



## שיעור מספר 1

הסבר כללי על קורס

וארכיטקטורה של מיקרו בקר 8051

- ◆ ארכיטקטורה של 8051
- ◆ תיאור מערכת של מיקרו בקר C8051F020
- ◆ סט פקודות של 8051
- ◆ סנכרון של מערכת, מושג crossbar ופורטים לשימוש כללי (GPIO)
- ◆ פקודות של שפת Assembler
- ◆ תכנות בעזרת שפת C
- ◆ פסיקות
- ◆ טיימרים
- ◆ תקשורת טורית
- ◆ ממיר DA ומשווה
- ◆ ממיר AD

# הרצאות יחד עם תרגול

Lecture	Topic	Tutorial Questions	Lab number and Topic	Language
1	Course overview and 8051 architecture	1		
2	System overview of C8051F020	2	0. Prelab: Working with the tools	
3	Toolstick Platform Overview			
4	8051 Instruction Set	3		
5	System Clock, Crossbar, and GPIO	4	1. Blinky (no timers)	Assembly
6	Assembler Directives	5	2. 16x16 Multiply	Assembly
7	Programming using C Language	6	3. Blinky (no timers)	C
8	Interrupts	7		
9	Timer Operations and Programming	8	4. Blinky (timer with ISR) 5. Blinky (timer with ISR) and other timer operations 6. Switch debouncing	Assembly C C
10	Serial Communication	9	7. Serial Communication and LCD	C
11	DAC and Comparator		8. Analog Comparators 9. DAC	C C
12	ADC	10	10. ADC	C

➤ הרצאות ותרגול מבוססות על ספר:

“Embedded Programming with Field-Programmable Mixed-Signal Microcontrollers”  
Chew Moi Tin, Gourab Sen Gupta



## ◆ בסוף הקורס אתם תוכלו:

- להבין ארכיטקטורה של משפחה מפורסמת של מיקרו בקרים.
- להשתמש בסביבת עבודה IDE כדי לתכנת ולהריץ תוכנות מבוססות 8051.
- לתכנת בעזרת שפת Assembly ושפת C.
- להבין ולהשתמש ברכיבי קצה שנמצאים בתוך המיקרו בקר.
- להבין ולהשתמש ברכיבי קצה שנמצאים מחוץ למיקרו בקר.
- להבין ולהשתמש בפסיקות.
- לדעת להגדיר טיימרים במצבים שונים ולדעת להשתמש בהם.
- לדעת להשתמש בתקשורת טורית.
- להבין ולדעת להשתמש בממירי ADC, DAC ומשווים.



- ◆ ידע בסיסי במערכות אלקטרוניות.
- ◆ רכיבים פסיבים ואקטיבים כמו נגדים, קבלים, דיודות, טרנזיסטורים וכו.
- ◆ קורס של מערכות ספרתיות.
- ◆ שפת תכנות כלשהי וארדואינו – יתרון.

- ◆ מיקרו בקרים ומיקרו מעבדים.
- ◆ מה זה מיקרו בקר 8051.
- ◆ מבנה כללי של 8051. דיאגרמת בלוקים.
- ◆ האם מיקרו בקרים 8 סיביות עדיין רלוונטיים?
- ◆ ארכיטקטורות Harvard מול von Neumann
- ◆ ארגון זיכרון.

אוגרים עם פונקציות מיוחדות SFR.



SILICON LABS

## ◆ מיקרו מעבדים CPU

- דגש על ביצועים וגמישות.
- אין פנייה לחיישנים חיצוניים.
- שימוש בטלפונים סלולאריים, מחשבים, טאבלטים.

