

תוכן עניינים

15	.....הקדמה
16	.....נושאי הלימוד בספר
18	.....המלצות ללומדים
21	.....פרק 1 : מבוא למיקרו-בקר C8051F380
22	..... מושגי יסוד
22	..... Software - תוכנה
22	..... Hardware - חומרה
22	..... יחידת המיקרו-בקר - MCU
23	..... יחידת הליבה של המיקרו-בקר
23	..... ליבת המעבד
24	..... יחידת הזיכרון (Memory)
24	..... זיכרון Flash
24	..... זיכרון כתיבה וקריאה RAM
24	..... יחידת הפסיקות
24	..... יחידת ממשק הדיבוג
25	..... Processor Support Peripherals
25	..... יחידת המתנד Oscillator
25	..... מעגל איפוס Reset
25	..... יחידת אספקת המתח
25	..... WDT
25	..... יחידת רכיבים דיגיטליים היקפיים
25	..... יחידת GPIO
25	..... פורט PORT כניסה ויציאה מקבלי
26	..... קוצב זמן
26	..... מונה ספירת מאורעות
26	..... יחידת תקשורת UART
26	..... יחידת תקשורת I <sup>2</sup> C
26	..... יחידת תקשורת SPI
26	..... יחידת תקשורת USB
27	..... יחידת רכיבים אנלוגיים היקפיים
27	..... יחידת ADC
27	..... יחידת DAC
27	..... יחידת מתח הייחוס VREF
27	..... יחידת CDC
27	..... יחידת MUX אנלוגי
27	..... חישן טמפרטורה
27	..... חברת Silicon labs

28	.....C8051Fxxx	משפחת מיקרו-בקרים
28	.....CIP-51	ארכיטקטורה
29	.....C8051F380	נתוני מיקרו-בקר

<b>33</b>	.....	<b>פרק 2:</b> מערכת הפיתוח $\mu$ vision
34	.....	מושגים בתוכנה
34	.....	פסיקה חיצונית
34	.....	מבוא לסימולציה וקומפילציה
35	.....	תהליך הקומפילציה
36	.....	סביבת פיתוח $\mu$ Vision5
37	.....	פתיחת פרויקט
37	.....	ניהול קובצי הפרויקט
40	.....	בדיקת הלוח
41	.....	הוספת קובץ לפרויקט
43	.....	ביצוע קומפילציה לפרויקט
50	.....	צריבת הלוח מבלי לבצע דיבוג
54	.....	דיבוג התוכנית
56	.....	הרצת הסימולציה בעזרת פקודות step

<b>63</b>	.....	<b>פרק 3:</b> מבוא לשפת C
64	.....	כללים לפיתוח פרויקט בשפת C למיקרו-בקר
65	.....	ניהול קובצי התוכנה בפרויקט בסביבת $\mu$ Vision
65	.....	הכללת קבצים עם סיומת .h
65	.....	מניעת הכללה מרובה
65	.....	הוראה #ifndef
67	.....	כתיבה למסך תצוגה גרפית
67	.....	עומק סיביות הצבע
67	.....	פונקציה LCD_setCursor
68	.....	פונקציה LCD_setTextSize
68	.....	פונקציית ספרייה stdio.h
69	.....	פונקציה printf
69	.....	תרגיל דוגמה 3-1
70	.....	פונקציה LCD_fillScreen
71	.....	רשימת צבעים
72	.....	פונקציה LCD_setText1Color
72	.....	פונקציה LCD_setText2Color
72	.....	תרגיל דוגמה 3-2
73	.....	משתנים
73	.....	הגדרת משתנים
74	.....	גודל טיפוס המשתנים

74	.....sfr	הוראה
75	.....sbit	הוראה
75	.....sfr16	הוראה
75	.....	הגדרת שמות חדשים לטיפוסים
75	.....typedef	פקודה
76	.....	סוג הזיכרון
78	.....	בחירת שם למשתנה
78	.....C	המילים השמורות של שפת
78	.....	המילים השמורות של שפת C למיקרו-בקרים
79	.....(Assignment)	אופרטור השמה/ הצבה
80	.....	תווי בקרה
80	.....(Newline) \n	תו בקרה
81	.....3-3	תרגיל דוגמה
82	.....Casting	
83	.....#define	הגדרת תווית על ידי שימוש בהוראת
83	.....	קבועים
83	.....code	הגדרת קבוע על ידי שימוש בזיכרון
84	.....	אופרטורים (מפעילים)
84	.....	קבוצת האופרנדים (הנפעלים)
84	.....	קבוצת האופרטורים (המפעילים)
84	.....	אופרטורים אריתמטיים
85	.....3-4	תרגיל דוגמה
86	.....	הצבה מקוצרת
86	.....	אופרטורים של יחס
87	.....	ביטויים לוגיים
87	.....	אופרטורים לוגיים
88	.....	משפטי תנאי
88	.....if	משפט בקרה
89	.....if else	משפט בקרה
90	.....3-5	תרגיל דוגמה
92	.....	תנאים מקוננים סולמות
92	.....	תרגול
93	.....	מונה
93	.....	לולאות
95	.....	תרגול
95	.....while	לולאה
96	.....3-7	תרגיל דוגמה
98	.....	תרגול
98	.....do while	לולאה -
98	.....3-8	תרגיל דוגמה
99	.....	תרגול

