למזגן

אודליה מאגרפטה 207839978

התרגיל:

1. דרגי מ 1-6 (1- לא מעוניינת, 6- מאוד מעוניינת), האם הינך מעוניינת לעסוק בתפקידי חומרה/אלקטרוניקה (לדוג; פיתוח מעגלים חשמליים, אינטגרציית מערכת, בדיקות חשמליות וכו' ?
2. איך עובד שלט של מזגן? יש להתייחס לסעיפים הבאים (שימי לב, ניתן להציע מגוון אפשרויות למימוש אין תשובה נכונה :
 - a. מהו אופן השידור בין השלט למזגן?
 - b. אילו רכיבים צריכים להיות בצד השלט ואילו בצד המזגן?
 - c. איך המזגן יודע; על איזה לחצן לוחצים בשלט? (במילים אחרות- איך ניתן לייצג מקשים שונים בשידור מהשלט למזגן?), יש להציע מספר אפשרויות.

תשובות:

1. **מעוניינת דרגה 4**
2. **איך עובד שלט של מזגן?**

נהייתי מהמשימה הזו – זה נושא שתמיד סקרן אותי, אני התעסקתי בחומרה (ומתעסקת), ומאוד נהנית לקרוא עליו ולחקור. תודה על ההזדמנות!

אשמח לסכם בכמה מילים לפני הירידה לפרטים:

שלט של מזגן שולח פקודות למזגן בצורה אלחוטית, בדרך כלל באמצעות אינפרא אדום. כשאני לוחצת על כפתור בשלט, נשלח קוד שמייצג את הפעולה – כמו הדלקה, כיבוי או שינוי טמפרטורה. הקוד הזה עובר למזגן, שמזהה אותו ומבצע את מה שהתבקש. כדי שהשלט והמזגן "ידברו באותה שפה", משתמשים בפרוטוקול תקשורת – שפה מוסכמת שמעבירה את המידע בצורה מדויקת ואמינה. במזגנים מתקדמים יש גם שליטה מרחוק דרך אפליקציה, ואפילו אפשרות לקבל משוב מהמערכת בחזרה לשלט. התהליך כולו מהיר, פשוט ונוח – והמזגן מגיב בדיוק לפעולה שביקשתי.

(A) מהו אופן השידור בין השלט למזגן?

שלט של מזגן פועל בצורה אלחוטית, ויש שתי דרכים עיקריות שבהן הוא מתקשר עם המזגן: באמצעות אינפרא אדום, (IR) או דרך תדר רדיו. (RF) כשאני לוחצת על כפתור, נוצר מעגל חשמלי קטן בתוך השלט – וזה מה שמפעיל את שידור האות. אם מדובר בשלט, IR הוא שולח פולסים של אור אינפרא אדום – אור שאינו נראה לעין, אבל המזגן קולט אותו בעזרת חיישן מיוחד. למעשה, אינפרא אדום הוא סוג של קרינה אלקטרומגנטית – ממש כמו אור נראה, רק בתדר נמוך יותר. הוא נמצא "מתחת" לאור האדום בתחום הספקטרום – ומכאן גם שמו. אנחנו לא רואים אותו, אבל חיישנים אלקטרוניים בהחלט כן. אם זה שלט, RF הוא משדר גלי רדיו – בדומה לטכנולוגיות כמו Wi-Fi או Bluetooth ולכן אין צורך לכוון אותו ישירות למזגן. האות יכול לעבור גם דרך קירות או ממרחק גדול יותר.

הפקודה עצמה לא משודרת באופן אקראי, אלא עוברת קידוד ואופן – כלומר, השלט "אורז" את המידע (למשל: הדלקה, שינוי טמפרטורה, מצב פעולה) לפי פרוטוקול תקשורת – זו בעצם השפה המוסכמת בין השלט למזגן.

בטכנולוגיית IR נהוג להשתמש בפרוטוקולים כמו NEC, RC-5 ו-RC-6 וב-RF נעשה שימוש בטכנולוגיות כמו Bluetooth, Zigbee או פרוטוקולים סגורים שמפותחים על ידי יצרנים.