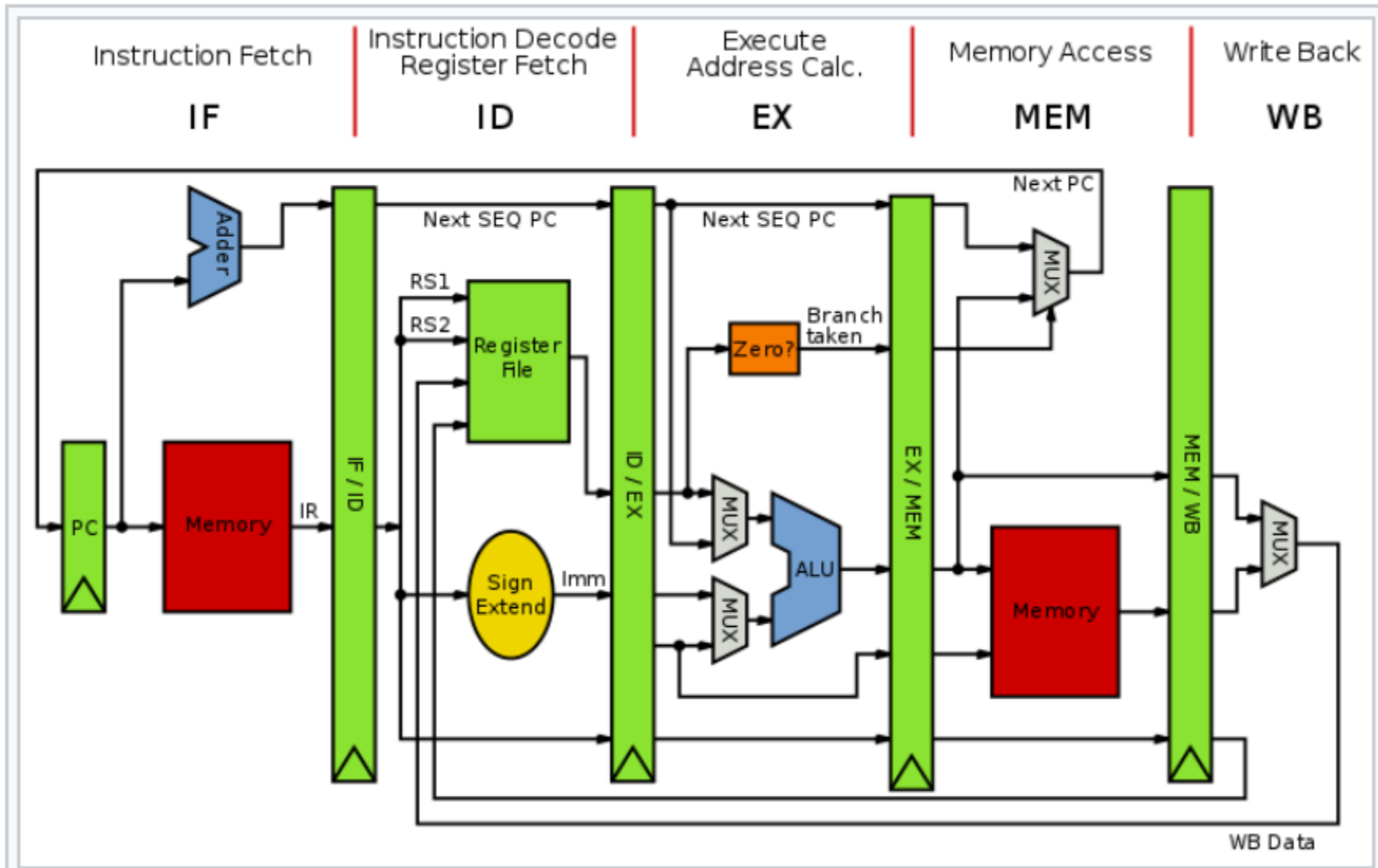
## ◆ מיקרו בקר: מיקרו מעבד + זיכרון.

- דגש על גודל פיזי ומחיר.
- המטרה העיקרית – לאסוף נתונים מעולם החיצוני (חיישנים) ולהפעיל את העולם החיצוני (ממסרים, מנועים וכו')
- שימוש בשעונים, שלטים, רכב אוטונומי, מערכות בקרה וכו'.