99	.....for לולאה
101	.....3-9 תרגיל דוגמה
103	.....תרגול
103	.....break פקודת
103	.....switch משפט הבקרה
104	.....case כללים לכתיבת פסוקי
104	.....3-10 תרגיל דוגמה
106	.....פונקציות
106	.....הגדרת פונקציות
107	.....פונקציות שאינה מקבלת פרמטרים ואינה מחזירה ערך
107	.....משתנים גלובליים
108	.....3-11 תרגיל דוגמה
109	.....הצהרת פונקציות
109	.....3-12 תרגיל דוגמה
110	.....משתנים לוקאליים(מקומיים).
111	.....משתנה סטטי
111	.....3-13 תרגיל דוגמה
112	.....פונקציה המקבלת פרמטרים ואינה מחזירה ערך
112	.....שליחת פרמטרים לפונקציה
112	.....3-14 תרגיל דוגמה
115	.....פונקציה המחזירה ערך
115	.....3-15 תרגיל דוגמה
117	.....משתנים חיצוניים
117	.....extern
117	.....3-16 תרגיל דוגמה

<b>119</b>	<b>..... פרק 4: כתיבה ליציאות דיגיטאליות</b>
120	.....C8051F380 הדקי I\O (Input \ Output) של מיקרו-בקר
120	.....(Port) כניסה/יציאה מקבילי
122	.....I/O הגדרת הדק
122	.....תרשים מבנה היחידה
122	.....Pull up הגדרת הדק כיציאה Open Collector ללא נגד
123	.....Pull up הגדרת הדק כיציאה Open Collector עם נגד
124	.....Push Pull הגדרת הדק כיציאה
125	.....טבלה מסכמת של הגדרת המצבים
125	.....טבלת נתונים טכניים של כל הדק I/O
126	.....הקצאת הדקי I/O כיציאות דיגיטליות
126	.....XBR0 רגיסטר
126	.....XBR1 רגיסטר
127	.....XBR2 רגיסטר

127	שימוש בתוכנה 2 Configuration Wizard להקצאת הדקים...
130	קביעת תצורת המיקרו-בקר לעבודה עם הדקי I/O .....
130	ביטול אפשרות העבודה עם יחידת WDT .....
133	אפשרו יחידת ה-Crossbar .....
137	חיבור נורת LED .....
137	חיבור נורת LED ליציאת הדק של מיקרו-בקר .....
139	חישוב מתחים וזרמים בהדק מוצא הפעיל בנמוך .....
138	תרגיל דוגמה 4-1 .....
142	חישוב מתחים וזרמים בהדק מוצא הפעיל בגבוה .....
143	הדלקת נורת LED '1' לוגי .....
143	הגדרת הדק P1.0 למצב יציאה Push Pull .....
145	פורט(Port) כניסה/יציאה מקבילי .....
145	פונקציות LCD_printNumB .....
145	תרגיל דוגמה 4-2 .....
147	אופרטורים לפעולות לוגיות בסיביות .....
150	תרגיל דוגמה 4-3 .....
151	פעולות הזזה .....
151	הזזה שמאלה .....
152	הזזה ימינה .....
152	תרגיל דוגמה 4-4 .....
154	תרגול .....
155	תצוגות Seven Segment .....
155	מבנה אריות Seven Segment .....
155	אריות מסוג CA (Common Anode) .....
156	אריות מסוג CC (Common Cathode) .....
156	חיבור מקבילי של תצוגות Seven Segment לפורט 1 .....
156	טבלת המרה (Look Up Table) .....
158	תרגיל דוגמה 4-5 .....
159	תרגיל דוגמה 4-6 .....
160	מערכים .....
160	מערך חד ממדי .....
160	הגדרת מערך .....
161	הגדרת גודל המערך .....
161	קריאת ערך תא מהמערך .....
163	תרגול .....
164	שיטת ריבוב TDM .....
164	תרגיל דוגמה 4-7 .....
167	תרגול .....

