

תוכן עניינים:

- A. נושאי המעבדה: 2
- B. חומר הכנה למעבדה: 2
- C. תיאור קוד לדוגמא: 2
- D. שאלות הכנה – נדרש להגיש במודל באופן מקוון עד למפגש המעבדה: 3
- E. מטלת המעבדה: 4
- F. צורת הגשה דוח מכין: 5
- G. צורת הגשה דוח מסכם: 5

Analog-to-Digital Converter (ADC) and Digital-to-Analog Converter (DAC)

A. נושאי המעבדה:

- בניסוי מעבדה זה נעסוק בנושא ADC ו-DAC. בבקר אתו אנו עובדים KL25Z128VLK4 ישנם:
- מודול אחד בשם **ADC0** להמרת אות מתח אנלוגי לערך דיגיטלי.
 - מודול אחד בשם **DAC0** להמרת ערך דיגיטלי לאות מתח אנלוגי.
 - העקרונות זהים לאלו אשר למדתם במעבדת קורס "מבוא למחשבים".

B. חומר הכנה למעבדה:

- בספר הבקר "KL25 Sub-Family User Manual"

❖ חומר לקריאה עבור **ADC** –

Chapter 28 עמודים 457 – 486 (להתמקד בהבנת עקרון פעולה, אין צורך לדקלם את מה שכתוב)

Chapter 3 ועמודים 200-201, 45-46

❖ חומר לקריאה עבור **DAC** (רק במידה וסיימתם עבור **ADC**) - Chapter 30 (537 - 545) ועמ' 208

- להפעיל את הקוד לדוגמא ולהבין אותו.

- על בסיס הנ"ל לבצע את מטלת המעבדה.

C. תיאור קוד לדוגמא:

הערה: קוד לדוגמא מכיל עבודה מול הרכיב הפריפריאלי בלבד (אינו מחולק לשכבות ואינו מבוסס פרדיגמת

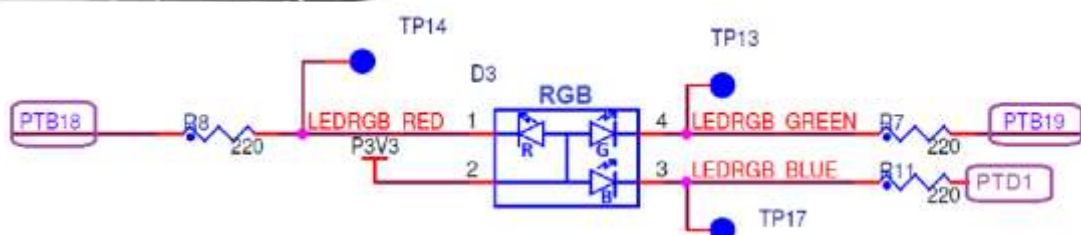
תכנון simple FSM כפי שנדרש מכם בביצוע המשימה).

במידת מתח אנלוגי בתחום של 0v - 3.3v דרך רגל הבקר **PTE20** (כמובן שנדרש לקנפג אותה למצב ADC) נוכל לשלוט צבע לד RGB (הנמצא בכרטיס KL25Z) מתוך 7 צבעים (מצב כבוי לא נחשב) לפי הסדר הבא:

ירוק, כחול, תכלת, אדום, כתום, ורוד, לבן



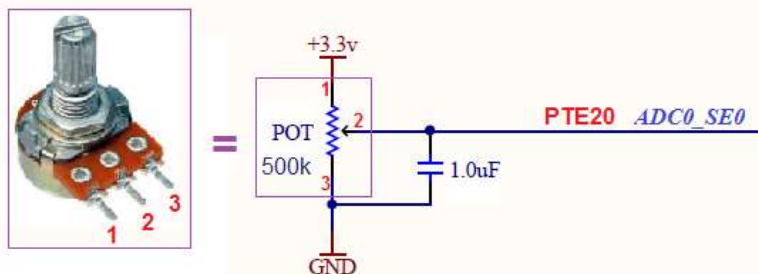
RGB LED	KL25Z128	Pin Alternation
Red Cathode	PTB18	ALT3 = TPM2_CH0
Green Cathode	PTB19	ALT3 = TPM2_CH1
Blue Cathode	PTD1	ALT4 = TPM0_CH1



- את המתח הנמדד נוציא דרך רגל **PTE30** – מוצא מודול **DAC0** (ניתן לבדוק במכשיר ה-DMM).
- אלגוריתם – נקנפג את מודול ADC כך שטווח מתחי הרפרנס $0\text{V} - 3.3\text{V}$ יחולקו ל- 2^{12} רמות מתח. תוצאת הדגימה היא מספר בינארי בתחום $0 - 0\text{xFFF}$. נחלק תחום מספרים זה ל-7, לכל תחום נתאים צבע להדלקת לד RGB לפי הסדר הנ"ל (ירוק - תחום נמוך ביותר, לבן - תחום גבוה ביותר).
- דוגמה – הדלקת לד RGB בצבע ירוק עבור תחום ראשון $0 \leq \text{Sampling Value} \leq 0\text{x249}$
- מדידת המתח תיעשה בצורה הבאה:
- נחבר את רגל **PTE20** למוצא נגד משתנה של הנמצא על גבי כרטיס ההרחבה (חיבור jumper לרגל POT).