- ◆ Integrated Circuit (IC)  
מעגל אלקטרוני עם רמה גבוהה של אינטגרציה עם מטרה מסויימת או מספר מטרות.
- ◆ Central Processing Unit (CPU)  
מערכת עיבוד מרכזית – לב של כל מיקרו בקר או מיקרו מעבד.
- ◆ Microcontroller Unit (MCU)  
קיצור של מערכת של מיקרו בקר שמכיל בתוכו את CPU, את הזיכרון, פסיקות, פורטים וכו'.
- ◆ “n-bit” – מספר סיביות של פס נתונים של מיקרו בקר או מיקרו מעבד.  
➤ לדוגמא : 8-bit MCU, 32-bit MCU



# ארכיטקטורה של מיקרו בקר



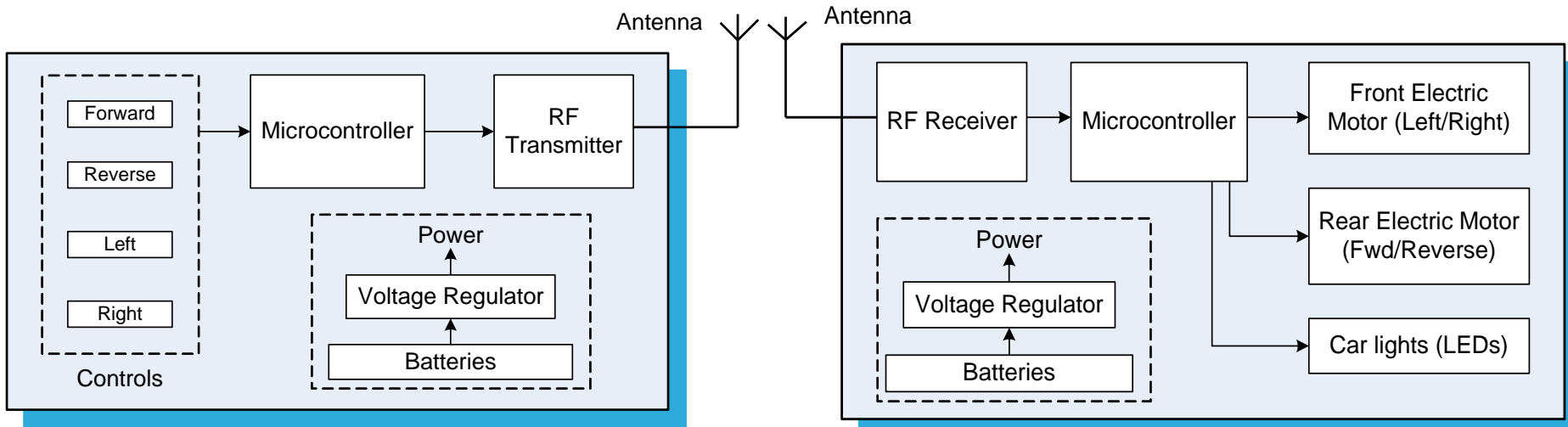
- ◆ נולד בשנת 1980 בעזרת חברה INTEL וחי עד היום.
  - ◆ מיקרו בקר הזה התחיל משפחה של מיקרו בקרים 8 סיביות.
  - ◆ ישנם מספר חברות שבנו מיקרו בקרים על בסיס וכהמשך ל8051:  
חברת NXP, ATMEL, סיליקון לאבס, STC.
  - ◆ הם הוסיפו פונקציות נוספות שלא היו ב-8051 מקורי: ADC, DAC, מספר ערוצי תקשורת, מספר פסיקות, גמישות בהקצאת פורטים וכו'.
  - ◆ בשנת 2000 חברת סיליקון לאבס פיתחו מיקרו בקר C8051F020 שמתבסס על 8051.
- נלמד אותו כבסיס לקורס.

