

### תרגיל 3: שלט מזגן

אני מתעניינת מאוד בתחומי האלקטרוניקה והפיזיקה.

בשנות התיכון למדתי במגמת הנדסת מחשבים ואלקטרוניקה, נבחנתי בבגרות בחשמל בהצלחה מרובה, וביצעתי פרויקט ברובוטיקה.

#### אז איך עובד שלט המזגן?

האור והצבעים שאנחנו, בני האדם, מסוגלים לראות הם בעצם סוג של קרינה אלקטרומגנטית. בני אדם מסוגלים לראות רק טווח קטן ביותר מתוך כל הקרינה האלקטרומגנטית הקיימת. הקרינה האלקטרומגנטית נעה במרחב כמו גל – ואנו מסוגלים להבחין רק בתדירויות (כלומר מספר שיאים של גל בשנייה) מסוימות. סביבנו קיימת קרינה אלקטרומגנטית בתדירויות רבות שכוללות קרינת רדיו, קרינת מיקרוגל, קרינת אינפרה-אדום (תת-אדום), קרינה אולטרה סגולה (על-סגולה), קרינת X (רנטגן) וקרינת גאמה.

אנחנו מסוגלים לראות רק תחום צר של תדירויות, בין האינפרה-אדום לאולטרה-סגול – שנקרא 'האור הנראה'.

שלט רחוק עכשווי טיפוסי הוא חד-כיווני: הוא רק שולח מידע, בלי לקבל שום דבר בחזרה ואפילו בלי לדעת אם מה ששלח הגיע ליעדו.

בתוך השלט יש ארבעה אלמנטים מרכזיים:

הסוללות	נורית LED שמפיצה אור אינפרה-אדום
לוח המקשים	מיקרו-בקור פשוט שמתווך בין המקשים לנורית

כשהמיקרו-בקור מזהה לחיצה על מקש כלשהו, הוא פשוט מהבהב בנורית רצף מוגדר מראש של הדלקה וכיבוי.

נורית ה-LED מאירה באורך גל מוגדר היטב, ובהרבה מקרים יש לפני החיישן במקלט "חלון" פלסטי כהה שחוסם אורכי גל אחרים. ככה נמנעות הפרעות מגורמים לא רלוונטיים, כמו התאורה בחדר, וערוץ השידור נקי יותר – עד כדי כך שלפעמים לא דרוש אפילו קו ראייה בין השלט למכשיר ואפשר להסתפק בהחזרת האור מהקירות או התקרה. עם זאת, רוב השלטים עובדים עם אותם אורכי גל סטנדרטיים, אז איך זה שהשלט של המערכת לא מפעיל בטעות גם את הטלוויזיה, ולהיפך?

סוד הספציפיות של השלטים טמון ברצף ההבהוב שהוזכר קודם. ככלל- הרצף הזה בנוי בשתי 'שכבות' עיקריות:

**השכבה הראשונה** היא זו של ייצוג ביט אחד של נתונים: מה נחשב ביט 1 ומה נחשב ביט 0.

אי אפשר להתייחס בפשטות להארה של ה-LED כ-1 ולחושך כ-0, כיוון שרוב הזמן השלט לא פועל כלל והוא לא באמת משדר שורה ארוכה של אפסים.

בפרוטוקול RC-5 של חברת פיליפס לדוגמה, ההארה של ה-LED נבדקת לאורך ציר הזמן.

1 לוגי נקלט כאשר יחידת הזמן מוגדרת מראש מתחילה ב'שקט' ומסתיימת בהבהוב מהיר, ואילו 0 לוגי הוא ההיפך – כשהבהוב הוא בהתחלה והשקט אחריו. כמובן, בתחילת השידור, המקלט אינו יכול לדעת אם ההבהוב הפתאומי הוא התחלה או סוף. יש דרכים לתאם את הזמנים ולהתגבר על הבעיה, אך לא ניכנס אליהם כאן.

**השכבה השנייה** היא מה שהביטים המתקבלים מייצגים. כדי להבין את זה, נסתכל על דוגמה פשוטה במיוחד: שלט של מחסום זרוע לחניה. שלטים כאלה עובדים אמנם בתדרי רדיו ולא באינפרה-אדום, אך העיקרון דומה. השלטים הפשוטים ביותר שולחים שוב ושוב סדרה קצרה של בייטים (מספרים בני שמונה ביטים, כל אחד בין 0-255), והמקלט קורא את הסדרה הזאת ומשווה בינה לבין הסדרה שצורבה אצלו. אם הן זהות, הוא פותח את המחסום. בכל מקרה אחר – סדרה שונה או שידור שהגיע משובש – הוא לא עושה כלום.

אותו דבר קורה בשלטים הביתיים המשוכללים יותר. הפקודות השונות מיוצגות על ידי סדרות מספרים ספציפיות, ואלה משתנות בין פרוטוקולים ובין סוגי מכשירים. כשהמקלט שבטלוויזיה רואה הבהובים משלט המערכת, יכול להיות שהביטים עצמם לא יפוענחו נכון, ויכול להיות שהם ייקלטו אבל מספרי הפקודות עצמם ייראו לו חסרי משמעות. כך או אחרת, הוא פשוט לא יגיב.

כשאנו לוחצים על כפתור, השלט שולח אור אינפרה-אדום לעבר המכשיר שבו הוא שולט. את האור הזה אי אפשר לראות בעיניים רגילות, אם כי במצלמות רבות ניתן לצלמו. כל פקודה של השלט מועברת בצירוף כלשהו של הבהובים והמכשיר הקולט אותה מתוכנת לבצע פעולה מסוימת בכל קידוד של הבהובים. כלומר, הוא מתוכנת לדעת מה לבצע מכל כפתור ולחיצה.