

## Table of Contents

<a href="#">A</a>	חומר עזר כללי בקר משפחה MSP430x4xx :	2
<a href="#">B</a>	חלק תיאורטי – Basic Timer (משפחה MSP430x4xx):	2
<a href="#">C</a>	חלק תיאורטי – Advanced Timers (משפחה MSP430x4xx):	2
<a href="#">D</a>	חלק מעשי – כתיבת קוד מערכת פורטאבילי בשפת אסמבלי (דרישה המתאימה לערכת הפיתוח האישית):	3
	חיבורי חומרה:	3
	ארכיטקטורת תוכנה של המערכת:	3
	דרייברים שכבת ה HAL תוספות לתמיכה במערכת:	3
	דרישת מצבים של גרעין ההפעלה במערכת:	3
<a href="#">E</a>	צורת הגשה דוח מכין:	4
<a href="#">F</a>	צורת הגשה דוח מסכם:	4

## דו"ח מכין מס' 5 – ניסוי Basic and Advanced Timers

### A. חומר עזר כללי בקר משפחה MSP430x4xx :

#### Basic Timer1 ❖

בקובץ מעבדה MSP430x4xx user guide עמודים 425 – 433

Tutorial 5.1 (חומר כתוב + וידאו).

#### Advanced Timers ❖

1. קובץ הכנה Tutorial No.6 (חומר כתוב + וידאו).

2. **Timer B** - קריאה מקדימה

בקובץ מעבדה MSP430x4xx user guide עמודים 473 – 498

### B. חלק תיאורטי – Basic Timer (משפחה MSP430x4xx):

1. רשום את ערך רגיסטר BTCTL לצורך ביצוע פסיקה במרווחי זמן של 1sec.
  2. מהו ערכם של הרגיסטרים BTCNT1 ו- BTCNT2 לאחר שנייה זו.
  3. הסבר את שני אופני העבודה של טיימר Basic Timer1. ואת היתרון של כל אחד מהם.
  4. רשום את ערך רגיסטר BTCTL לצורך ביצוע פסיקה במרווחי זמן של 8usec (הכי קרוב שאפשר).
  5. הסבר כיצד פועלת פסיקת Basic Timer1 ועל הצורך בה.
  6. באופן העבודה של שני טיימרים נפרדים בגודל 8-bit.
- נתונים:  $clk1 = ACLK, clk2 = SMCLK, BTIP = 0x7$
- חשב והסבר, בכמה מתקדם הערך BTCNT1 בין פסיקות עוקבות של הטיימר.

### C. חלק תיאורטי – Advanced Timers (משפחה MSP430x4xx):

1. מנה מס' אפליקציות שניתן לבצע בעזרת Timer\_B.
2. מנה את אופני העבודה של Timer\_B.
3. מה משמעות ומטרת השימוש של אופן **Capture** ואופן **Compare**.
4. הסבר מהי מטרת יחידת **Output Unit** ומה היתרון שלה?
5. הסבר רעיונית, כיצד ניתן למנות תדר לא ידוע של שעון חיצוני המחובר למעבד?
6. כאשר Timer\_B מוזן ע"י ACLK (32768Hz) והוא מקונפג ל-**Compare mode** מהו ערך הרגיסטר **TBCCR0** לצורך אפשרור פסיקה פעם בשנייה.
7. פרט והסבר שני הבדלים פונקציונאליים בין TimerA במשפחה MSP430x2xx לבין TimerB במשפחה MSP430x4xx

## D. חלק מעשי – כתיבת קוד מערכת פורטאבילי בשפת אסמבלי (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.

### חיבורי חומרה:

1. הלחצנים PB1, PB0 נדרש לחבר לרגלי הבקר P2.1, P2.0 בהתאמה.
2. את מסך ה- LCD נדרש לחבר לפורט P1 עבור D0-D7 ואת שלושת קווי הבקרה לרגליים P2.5, P2.6, P2.7

### ארכיטקטורת תוכנה של המערכת:

1. ארכיטקטורת התוכנה של המערכת נדרשת להיות מבוססת *Simple FSM* המבצעת אחת מתוך ארבע פעולות בהינתן בקשת פסיקה חיצונית של לחיצת לחצן מתוך שלושה לחצנים.
2. קוד המערכת נדרש להיות מחולק לשכבות אבסטרקציה כך שהוא יהיה נייד (portable) בקלות בין משפחות MSP430x2xx, MSP430x4xx ע"י החלפת שכבת ה- BSP בלבד.
3. 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.
4. משלב זה ואילך, אסור לבצע השהייה ע"י שימוש ב poling למעט עבור debounce ברוטינת שירות של בקשות פסיקה בגין לחצנים.

### דרייברים שכבת ה HAL תוספות לתמיכה במערכת:

1. כתיבת פונקציות ה driver של ה LCD צריכות להיות ממוקמות ב HAL בעוד שפונקציה להדפסת מחרוזת או משתנה המבוססת עליהן צריכה להיות ממוקמת בשכבת ה API .
2. דרייבר מתאים לתמיכה בתכונת Input capture .
3. דרייבר מתאים לתמיכה בתכונת Basic Timer .
4. דרייבר מתאים לתמיכה בתכונת Output compare .

### דרישת מצבים של גרעין ההפעלה במערכת:

(state=idle=0): הבקר נמצא/חוזר למצב שינה (Sleep Mode).

(state=1) PB0 על לחצן

נדרש להדפיס על גבי מסך LCD שעון עצר לאחר של דקה במניית שניות (המצב ההתחלתי בכניסה למצב הוא 01:00), הקפידו על רמת הדיוק המנייה ועל מיקום המנייה על מסך ה LCD כמופיע באיור הבא:



המצב מוגדר להסתיים בהגעה לערך מנייה 00:00 או בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר. במשפחה MSP430x2xx המנייה חייבת להתבצע בשימוש פסיקות של מודול Timer\_A0 בלבד.

בלחיצה על לחצן PB1 (state=2):

נדרש לממש counter (מונה תדר) למדידת תדר אות שעון חיצוני המוזן ממחולל האותות לרגל הבקר P2.4 ולהציג את ערך התדר הנמדד על גבי מסך LCD, לפי הפירוט הבא:

✓ הצגת התדר ביחידות של Hz בצורה **דינאמית** (ללא הצגת היסטוריית המדידות), כאשר ערך המדידה מתעדכן נדרש לכתוב רק לשדה value ולא לרענן את כל המסך.

LCD Measured frequency:  
value [Hz]

✓ ערך התדר של האות הנמדד יהיה בתחום של  $f \in [100\text{Hz}, 20\text{kHz}]$

✓ רזולוציה של המדידה נדרשת להיות ברמת דיוק של תדר שלם.

✓ סינון רעשים (במידה והתדר לא משתנה בתוך רזולוציית המדידה הערך על המסך לא מתעדכן).

המצב מוגדר להסתיים בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר. המימוש נדרש להיות מבוסס אופן עבודה Input Capture, במשפחה MSP430x2xx של מודול Timer\_A1.

**הערה:** לפני חיבור המחולל לערכה, וודאו שאות השעון במוצא המחולל הוא גל ריבועי עם ערכי קצוות 0v-3v.

הקפידו לחבר את המחולל בקוטביות נכונה, בננה שחורה ל- GND ובננה אדומה לפין הרצוי.

E. 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\_lab\_x.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.

F. 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.
- התיקייה תכיל את שני הפרטים הבאים בלבד:
  - ✓ קובץ final\_lab\_x.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**