המטרה של הפרוטוקולים היא לוודא שהשידור יועבר בצורה מדויקת, אמינה ומוגנת – ולמנוע מצב שבו שלט זר ישבש את התקשורת או יפעיל מזגן שלא שייך לו. חשוב לציין שהשידור הוא חד-כיווני – כלומר, השלט שולח את הפקודה, אבל לא מקבל תשובה ישירה מהמזגן. בדרך כלל, המשוב היחיד יהיה דרך נורית שנדלקת, צפצוף קטן או תצוגה על המזגן או השלט שמאשרת שהפקודה התקבלה.

כששוקלים איזה סוג של שלט מתאים, חשוב לחשוב על אופי השימוש בפועל – איפה נשתמש בו, כמה מזגנים צריכים שליטה, ומה רמת הנוחות הנדרשת.

אני **בחרתי** להשתמש בטכנולוגיית אינפרא אדום, (IR) כי היא מתאימה בדיוק למה שאני צריכה: שימוש ביתי פשוט, עם שליטה על מזגן אחד, מתוך אותו חדר – בלי שליטה מרחוק או מערכות מתקדמות.

הטכנולוגיה הזו פשוטה, זולה, חסכונית מאוד באנרגיה, ובדרך כלל גם יציבה – כל עוד מכוונים נכון, ואין חפצים שחוסמים את הדרך. היא אידיאלית לשימוש יומיומי בבית, כמו בסלון או בחדר שינה, כשאין צורך לשלוט בכמה מזגנים או להפעיל את המזגן מהטלפון. החיסרון שלה הוא הצורך ב"קו ראייה" פתוח – כלומר, אם יש קיר, ארון או חפץ אחר שמסתיר את הדרך בין השלט למזגן – האות לא ייקלט. ועדיין, יש שימוש רחב מאוד בשליטה הזו, ורוב המשתמשים מרוצים ממנה לחלוטין.

למי שצריך פתרונות מתקדמים יותר – כמו שליטה מרחוק, תזמון מראש או הפעלה של כמה מזגנים יחד – קיימות גם אפשרויות אחרות: שלטים עם Wi-Fi או Bluetooth או מערכת שליטה מרכזית שמתאימה לבתים חכמים, מוסדות ומשרדים.

(B) אילו רכיבים צריכים להיות בצד השלט ובצד המזגן?

כדי שהשלט באמת יוכל לשלוט על המזגן – צריך שלכל צד במערכת (גם השלט וגם המזגן) יהיו את הרכיבים הנכונים.

בצד של השלט, נמצאים כל החלקים שאחראים ליצירת ושליחת הפקודה: יש את הכפתורים שעליהם לוחצים כדי לבחור פעולה, מעגל חשמלי קטן שנסגר בכל לחיצה ומפעיל את השידור, מיקרו-בקר (מין "מוח קטן") שמזהה איזה כפתור נלחץ, ומתרגם את הלחיצה לקוד דיגיטלי (כלומר, לפקודה). אחרי שהקוד נוצר, המיקרו-בקר מעביר אותו למשדר – שזו יכולה להיות נורית אינפרא אדום (IR) או אנטנה קטנה ל- RF, דרכן האות נשלח למזגן. במקרה של IR, נורת השידור מהבהבת בקצב מאוד מדויק – הדלקה וכיבוי מהירים לפי תבניות קבועות, שכל אחת מהן מייצגת את הקוד שנשלח. המזגן קולט את ההבהובים האלה בעזרת חיישן מתאים, מפענח את הקוד – ומתרגם אותו לפעולה שצריך לבצע. בנורית, IR, לפעמים ניתן אפילו להבחין בהבזק אדום קל, בעיקר כשמתבוננים דרך מצלמה, למרות שמדובר באור שלא נראה לעין האנושית. כמובן, השלט כולל גם סוללה – שאחראית לספק את החשמל לכל החלקים.