# האם מיקרו בקרים 8 סיביות עדיין רלוונטיים?

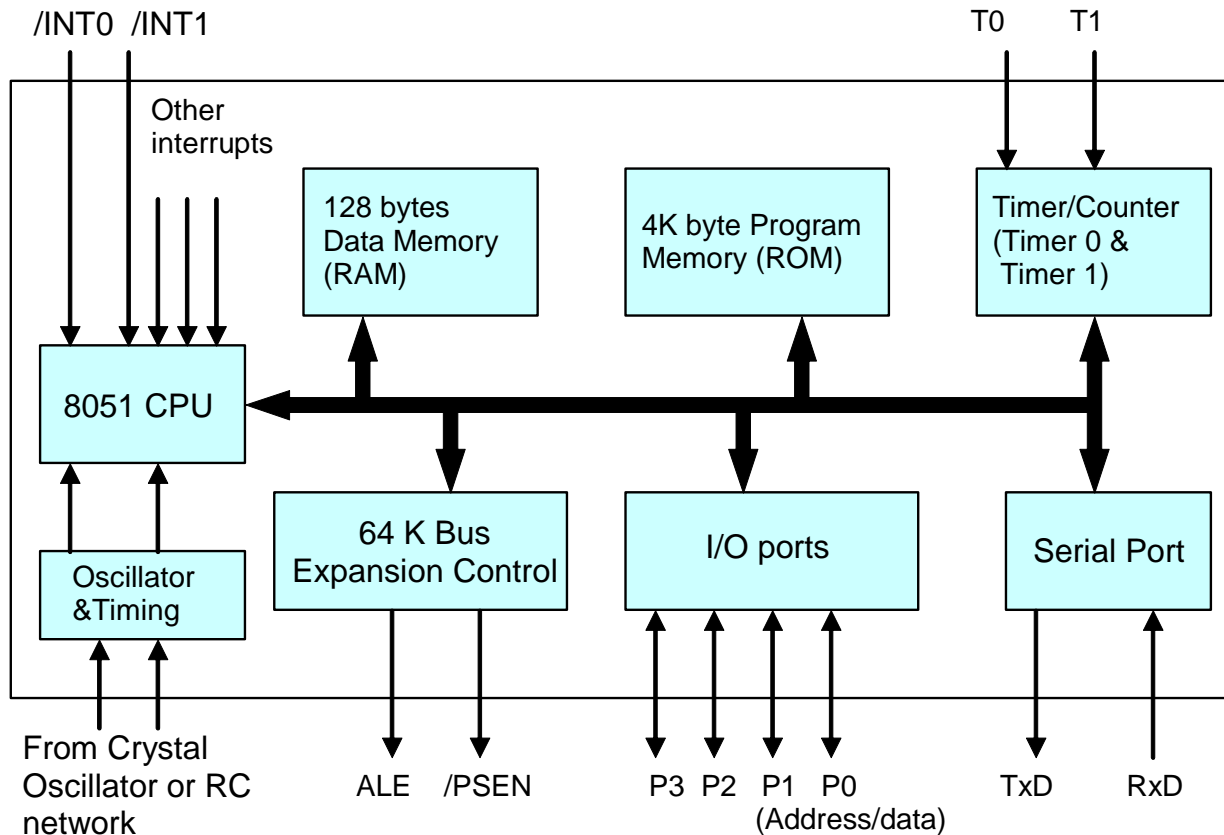
- ◆ למרות שקיימים מיקרו בקרים של 32 סיביות עדיין שוק של 8 סיביות חי ונושם (89C51, ארדואינו, AVR).
- ◆ תכנות של בקרים 8 סיביות פשוט יותר וקל יותר מבקרי 32 סיביות.
- ◆ בקרים 8 סיביות זולים יותר והיחס מחיר מול אפקטיביות טוב.
- ◆ לחיישנים אין הבדל עם מי לעבוד: הם עובדים גם עם מיקרו בקרים 8 סיביות וגם עם בקרים 32 סיביות.
- ◆ תהליך לימודי קל יותר, אם לומדים קודם משהו פשוט יותר ואז עוברים למסובך. ארדואינו <- בקרים 8 סיביות <- בקרים 32 סיביות.
- ◆ תכנות בקרים 32 סיביות של כל חברה שונה לגמרי ואי-אפשר ללמד במסגרת המכללה את כולם – עדיף לתת בסיס המשותף ושכל הנדסאי במקום עבודה ילמד את המיקרו בקר מתקדם יותר בהתאם לדרישות המעביד.