**169 פרק 5: קריאה מכניסות דיגיטליות ואנלוגיות.....**

170	..... גדלים דיגיטליים
170	..... מעגל חשמלי שבעת הלחיצה הערך המתקבל הוא '0' לוגי
171	..... מעגל חשמלי שבעת הלחיצה הערך המתקבל הוא '1' לוגי
171	..... חיבור לחצנים/מתגים למעבד ופתרון בעיות רטט
172	..... מימוש מערכת de-bounce בתוכנה
172	..... מימוש מערכת de-bounce בחומרה
177	..... קובץ test_switch
179	..... תרגיל דוגמה 5-1
180	..... תרגיל דוגמה 5-2
182	..... תרגול
183	..... ממיר אנלוגי לדיגיטלי ADC
183	..... הנוסחה לחישוב הרזולוציה במתח
185	..... תהליך המרה
185	..... יחידת ADC של המיקרו-בקר C051F380
186	..... המבנה הפנימי של היחידה
186	..... רגיסטר AMX0P
187	..... רגיסטר AMX0N
189	..... רגיסטר ADC0CN
191	..... רגיסטר ADC0CF
192	..... רגיסטר ADC0
192	..... רגיסטר ADC0H
192	..... רגיסטר ADC0L
193	..... פורמט תוצאת ההמרה
194	..... פורמט Single-ended Mode
194	..... פורמט Differential Mode
196	..... שלבים לקריאת ערך אנלוגי מהדק I/O
197	..... אתחול יחידת ADC יתבצע באמצעות תוכנת Config2
202	..... קביעת מתח הייחוס באמצעות תוכנת Config2
203	..... פונקציה ADC_IN
203	..... תרגיל דוגמה 5-3
205	..... תרגול
205	..... תרגיל דוגמה 5-4
210	..... חיישן LDR
211	..... תרגיל דוגמה 5-5
212	..... תרגול
213	..... שינוי מתח יחוס
215	..... קביעת מתח הייחוס באמצעות תוכנת Config2
217	..... חיישן טמפרטורה LM35
217	..... תרגיל דוגמה 5-6
219	..... תרגול
220	..... פעולת הממיר ADC עם כניסה דיפרנציאלית

220	..... מיקרופון
221	.....תרגיל דוגמה 5-7
224	.....תרגול

**פרק 6: פסיקות חומרה**

225	.....פסיקה
226	.....פסיקות של מיקרו-בקר C8051F380
226	.....פסיקה חיצונית
227	.....סיכום שיטת הפסיקה
228	.....רגיסטר IE
230	.....רגיסטר TCON
231	.....רגיסטר IT01CF
233	.....תרגיל דוגמה 6-1
234	.....הגדרת פסיקה באמצעות תוכנת 2 configuration wizard
239	.....כתיבת שגרת פסיקה
242	.....דיבוג קוד התוכנית
243	.....תרגול
244	.....תרגיל דוגמה 6-2
250	.....דיבוג קוד התוכנית
250	.....תרגול
251	.....תרגיל דוגמה 6-3

**פרק 7: TIMERS**

255	.....TIMER-קוצב זמן
256	.....יחידת המתנד
256	.....יחידת המתנד של המיקרו בקר C8051F380
257	.....רגיסטר CLKSEL
259	.....רגיסטר FLSEL
259	.....אתחול יחידת המתנד יתבצע באמצעות תוכנת Config2
261	.....מבוא ל-TIMER
261	.....TIMER-קוצב זמן
261	.....Counter-מונה ספירת מאורעות
262	.....רגיסטר CKCON
264	.....Timer 0 ו-Timer 1
264	.....מבנה Timer 0 ו-Timer 1 בגודל 13Bits
265	.....מבנה Timer 0 ו-Timer 1 בגודל 16Bits
265	.....מבנה Timer 0 ו-Timer 1 בגודל 8bits Auto-Reload
266	.....רגיסטר TMOD
267	.....רגיסטר TCON