בצד של המזגן, יושבים הרכיבים שמקבלים את הפקודה ומבצעים אותה בפועל: מקלט IR או RF שקולט את האות מהשלט, מעבד פנימי שמפענח את הקוד, ויחידת בקרה שמבצעת את מה שהתבקש – למשל להפעיל את המזגן, לשנות טמפרטורה או לשנות את עוצמת המאוורר. בחלק מהמזגנים יש גם חיווי חוזר – כמו נורית שנדלקת, צפצוף קטן, או תצוגה על המסך שמאשרת שהפקודה התקבלה.

ואם מדובר בשלטים מתקדמים יותר – אפשר למצוא בהם גם צג LCD קטן שמציג את מצב המזגן, חיישנים פנימיים (כמו מד טמפרטורה), ואפילו אפשרות לשליטה חכמה דרך אפליקציה או פקודות קוליות.

(C) איך המזגן "יודע" איזה כפתור נלחץ בשלט?

לכל כפתור בשלט יש קוד ייחודי – רצף מסוים של אפסים ואחדים (קוד בינארי) שמייצג את הפעולה שהוא מפעיל.
כשאני לוחצת על כפתור, המיקרו-בקר בתוך השלט מזהה את הלחיצה, יוצר את הקוד המתאים ומשדר אותו – או דרך אינפרא אדום, (IR) או בתדר רדיו, (RF) תלוי בטכנולוגיה.
המזגן קולט את הקוד הזה, מפענח אותו לפי הפרוטוקול שהוא מכיר – ומבצע את הפעולה שהתבקש.

הקידוד הזה הוא בעצם הדרך שבה מתרגמים את הלחיצה על כפתור לרצף דיגיטלי.
כל פקודה מיוצגת על ידי רצף מספרים בינאריים – לפעמים כמו "0001", "0010" וכן הלאה – כאשר כל רצף כזה מתורגם לפעולה שונה: הפעלה, שינוי טמפרטורה, מעבר למצב אחר ועוד.
בדיוק כמו בשפות תקשורת אחרות, גם כאן יש סדר קבוע בתוך ההודעה – התחלה, כתובת, פקודה, דגלים (אם צריך), וסיום. (הרחבתי על זה בנספח).

המזגן מתוכנת מראש לזהות את הרצפים האלה – ואם הוא מקבל הודעה שהסדר שלה שגוי, או שהיא לא עומדת בתבנית שהוא מצפה לה – הוא פשוט מתעלם ממנה. כך נמנעות הפעולות שגויות.

יש כמה שיטות שבאמצעותן אפשר לשלוח את הקוד הזה:

1. קידוד פשוט לפי כפתור

כל כפתור בשלט משדר קוד שונה, והמזגן כבר "יודע" לזהות אותו – לדוגמה: כפתור הפעלה, שינוי טמפרטורה, או מעבר למצב קירור.

2. קידוד מתקדם עם פרוטוקולים כמו NEC או RC-5

כאן כל שידור כולל גם מידע נוסף, כמו:

- מספר סידורי
- סיבית בדיקה – (Checksum) שמוודאת שהשידור הגיע תקין וללא שגיאות.

3. שידור מלא של כל מצב המזגן בכל לחיצה

בשיטה הזו, בכל פעם שאני לוחצת על כפתור – השלט לא רק שולח פעולה מסוימת, אלא את כל המצב הנוכחי של המזגן:

- הטמפרטורה המדויקת
- מהירות המאוורר
- ועוד...

המטרה היא שלמזגן תמיד יהיה את התמונה המלאה של המצב הנוכחי, כדי שהוא יתאים את עצמו בדיוק למה שביקשתי.

נספח בונס שהוספתי – הרחבה על שידור הקוד וכן על פרוטוקולי תקשורת (הרחבה מהחומר של הקורס תקשורת מחשבים):

במערכת כמו שלט למזגן, כל פקודה שאנחנו שולחים מועברת בצורה של קוד בינארי – כלומר, רצף של אפסים ואחדים (0 ו-1).
הקוד הזה לא נשלח "ככה סתם", אלא בתוך "מסגרת שידור" – מבנה קבוע שמאפשר למקלט (המזגן) להבין מתי מתחילה הודעה, מה התוכן שלה, ומתי היא מסתיימת.