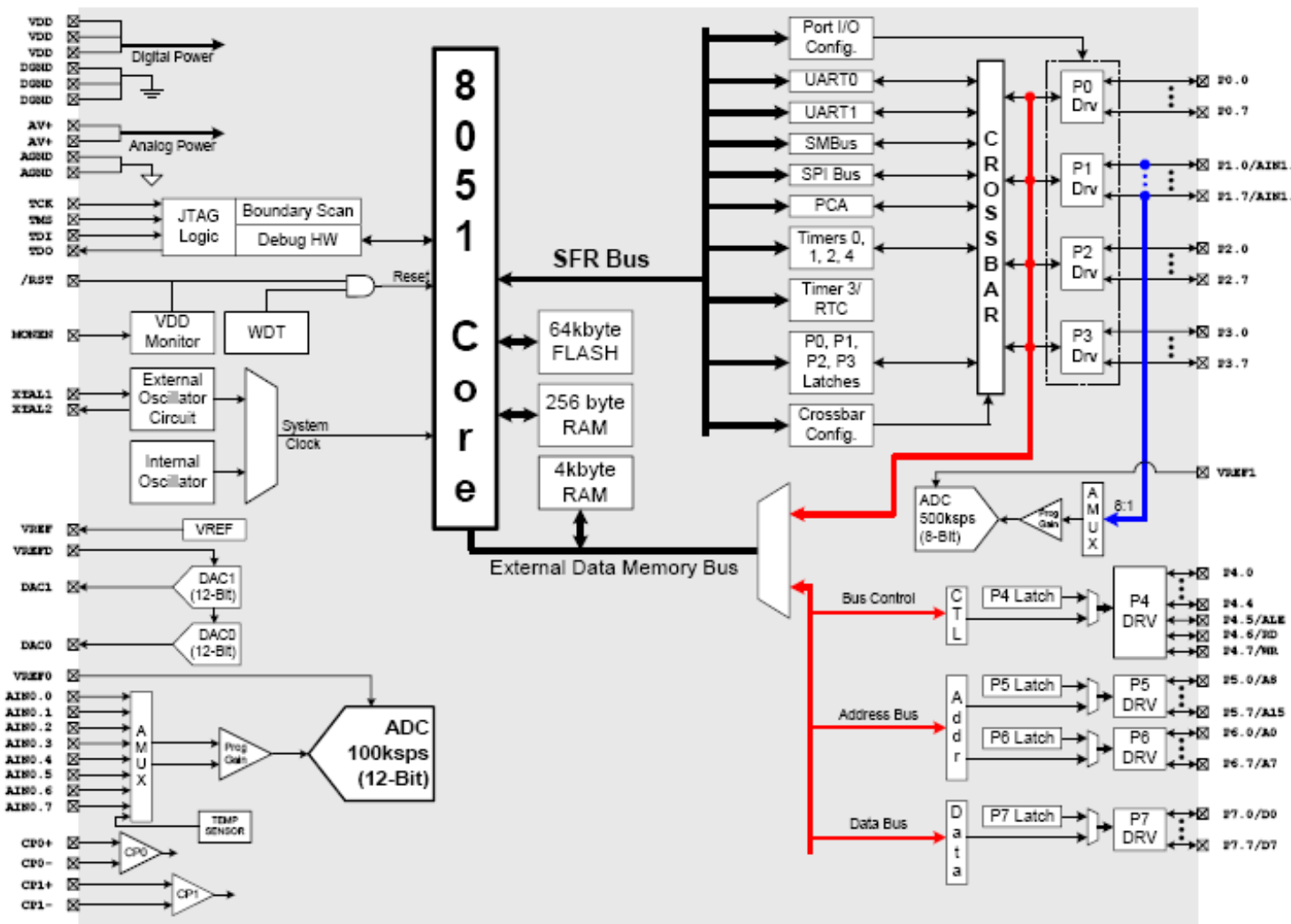
# דוגמא של מכונית על שלט.