269	.....	רגיסטר Timer 0
270	.....	רגיסטר Timer 1
270	.....	חישובי זמנים ליצירת השהיות במונים
271	.....	תרגיל דוגמה 1-7
272	.....	אתחול המונים באמצעות תוכנת 2 Configuration Wizard
279	.....	תרגול
280	.....	שגרת פסיקה של מונים
280	.....	תרגיל דוגמה 2-7
286	.....	תרגיל דוגמה 3-7
287	.....	אתחול המונים באמצעות תוכנת 2 Configuration Wizard
288	.....	קובץ wait_ms
290	.....	תרגיל דוגמה 4-7
295	.....	Timer 2
295	.....	רגיסטר TMR2CN
297	.....	רגיסטר TMR2RLL
297	.....	רגיסטר TMR2RLH
297	.....	רגיסטר TMR2L
297	.....	רגיסטר TMR2H
299	.....	חיישן מרחק אולטרא סוניק
300	.....	תרגיל דוגמה 5-7
301	.....	אתחול המונים באמצעות תוכנת 2 Configuration Wizard
302	.....	קובץ ULTRASONIC
305	.....	מבוא ליצירת צלילים
305	.....	הפקת גל ריבועי בהדק P1.0
306	.....	תרגיל דוגמה 6-7
307	.....	אתחול המונים באמצעות תוכנת 2 Configuration Wizard
308	.....	קובץ tone

<b>311</b>	.....	<b>פרק 8: תקשורת טורית UART</b>
312	.....	מבוא לפרוטוקולים של תקשורת בין רכיבים
312	.....	פרוטוקול תקשורת טורית
314	.....	פרוטוקול תקשורת טורית סינכרונית
313	.....	פרוטוקול תקשורת טורית אסינכרונית
313	.....	תקשורת טורית UART
315	.....	פרוטוקול UART
315	.....	יחידת ה-UART במיקרו- בקר C8051F380
315	.....	יחידת UART0
315	.....	יחידת המשדר של UART0
316	.....	יחידת המקלט של UART0
317	.....	רגיסטר SCON0

319	.....SBUF0 רגיסטר
319	.....XBR0 רגיסטר
320	.....BAUD RATE קביעת קצב השידור
322	.....TH1 עבור קצבי שידור סטנדרטיים
322	.....Configuration Wizard 2 אתחול המונים באמצעות תוכנת
329	.....8-1 תרגיל דוגמה
329	.....PUTCHAR0 פונקציה
329	.....GETCHAR0 פונקציה
331	.....TERMINAL מבוא להפעלת
333	.....Access Port Terminal
335	.....החלק העליון של חלון התוכנה.
335	.....החלק התחתון של חלון התוכנה.
340	.....8-2 תרגיל דוגמה
342	.....8-3 תרגיל דוגמה
345	.....stdio.h שימוש בספריית
345	.....setprint פונקציה
346	.....8-4 תרגיל דוגמה
348	.....Bluetooth רכיב
349	.....Bluetooth חיבור התקני
349	.....smartphone ל- Bluetooth חיבור בין ה-
350	.....Bluetooth זיהוי ה-
354	.....תרגול

<b>355</b>	<b>פרק 9: יציאת PWM</b>
356	.....PWM הגדרת יציאות
356	.....PWM בקרת הספק באמצעות אפנון רחב פולס
357	.....(Programmable Counter Array) PCA יחידת
358	.....8Bit ביחידה PWM בגודל
359	.....(PCA Mode) PCA0MD רגיסטר
360	.....(PCA Capture/Compare Mode) PCA0CPMn רגיסטר
362	.....(PCA Control) PCA0CN רגיסטר
363	.....(PCA Capture Module Low Byte) PCA0CPLn רגיסטר
363	.....(PCA Capture Module High Byte) PCA0CPHn רגיסטר
364	.....(Port I/O Crossbar Register 1) XBR1 רגיסטר
364	.....Configuration Wizard 2 אתחול יחידת PCA באמצעות תוכנת
367	.....9-1 תרגיל דוגמה
371	.....RGB LED מבוא לחיבור נורת
372	.....RGB LED 10mm נורת
372	.....9-2 תרגיל דוגמה

375	.....	תרגיל דוגמה 9-3
378	.....	מנוע חשמלי DC
378	.....	חיבור המנוע למערכת ממוחשבת
379	.....	מנוע DC
379	.....	רכיב L293D
380	.....	בקרת PWM
380	.....	מתח המוצא למנוע
382	.....	שינוי כיוון המנוע ומהירותו
383	.....	גל משלים
384	.....	תרגיל דוגמה 9-4
387	.....	מנוע RC Servo
388	.....	יצירת רוחב פולס באמצעות PWM להפעלת מנוע RC-Servo
389	.....	יחידה PWM בגודל 16Bit
390	.....	רגיסטר PCA0MD (PCA Mode)
391	.....	רגיסטר PCA0CPMn (PCA Capture/Compare Mode)
392	.....	אתחול יחידת PCA באמצעות תוכנת 2 Configuration Wizard
394	.....	תרגיל דוגמה 9-5
398	.....	תרגיל דוגמה 9-6

