

## Table of Contents

2 .....	<a href="#">.A</a> חומר עזר:
2 .....	<a href="#">.B</a> חלק תיאורטי:
2 .....	<a href="#">.C</a> חלק מעשי נדרש לביצוע – כתיבת תוכנית באסמבלי (דרישה המתאימה לערכת הפיתוח האישית):
3 .....	<a href="#">.D</a> ביצוע HW QA של פעולת המערכת:
3 .....	<a href="#">.E</a> תזכורות:

## דו"ח מכין, מעבדה מס' 4 – Interrupts, Operating Modes

### A. חומר עזר:

#### 1. חומר קריאה - פסיקות

בקובץ מעבדה MSP430x4xx user guide עמודים 45, 412 - 411

בקובץ MSP430xG461x datasheet עמודים 34-36

#### 2. חומר קריאה - אופני עבודה

בקובץ מעבדה MSP430x4xx user guide עמודים 37-40

#### 3. Tutorial 4 (חומר כתוב + וידאו).

### C. חלק תיאורטי:

1. הסבר מהי פסיקה ועל הצורך בה.
2. הסבר את היתרון של שימוש בפסיקה (interrupt) לעומת תשאול (polling), מתי וכיצד נוכל לשלב בין השניים?
3. הסבר את שלוש סוגי הפסיקות ומה הצורך בכל סוג.
4. הסבר את מושג אופני העבודה של הבקר, הסבר כל אופן בנפרד ומתי תבחר להשתמש בו.
5. רשום את השלבים כדי לקנפג את רגל P2.0 כך שבירידת מתח מ-1' ל-0' תתבצע בקשת פסיקה.

### D. חלק מעשי נדרש לביצוע – כתיבת תוכנית באסמבלי (דרישה המתאימה לערכת הפיתוח האישית):

**תחילה, תזכורת חשובה:** לחצן RESET מיועד רק לאתחול המערכת פעם אחת בלבד ולאחר מכן המערכת צריכה

לפעול בצורה מלאה ללא תקלות, לכן אסור השימוש ב RESET במהלך פעולת המערכת.

- **הערה:** ישנם שימושים מיוחדים ב RESET שאינם רלוונטיים לקורס זה, למשל שימוש ב RESET לתפעול קוד הבדיקה של הבקר הנתון לכם עבור ערכת פיתוח אישית.
- ארכיטקטורת התוכנה של המערכת נדרשת להיות מבוססת *Simple FSM* המבצעת אחת מתוך ארבע פעולות בהינתן בקשת פסיקה חיצונית של לחיצת לחצן מתוך ארבעת הלחצנים PB0, PB1, PB2, PB3 המחוברים לארבעת רגלי הבקר P2.0 – P2.3, את מערך הLEDs נחבר ל- PORT1.
- בתחילת התוכנית, הבקר נמצא במצב שינה. קוד התוכנית נדרש להיות מחולק לשכבות, כמתואר ב - (Tutorial 4 - Interrupt Driven FSM + Abstraction Layers).
- טרם שלב כתיבת הקוד נדרש לשרטט גרף דיאגרמת FSM מפורטת של ארכיטקטורת התוכנה של המערכת ולצרפה לדו"ח מכין. המצבים אלו הצמתים והקשתות אלו המעברים ממצב למצב בגין בקשות פסיקה.

#### • בלחיצה על לחצן PB0 (state=1):

- יש להדליק על גבי 8 הLEDים ספירה בינארית כלפי מעלה החל מערך 0x00 (בפעם הראשונה בכניסה למצב). הספירה תהיה מחזורית עם השהיה בין ערכי הספירה של 0.5sec.
- משך זמן הפעולה יהיה 10 שניות (תוך שמירת ערך הכתיבה לLEDים בחלוף הזמן, כך שבביצוע הבא של המצב המנייה תמשיך מהיכן שהפסיקה).