# מערכת בלוקים של מיקרו בקר 8051 קלאסי.



# דיאגרמת מלבנים Silicon Labs 8051



SILICON LABS

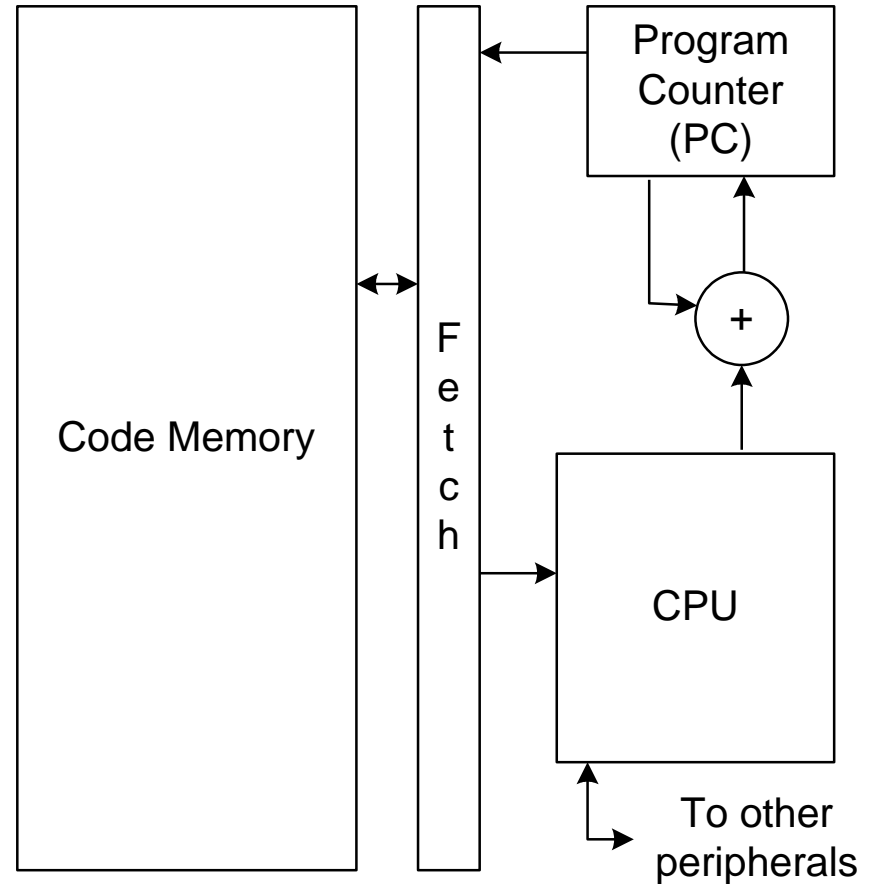
◆ Harvard Architecture – סוג הארכיטקטורה שמתאימה למיקרו בקרים, כאשר פקודות (program code) ונתונים נמצאים במרחבים שונים של הזיכרון.

◆ von Neumann Architecture – סוג אחר של ארכיטקטורה שמתאימה למיקרו מעבדים, כאשר פקודות (program code) ונתונים נמצאים באותו מרחב של הזיכרון, אך בסגמנטים שונים (DS, CS).

# פעולות Fetch ו-Execute במיקרו בקרים MCU.

◆ פעולת Fetch – שולפת פקודה מאזור הזיכרון שנקרה code memory מהמיקום שמצביע לזיכרון program counter (PC) מכתוב.

◆ פעולת Execute – מפעילה את הפקודה שפעולת Fetch הכניסה לתוך IR (אוגר פקודות) ומיקרו בקר מקדם את PC באחד כדי להצביע לפקודה הבאה לביצוע.





◆ סט פקודות של 8052 זאת הרכבה של 8051 עם עוד תוספות חומרה ותוספת של פקודות.

◆ בנוסף למה שיש ב8051, מיקרו בקר 8052 מכיל תוספות הבאות.

➤ 128 בית נוספים של RAM (בסה"כ 256 בית).

➤ טיימר שלישי באורך 16 סיביות עם אפשרויות עבודה נוספות.

➤ אוגרים מיוחדים נוספים לטיפול בטיימר שלישי.

◆ מיקרו בקר C8051F020 של חברת Silicon Labs בנוי על בסיס מיקרו בקר 8052 ומכיל פונקציות נוספות שלא היו לפניו.

◆ למרות השם C8051F020 בקר הזה בנוי על טכנולוגיה 8051.