איך בנויה מסגרת שידור טיפוסית?

1. סיבית התחלה (Start Bit / Start Flag)
זו סיבית או רצף של סיביות קבועות שמסמן: "שימו לב – מתחילה הודעה חדשה".
לדוגמה, בפרוטוקול HDLC משתמשים בדגל 01111110. גם דגל כמו 01111110 יכול לשמש לצורך זה.
2. כתובת המזגן (Address)
מציינת לאיזה מזגן מיועדת ההודעה (חשוב במיוחד כשיש כמה מזגנים באזור).
3. קוד פעולה (Command)
זה הקוד שמייצג את הפקודה עצמה – לדוגמה: הפעלה, כיבוי, מעבר למצב קירור, שינוי טמפרטורה.
4. דגלים (Flags)
אלו ביטים קטנים בתוך גוף ההודעה שמייצגים הגדרות נוספות כמו:
 - האם המזגן במצב אוטומטי
 - מהירות מאוורר
 - טיימר פעיל
 - תוספות מתקדמות בהתאם לצורך
5. סיבית סיום (Stop Bit / End Flag)
מסמנת שההודעה הסתיימה.
6. בדיקת תקינות (Checksum / CRC)
נועדה לוודא שכל הביטים התקבלו נכון. אם הבדיקה נכשלת – המזגן מתעלם מהפקודה.

דוגמה למסגרת שידור עם דגלי התחלה וסיום

כדי להמחיש איך נראית הודעה אמיתית, נביא דוגמה פשוטה:

שידור עם הדגל 01111110 הדגלים סומנו בקו תחתון:

0111110000110101000011101011110

- החלק הראשון – 011110 – מסמן את תחילת ההודעה
 - האמצע – 000110101000011101 – כולל את הכתובת, הפקודה, הדגלים וה־Checksum
 - החלק האחרון – 011110 – מסמן את סיום ההודעה
- באמצעות דגלים קבועים בתחילת ובסוף ההודעה, המזגן יודע בדיוק מתי להתחיל ולסיים לקרוא את הנתונים.

איך השידור עובר בפועל?

- IR אינפרא אדום
- השלט משדר את הקוד דרך הבהובים מהירים של נורת אינפרא אדום בתדר קבוע: לרוב kHz38
צריך לכוון את השלט ישירות למזגן.
- RF תדר רדיו
- השידור עובר דרך גלי רדיו, וניתן לקלוט אותו גם דרך קירות, בלי צורך בקו ראייה ישיר.

פרוטוקולים נפוצים לפי סוג השידור

- פרוטוקולי: IR אינפרא אדום
- NEC – הכי נפוץ, פשוט, כולל כתובת, פעולה ו־Checksum
 - RC-5 / RC-6 – של פיליפס, עם קידוד עמיד להפרעות
 - פרוטוקולים לפי יצרן – לדוגמה Mitsubishi: שולחים את כל מצב המזגן בכל שידור
- פרוטוקולי: RF תדר רדיו
- Bluetooth כולל צימוד, הצפנה ואפשרות לקבל משוב מהמזגן
 - Wi-Fi שליטה מרחוק מהטלפון או האינטרנט
 - ZigBee / Z-Wave מתאימים לבתים חכמים, חסכוניים באנרגיה
 - פרוטוקולים סגורים – כל יצרן מפתח שיטה מותאמת למכשירים שלו בלבד

למה זה חשוב?

- כדי שהשלט והמזגן "ידברו באותה שפה"
- כדי שהפקודה תועבר בצורה מדויקת וללא שיבוש
- כדי להבטיח שליטה חכמה ואמינה, כולל שליטה מרחוק
- כדי למנוע שליטה לא מכוונת משלטים אחרים