

תוכן עניינים:

- A. נושאי המעבדה + חומר הכנה (מבוסס על הנלמד בקורס מבוא למחשבים צמוד מעבדה): 2
- B. קוד לדוגמא (LAB Evaluation Kit): 2
- C. קוד לדוגמא (Personal Evaluation Kit): 2
- D. שאלות הכנה תיאורטיות TimerB: 2
- E. שאלות הכנה תיאורטיות מודול ADC12 : 2
- F. חלק מעשי – כתיבת קוד מערכת פורטאבילי : 3
- G. צורת הגשה דוח מכין: 5
- H. צורת הגשה דוח מסכם: 5

Timers, ADC and DAC

A. נושאי המעבדה + חומר הכנה (מבוסס על הנלמד בקורס מבוא למחשבים צמוד מעבדה):

1. קובץ הכנה Tutorial No.6 (חומר כתוב + וידאו).
2. **Timer B** - קריאה מקדימה
- בקובץ מעבדה MSP430x4xx user guide עמודים 473 – 498
3. קובצי הכנה Tutorial No.7 (חומר כתוב + וידאו).
4. **ADC12** - קריאה מקדימה
- בקובץ מעבדה MSP430x4xx user guide עמודים 773 – 799
5. להפעיל את קובצי הקוד לדוגמא ולהבין אותם.

B. קוד לדוגמא (LAB Evaluation Kit):

קובצי קוד לדוגמה עבור המודולים TimerB, ADC12, DAC12 נמצאים במודל תחת לשונית הניסוי.

C. קוד לדוגמא (Personal Evaluation Kit):

קובצי קוד לדוגמה עבור המודולים TimerB, ADC12, DAC12 נמצאים במודל תחת לשונית *Personal Evaluation Kit*.

D. שאלות הכנה תיאורטיות TimerB:

- 1) הסבר את ההבדל בייעוד של הטיימרים BASIC Timer1 ו-TimerB
- 2) מה משמעות ומטרת השימוש של אופן **Capture** ואופן **Compare**.
- 3) הסבר מהי מטרת יחידת **Output Unit** ומה היתרון שלה?
- 4) מנה שלוש שיטות למימוש מונה תדר של שעון חיצוני המחובר למעבד. עבור כל שיטה רשום מהו זמן הריענון (זמן מינימאלי בין חישובים עוקבים).
- 5) כאשר Timer_B מוזן ע"י ACLK (32768Hz) והוא מקונפג ל-**Compare mode** מהו ערך הרגיסטר **TBCCR0** לצורך אפשרור פסיקה פעם בשנייה.
- 6) הסבר את סוגי הפסיקות במודול זה ומה מטרת כל סוג פסיקה
- 7) הסבר את סוגי אותות PWM אותם ניתן להפיק במוצא הבקר ומה ההבדל ביניהם.

E. שאלות הכנה תיאורטיות מודול ADC12 :

- 1) מהם מקורות שעון ההמרה ADC12CLK ומה הצורך בכולם
- 2) פרט והסבר בקצרה את השיטות לקביעת מרחק בין הדגימות של מודול ADC12?
- 3) הסבר בקצרה את 4 אופני העבודה של מודול ADC12, **רשום דוגמה** על הצורך בשימוש בכל אחד מהאופנים.
- 4) הסבר את העיקרון והיתרון של שימוש ברגיסטר ADC12IV ומה התשלום בזמן ריצה ללא השימוש בו.
- 5) הסבר את המושג data format במודול DAC12 והצורך בשימוש בו.
- 6) הסבר מהי רזולוציה עבור מודול DAC12 ואיך קובעים אותה.
- 7) הסבר את המושג Self-calibration ומתי תרצה להשתמש בו.
- 8) הסבר את ההבדל העקרוני בין המודולים **ADC12, ADC10** (ראה דיאגרמות שני המודולים).

F. חלק מעשי – כתיבת קוד מערכת פורטאבילי :

נתונים בנוסף חיבורי חומרה הבאים:

- הלחצנים PB0 - PB2 מחוברים לרגלי הבקר P1.0 – P1.2 בהתאמה
- כניסה אנלוגית נדרש לחבר לרגל הבקר P1.3 (כניסה A3)
- מסך LCD נדרש לחבר את D4-D7 לרגליים P1.4-P1.7 בהתאמה (אופן עבודה של ה- LCD בארבע סיביות של מידע) + שלושת קווי הבקרה של ה- LCD לרגליים P2.5, P2.6, P2.7 (קוד עבור LCD נתון במודל, עליכם לעדכן לצרכיכם).
- מוצא Generator מחובר לרגל P2.4 במצב של (Input capture)
- רגל P2.2 במצב של Output compare (PWM) מחוברת לערוץ הסקופ CH2 ול- Buzzer (במקביל)
- **הבהרה:** מתח Vcc בערכת הפיתוח האישית נע בין 3.5v-3.65v (בשונה מערכת הפיתוח במעבדה Vcc=3.3v)
- **והוא תלוי לאיזה מחשב מחוברת ערכת הפיתוח (קיימת שונות של מתח ה- Vcc בחיבור בין מחשבים שונים).** כדי לבדוק את ערך Vcc במדויק, זאת ניתן למדוד מהי רמת מתח המוצא של ה- '1' לוגי מאחד הפורטים.
- ארכיטקטורת התוכנה של המערכת נדרשת להיות מבוססת *Simple FSM* (כמתואר בדו"ח מכין 1) המבצעת אחת מתוך ארבע פעולות בהינתן בקשת פסיקה חיצונית של לחיצת לחצן מתוך שלושת הלחצנים.
- קוד המערכת נדרש להיות מחולק לשכבות כך שהוא יהיה נייד (portable) בקלות בין משפחות *MSP430x2xx*, *MSP430x4xx* ע"י החלפת שכבת ה- BSP בלבד.
- **המשמעות:** קוד המערכת נדרש לרוץ על ערכת הפיתוח האישית וגם על ערכת הפיתוח במעבדה. בגישה זו רוב שלבי הפיתוח ייעשו על גבי הערכת פיתוח האישית ובדיקת שלב התאמת ה- BSP ייעשה על ערכת הפיתוח במעבדה.
- כתיבת פונקציות ה- driver של ה- LCD צריכות להיות ממוקמות ב- HAL בעוד שפונקציה לכתיבת מחרוזת המבוססת עליהן צריכה להיות ממוקמת בשכבת ה- API .
- 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.
- **משלב זה ואילך, אסור לבצע השהייה ע"י שימוש ב- polling למעט עבור debounce ברוטינת שירות של בקשות פסיקה בגין לחצנים.**

להלן דרישת מצבי המערכת:

:(state=idle=0)

בלחיצת RESET או בסיום ביצוע כל המצבים, הבקר נמצא/חוזר למצב שינה (Sleep Mode).

בלחיצה על לחצן PB0 (state=1):

נדרש לממש counter (מונה תדר) למדידת תדר אות שעון חיצוני f_{in} המוזן ממחולל האותות לרגל הבקר P2.4 (ובערכת הפיתוח במעבדה P2.3) את ערך התדר הנמדד יש להציג 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.

התדר המחושב יוצג על גבי מסך ה-LCD, עבור תחום $f_{in} \in [20\text{Hz} - 20\text{kHz}]$ ברמת דיוק של תדר שלם

LCD fin = 19349 Hz

✓ המימוש יהיה לפי השיטה המבוססת על input capture בלבד, לצורך השגת זמן ריענון ודיוק מקסימאליים (קבעו את שעון המזין את הטיימר להיות SMCLK).

✓ פשטו את הביטוי לחישוב f_{in} להיות מינימאלי, מהו הביטוי? כמה מחזורי שעון אורך החישוב?

✓ סינון רעשים (כלומר, במידה והתדר לא משתנה המרחק הנמדד לא ישתנה).

הסבר: המצב מוגדר להסתיים בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר. המימוש נדרש להיות מבוסס אופן עבודה Input Capture, במשפחה MSP430x2xx של Timer_A1 ובמשפחה MSP430x4xx של TimerB. לפני חיבור המחולל לערכה, וודא שאות השעון במוצא המחולל הוא גל ריבועי עם ערכי קצוות 0v-3v. הקפד לחבר את המחולל בקוטביות נכונה, בננה שחורה ל-GND ובננה אדומה לפין הרצוי.

בלחיצה על לחצן PB1 (state=2):

נדרש לבצע 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:

LCD MM:SS

הסבר: המצב מוגדר להסתיים בהגעה לערך מנייה 00:00, מצב זה נדרש לאפשר לחתוך ע"י שאר הלחצנים, במשפחה MSP430x2xx המנייה חייבת להתבצע בשימוש פסיקות מודול Timer_A0 בלבד (במשפחה MSP430x4xx לבחירתכם מתוך שיקולי תכנון).

בלחיצה על לחצן PB2 (state=3):

נדרש לממש מחולל Tones על בסיס אות כניסה v_{in} מחזורי מהמחולל עם ערכי קצוות 0v-3v בתחום תדרים $f_{in} \in [10\text{Hz} - 50\text{Hz}]$

נדרש להוציא מרגל הבקר P2.2 המחוברת ל Buzzer אות ריבועי בתדר f_{out} באופן הבא:

$$f_{out}: [ADC \text{ conversion values}] \rightarrow [1\text{kHz} - 3\text{kHz}]$$

✓ מהו תדר הדגימה המומלץ מבחינת זמן תגובה, דיוק וצריכת אנרגיה? הסבר את השיקולים בבחירתך

הערה: המצב מוגדר להסתיים בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר.

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 / CCS` - מכילה שתי תיקיות, אחת של קובצי source (קבצים עם סיומת *.c) והשנייה של קובצי header (קבצים עם סיומת *.h).

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.
- התיקייה תכיל את שני הפרטים הבאים בלבד:
 - ✓ קובץ `final_labx.pdf` – מכיל תיאור והסבר לדרך הפתרון של מטלת זמן אמת.
 - ✓ תיקייה בשם `IAR / CCS` - מכילה שתי תיקיות, אחת של קובצי source (קבצים עם סיומת *.c) והשנייה של קובצי header (קבצים עם סיומת *.h).

בהצלחה.