# C8051F020 Data Memory (RAM)

◆ זיכרון פנימי מחולק ל-3 אזורים:

➤ Lower 128 תחתון של

➤ Upper 128 עליון של

➤ אזור של אוגרים מיוחדים.

Special function register (SFR)

◆ ישנם 384 בתים של זיכרון בסה"כ

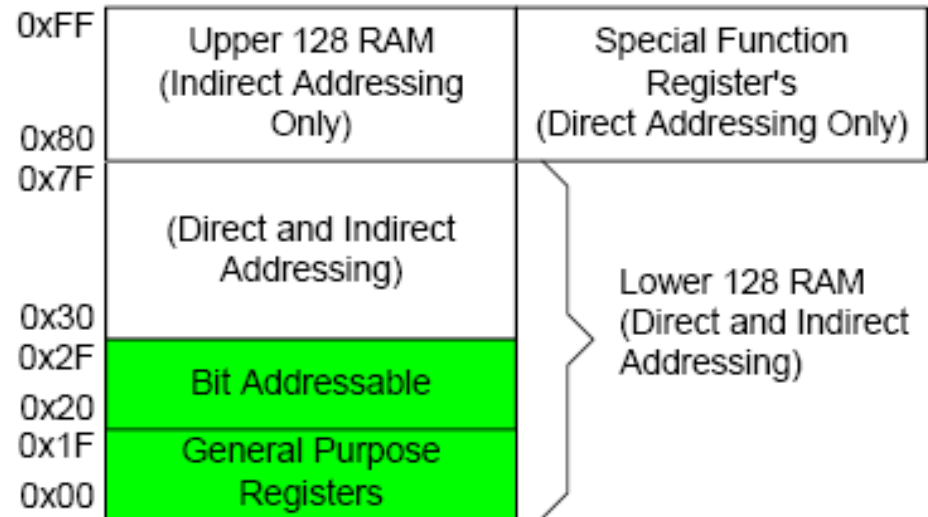
(128+128+128) כאשר חלוקה

נתונה בצד ימין של שקף.

◆ לכל סוג זיכרון יש פקודות מיוחדות כדי

לקרוא ולכתוב נתונים.

**DATA MEMORY (RAM)**  
INTERNAL DATA ADDRESS SPACE



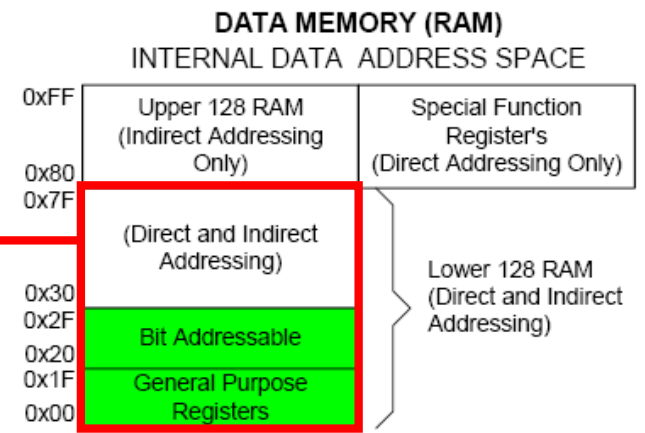
# חלק תחתון של זיכרון:

Byte Address	Bit Address							
7F	General Purpose RAM							
30								
2F	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
2E	77	76	75	74	73	72	71	70
2D	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
2C	67	66	65	64	63	62	61	60
2B	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
2A	57	56	55	54	53	52	51	50
29	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
28	47	46	45	44	43	42	41	40
27	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
26	37	36	35	34	33	32	31	30
25	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
24	27	26	25	24	23	22	21	20
23	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
22	17	16	15	14	13	12	11	10
21	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
20	07	06	05	04	03	02	01	00
1F	Bank 3							
18								
17	Bank 2							
10								
0F	Bank 1							
08								
07	Default Register Bank for R0 – R7							
00								