**הערה:** המצב אטומי ולכן מוגדר להסתיים רק בסיום פעולת המצב

• בלחיצה על לחצן PB1 (state=2):

נדרש להדליק לד בודד בדילוגים משמאל-לימין באופן מחזורי עם השהיה בין ערכי הספירה של 0.5sec. משך זמן הפעולה יהיה 5 שניות (תוך שמירת ערך הכתיבה ללדים בחלוף הזמן, כך שבביצוע הבא של המצב הלד ימשיך לדלג מהיכן שהפסיק).

**הערה:** המצב אטומי ולכן מוגדר להסתיים רק בסיום פעולת המצב

• בלחיצה על לחצן PB2 (state=3):

התוכנית מפיקה אות ריבועי (DutyCycle=70%) במוצא רגל P2.7 בתדר 1kHz למשך 5 שניות לאחר מכן בתדר 2kHz למשך 5 שניות וחוזר חלילה (היעזרו בקוד בסימטריה של הדרישה).  
תדר האות נדרש להיות ברזולוציה מקסימאלית, עד כדי דיוק של מחזור פקודה (מדוד בעזרת הסקופ).  
השתמש ב- Cycle counter לצורך חישוב כמות מחזורי השעון לביצוע הקוד (חלק קוד להשהיה ותוספת הקוד לבדיקות תנאים וכו').

**הערה:** המצב אינו אטומי ולכן מוגדר להסתיים בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר

• (state=idle=0):

הבקר מכבה את הלדים וחוזר למצב שינה (Sleep Mode).

**E. ביצוע HW QA של פעולת המערכת:**

לצורך בדיקת עמידות המערכת לפי הגדרת המצבים המרכיבים אותה, נדרש ללחוץ על הלחצנים באופנים הבאים:

1. לחיצה אחת אחרי השנייה לפי סדר המתגים PB0 → PB1 → PB2 :  
במקרה זה המערכת תבצע את המצבים בסדר הבא: מצב1, מצב2, מצב3
2. לחיצה אחת אחרי השנייה לפי סדר המתגים PB1 → PB0 → PB2 :  
במקרה זה המערכת תבצע את המצבים בסדר הבא: מצב2, מצב1, מצב3
3. לחיצה אחת אחרי השנייה לפי סדר המתגים PB2 → PB1 → PB0 :  
במקרה זה המערכת תבצע את המצבים בסדר הבא: מצב2, מצב1, מצב0
4. לחיצה אחת אחרי השנייה לפי סדר המתגים PB0 → PB1 :  
במקרה זה המערכת תבצע את המצבים בסדר הבא: מצב1, מצב2, מצב0

**F. תזכורות:**

ערך תדר ברירת המחדל של שעון MCLK הוא:

$$f_{MCLK} = 32 \cdot 32768 = 2^{20} = 1,048,576 \text{ Hz} \rightarrow T_{MCLK} = \frac{1}{2^{20}} \approx 0.954 \mu\text{sec}$$

**G. צורת הגשה דוח מכין:**

- הגשת מטלת דוח מכין תיעשה ע"י העלאה למודל של תיקיית zip מהצורה **id1\_id2.zip** (כאשר id1 < id2), רק הסטודנט עם הת"ז id1 מעלה את הקבצים למודל.
- התיקייה תכיל את שני הפרטים הבאים בלבד:
  - ✓ קובץ pre\_labx.pdf – מכיל תשובות לחלק תיאורטי דו"ח מכין
  - ✓ תיקייה בשם IAR - מכילה את **קובצי המקור בלבד** (קבצים עם סיומת \*.s43) של מטלה מעשית דוח מכין.

**H. צורת הגשה דוח מסכם:**

- הגשת מטלת דוח מכין תיעשה ע"י העלאה למודל של תיקיית zip מהצורה **id1\_id2.zip** (כאשר  $id1 < id2$ ), רק הסטודנט עם הת"ז id1 מעלה את הקבצים למודל.
- התיקיה תכיל את שני הפרטים הבאים בלבד:
  - ✓ קובץ `final_labx.pdf` – מכיל תיאור והסבר לדרך הפתרון של מטלת זמן אמת.
  - ✓ תיקייה בשם IAR - מכילה את קובצי המקור בלבד (קבצים עם סיומת \*.s43) של מטלת זמן אמת.

**בהצלחה**