<b>403</b>	.....	<b>פרק 10: פונקציות למסך מגע גרפי</b>
404	.....	הסבר על פונקציות של מסך גרפי
404	.....	צורות גרפיות על גבי המסך
404	.....	תרגיל דוגמה 10-1
407	.....	תרגיל דוגמה 10-2
408	.....	פונקציות להצגת טקסט בהתאם למיקום, גודל הפונט והצבע
409	.....	מסך מגע גרפי (Touch Screen)
409	.....	מסך מגע התנגדותי
410	.....	פונקציות לזיהוי מיקום לחיצה על המסך
411	.....	פונקציה ReadTouchX
411	.....	פונקציה ReadTouchY
411	.....	יצירת קובץ init380 לפרק 10 chapter
411	.....	תרגיל דוגמה 10-3
412	.....	תרגיל דוגמה 10-4
415	.....	פונקציות ליצירת פקדים ובדיקתם
415	.....	תרגיל דוגמה 10-5
417	.....	תרגול

<b>419</b>	.....	<b>פרק 11: פרוטוקול I<sup>2</sup>C</b>
421	.....	פעולות בסיסיות ברמת הביטים
422	.....	כתיבה וקריאה ברמת ה-Bytes

425	.....	BUS-ה של תזמונים לתדרים
426	.....	רכיב I <sup>2</sup> C-Master
426	.....	הגדרת הדק SCL והדק SDA
427	.....	שימוש בהדק SDA ככניסה בתהליך פניה לרכיב Slave
427	.....	פונקציה START
428	.....	פונקציה Stop
428	.....	פונקציה writeByteI2c
429	.....	פונקציה readByteI2c
432	.....	יצירת קובץ init380 לפרוטוקול I <sup>2</sup> C
433	.....	חיישני טמפרטורה
433	.....	חיבור חיישן טמפרטורה מודרני
434	.....	מד טמפרטורה LM75
435	.....	תרשים המלבנים של הרכיב
435	.....	כתובת הרכיב
436	.....	Pointer register
436	.....	מצבי העבודה
436	.....	רגיסטר טמפרטורה
438	.....	קובץ configTmep
438	.....	פונקציה configTemp
439	.....	פונקציה readTemp
440	.....	תרגיל דוגמה 11-1
441	.....	מודול LM75
444	.....	תרגיל דוגמה 11-2
446	.....	תרגול
447	.....	רכיבי RTC (Real Time Clock)
447	.....	רכיב RTC- DS1307/VS1307
447	.....	מאפייני הרכיב
448	.....	תיאור כללי של הרכיב
448	.....	אופן עבודת הרכיב
449	.....	תיאור התקשורת עם רכיב DS1307 עפ"י דפי היצרן
449	.....	תרגיל דוגמה 11-3
450	.....	פונקציה bcdToDec
450	.....	פונקציה decToBcd
450	.....	פונקציה writeDs1307
451	.....	פונקציה setupTime
454	.....	תרגול

<b>455</b>	.....	<b>פרק 12 : פרוטוקול SPI</b>
456	.....	פרוטוקול SPI (Serial Peripheral Interface)
456	.....	ההתקן משתמש בשלושה סוגי אותות חד-כיווניים
457	.....	מצבי העבודה של הפרוטוקול

457	.....(Clock Phase) CPHA פרמטר
457	.....(Clock Polarity) CPOL פרמטר
459	..... BUS ותזמונים של ה-BUS הרגישות לתדרים
459	..... SPI0 יחידת
459	.....3-Wire Single Master and 3-Wire Single Slave Mode
460	..... Multiple-Master Mode Connection Diagram
460	..... 4-Wire Single Master Mode and 4-Wire Slave Mode
461	..... SPI0CFG רגיסטר
463	..... SPI0CN רגיסטר
464	..... SPI0CKR רגיסטר
465	..... SPI0DAT רגיסטר
465	..... לסיכום דוגמה לאתחול היחידה
466	.....MCP4822 רכיב
467	..... פירוט הדקי הרכיב
467	..... מאפייני הרכיב
468	..... תרשים מלבנים של הממיר
470	..... קביעת תצורה וכתובת המידע לממיר
466	..... Configuration Wizard 2 אתחול יחידת SPI באמצעות תוכנת
475	.....12-1 תרגיל דוגמה
478	.....תרגול
479	.....רשימת הרכיבים המופעים בספר לצורך ניסויים