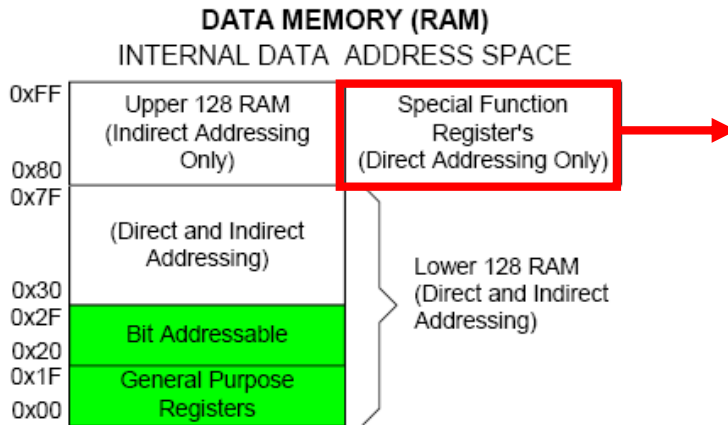
אזור סיביות 16 בית

RAM לשימוש כללי 80 בית

בנק אוגרים.  
8 בית בכל בנק,  
4 בנקים.



# Special Function Registers (SFRs)



Byte Address	Bit Address								
FF									
F0	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
E0	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	-	D0	PSW
B8	-	-	-	BC	BB	BA	B9	B6	IP
B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P3
A8	AF	-	-	AC	AB	AA	A9	A8	IE
A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	P2
99	Not bit-addressable								SBUF
98	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	SCON
90	97	96	95	94	93	92	91	90	P1
8D	Not bit-addressable								TH1
8C	Not bit-addressable								TH0
8B	Not bit-addressable								TL1
8A	Not bit-addressable								TL0
89	Not bit-addressable								TMOD
88	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	TCON
87	Not bit-addressable								PCON
83	Not bit-addressable								DPH
82	Not bit-addressable								DPL
81	Not bit-addressable								SP
80	87	86	85	84	83	82	81	80	P0

- ◆ אוגרים מיוחדים נותנים אפשרות לבצע בקרה ועברת נתונים בין מיקרו בקר לבין זיכרון ורכיבים פריפריאליים.
- ◆ ניתן לפנות לאוגרים גם במרחב סיביות וגם במרחב ביתים במידה וכתובת שלהם נגמרת ב-0 או ב-8.
- ◆ חלק של אוגרי SFR הם לגישה בתור בית בלבד ולא בתור סיביות. לדוגמא מצביע על מחסנית (SP) או מצביע על זיכרון (DPTR).



- ◆ **מצבר Accumulator (ACC) ואוגר B.**
  - **ACC (לפעמים מסומן גם כ-A)** משתמשים במספר פעולות מתמטיות.
  - **באוגר B** משתמשים בפעולות MUL ו-DIV (כפל וחילוק).
  - בנוסף שני אוגרים האלה משתמשים בפעולות קלט ופלט ב-ALU – יחידה מתמטית לוגית.
- ◆ **Program status word—PSW – מילת בקרה של תוכנה.**
  - משתמשים כדי לסמן תוצאות של פעולות אריתמטיות ולוגיות (נגיד דגל Carry או דגל אפס).
  - משתמשים לצורך בחירת בנק של אוגרים (Bank 0 - Bank 3) Selects the Register Bank.
- ◆ **Stack pointer—SP מצביע של מחסנית.**
- ◆ **Data pointer—DPTR (DPH and DPL)**
  - מצביע באורך 16 סיביות (ניתן לחלק ל 2 תת אוגרים של 8 סיביות כל אחד) כדי להצביע על זיכרון חיצוני.
- ◆ **Timer Registers—TH0, TL0, TH1, TL1, TMOD, TCON**
  - אוגרים להגדרת טיימרים.
- ◆ **Parallel I/O Port Registers—P0, P1, P2 and P3**
  - אוגרים של פורטים 0,1,2,3.
- ◆ **Serial Communication Registers—SBUF and SCON**
  - אוגרים להגדרת תקשורת טורית.
- ◆ **Interrupt Management Registers—IP and IE**
  - אוגרים לניהול פסיקות.
- ◆ **Power Control Register—PCON**
  - אוגר להגדרת הספקת אנרגיה.



S I L I C O N   L A B S

[www.silabs.com/MCU](http://www.silabs.com/MCU)