תזכורת כללית:

ההתנגדות בין רגליים 1,3 היא קבועה וערכה הוא $500\text{k}\Omega$.
 ההתנגדות בין הרגליים 2,3 או 2,1 היא התנגדות משתנה ואפשרית בטווח של $1\Omega - 500\text{k}\Omega$ כתלות בסיבוב הזרוע. סכום ערכי 2 ההתנגדויות המשתנות הוא $500\text{k}\Omega$. כלומר: $R_{1,3} = R_{2,1} + R_{2,3}$



- מעבר לתחילת התוכנית ניתן ללחוץ על לחצן **RESET**.

הסבר למימוש התוכנית לדוגמא:

- נקנפג את שלושת רגלי הבקר המחוברות ללד RGB למצב GPIO.
- נקנפג את מודול ADC (ישנה הערה ליד כל שורת קינפוג)
- נקנפג את טיימר PIT לביצוע פסיקה כל 1msec לצורך ביצוע פקודת דגימה באופן ידני (כמובן שניתן לקנפג לצורת דגימה מחזורית או לצורת דגימה מחזורית הנשלטת ע"י חומרה) בתוך ISR.
- בתוך ISR של מודול ADC נבצע בדיקת תחום ערך הדגימה והדלקת לד RGB בצבע מתאים.

D. שאלות הכנה – נדרש להגיש במודל באופן מקוון עד למפגש המעבדה:

מודל ADC :

- (1) הסבר את המושגים differential and single-ended Output modes .
- (2) הסבר בפירוט את המושג רזולוציית הדגימות של מודול ADC ואיך היא נקבעת.
- (3) הסבר איך נקבע מקור שעון מודול ADC
- (4) פרט מהם אופני Trigger Mode לביצוע דגימה, מהי צורת הקינפוג שלהם, מה היתרון בכל אחת מהם ולאיזה שימוש היא מתאימה.
- (5) הסבר את תכונות המודול Hardware average, compare function, ומה שימושן?
- (6) רשום אלו רגיסטרים יש לקנפג וכיצד, על מנת קבל פסיקה מודול ADC כל פעם שמתקיים: $0\text{xBB8} \leq RA \leq 0\text{x249}$
- (7) ביחס לקוד לדוגמא, רשום מהו תדר השעון ADCK ומה משך הדגימה $t_{\text{sample time}}$.

E. מטלת המעבדה:**להלן תיאור צורת החיבורים הנדרשת בכרטיס ההרחבה לבקר KL25Z:**

- הלחצנים PB0 - PB1 מחוברים לרגלי הבקר P1.0 - P1.1 בהתאמה
- כניסה אנלוגית נדרש לחבר לרגל הבקר P1.3 - כניסה של אות מחזורי (אות משולש, ריבועי, סינוס, וכו')
- ממחולל האותות בתוך טווח המתח 0v-Vcc ובתדר של עד 1kHz
- 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).
- **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 סה"כ הפעולות בהינתן בקשת פסיקה חיצונית של לחיצת לחצן מתוך הגדרת הלחצנים.
- קוד המערכת נדרש להיות מחולק לשכבות כך שהוא יהיה נייד (portable) בקלות בין משפחות שונות של הבקר ע"י החלפת שכבת ה-BSP בלבד.
- 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.
- **אסור לבצע השהייה ע"י שימוש ב poling למעט עבור debounce ברוטינת שירות של בקשות פסיקה בגין לחצנים.**

להלן דרישת מצבי המערכת:

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

בלחיצה על לחצן PB0 (state=1):

נדרש להדפיס את ערכי V_{min} , V_{max} של אות המתח הנדגם מהמחולל בצורה דינאמית ורציפה כך שערכים אלו בלבד יתעדכנו בהתאם לשינוי אות המוצא של המחולל על גבי מסך LCD כמתואר באיור, ללא הצגת היסטוריית המדידות וללא רעשים (התחשבות בשינויים של יותר מ $\pm 3\Delta$). ערכי המתח הנמדדים יהיו ברמת דיוק של 2 ספרות אחרי הנקודה (ייצוג המספרים יהיה בנקודה קבועה בשימוש Q format - הגדרת הטיפוס לבחירתכם, תחת שיקול הנדסי מתאים).

LCD

$V_{min} = \text{value [v]}$ $V_{max} = \text{value [v]}$
--

המצב מוגדר להסתיים בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר.

בלחיצה על לחצן PB1 (state=2):

נדרש למדוד בעזרת הסקופ את תדר הדגימה של הבקר.
 כיצד נבצע זאת ? נבחר רגל בקר פנויה במצב OPIO output ונחבר אליה את ערוץ הסקופ.
 נבצע toogle לרגל זו ע"י פעולת XOR עם 1 (כתיבת 1 ל PTOR ברגל המתאימה) בשורת הקוד בה מתבצע
 trigger לדגימה בכל פעם, כך נקבל אות ריבועי מחזורי שתדר הדגימה שווה לחצי מחזור שלו.
 בדיקה: נא וודאו שתדר האות הריבועי הנמדד מתאים לקינפוג תדר הדגימה בקוד שלכם.
המצב מוגדר להסתיים בלחיצה על לחצן המשויך למצב אחר.

F. 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 **CW** - מכילה שתי תיקיות, אחת בשם **Sources** של קובצי source (קבצים עם סיומת *.c),
 והשנייה בשם **Project_Headers** של קובצי header (קבצים עם סיומת *.h).

G. 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 **CW** - מכילה שתי תיקיות, אחת בשם **Sources** של קובצי source (קבצים עם סיומת *.c),
 והשנייה בשם **Project_Headers** של קובצי header (קבצים עם סיומת *.h).

בהצלחה