

מערכות אלקטרוניות ומחשבים ט'

למתמחים במערכות אלקטרוניות במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

(כיתה י"ג)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שמונה שאלות.

יש להשיב **על ארבע שאלות בלבד**.

לכל שאלה – 25 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: נוסחאון בית-ספרי מודפס לשפת C, ומחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר השאלות

הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

2. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.

3. רשום את כל תשובותיך **אך ורק בעט**.

4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.

5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה של תשובותיך.

6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.

7. בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:

* רישום הנוסחה המתאימה.

* הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.

* חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).

* רישום התוצאה המתקבלת, ביחד עם יחידות המידה המתאימות.

* ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.

8. **הדבק על הנוסחאון הבית-ספרי את מדבקת הנבחן שלך, והגש אותו בתום הבחינה עם מחברת הבחינה שלך.**

בשאלון זה 8 עמודים ו-10 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

elec4u.co.il

השאלות

ענה על ארבע מבין השאלות 1-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

פרק ראשון: מיקרו-בקרים ושפה עילית

שאלה 1

להלן נתונה תת-שגרה הכתובה בשפת-הסף של ה-8051:

1. SST:	MOV	11H, #0H
2.	MOV	R7, #8H
3.	MOV	A, 10H
4. ROT:	RR	A
5.	JNC	RT
6.	INC	11H
7. RT:	DJNZ	R7, ROT
8.	RET	

א. הסבר את ההוראות שמספריהן: 4, 5, 7 ו-8.

ב. הסבר מה מבצעת תת-השגרה.

ג. לפני ביצוע תת-השגרה, תא הזיכרון שכתובתו 10H בזיכרון הפנימי מכיל את הערך 2AH. מה יהיה ערכו של תא הזיכרון שכתובתו 11H בזיכרון הפנימי לאחר ביצוע תת-השגרה?!

שאלה 2

להלן נתונה תת-שגרה T1 בשפת-הסף של ה-8051 :

```
1. T1:      MOV R7, #2EH
2. DD:      DJNZ R7, DD
3.          NOP
4.          RET
```

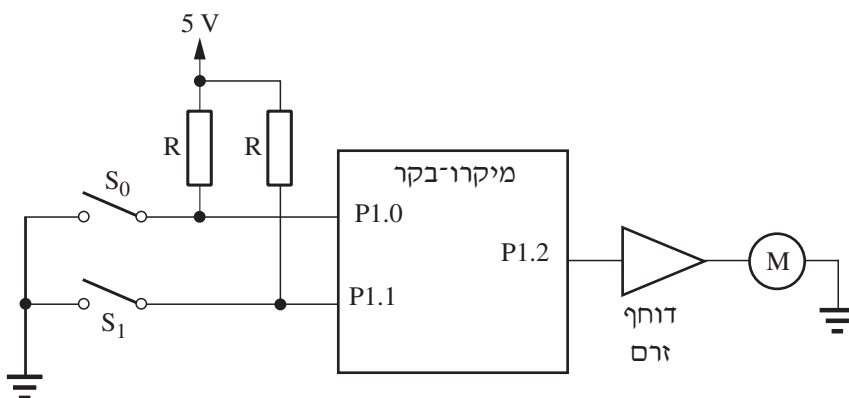
תדר הגביש הוא 12 MHz .

- א. חשב את משך הזמן שבו מתבצעת כל הוראה.
- ב. חשב את משך הזמן שבו מתבצעת תת-השגרה כולה.
- ג. רשום קטע תכנית בשפת-הסף של ה-8051 , המפיק גל ריבועי בהדק P1.0 ומשתמש בתת-השגרה T1 .

שאלה 3

- א. כתוב קטע תכנית בשפת-הסף של המיקרו-בקר, אשר יחסר את ערכו של האוגר R7 מערכו של האוגר R6 ויציב את התוצאה באוגר R5.
- ב. באיור לשאלה 3 מתואר מיקרו-בקר שאליו מחוברים מתגים S_0 ו- S_1 ומנוע M. כתוב קטע תכנית בשפת-הסף או בשפת C של המיקרו-בקר, שיפעיל את המנוע בהתאם לתנאים שבטבלה:

מנוע	S_0	S_1
אינו מופעל	פתוח	פתוח
מופעל	פתוח	סגור
מופעל	סגור	פתוח
אינו מופעל	סגור	סגור



איור לשאלה 3

שאלה 4

- א. ציין את מקורות הפסיקה במיקרו-מעבד 8051.
- ב. לפניך שלוש שיטות מיעון שונות. תן דוגמה לכל אחת מהשיטות על-ידי פקודה מתאימה.
1. מיעון ישיר
 2. מיעון מידי
 3. מיעון עקיף
- ג. מה ההבדל בין הפקודות RET ו- RETI של ה- 8051 ?
- ד. כתוב קטע תכנית בשפת C אשר יוסיף 10 לערכו של המשתנה X אם מתקיימים כל התנאים 1-3:
1. ערכו של המשתנה SUM שווה לערכו של המשתנה UP .
 2. ערכו של המשתנה X גדול מ: -3
 3. ערכו של המשתנה X קטן או שווה ל- 3 .
- אם אחד התנאים אינו מתקיים, קטע התכנית יפחית 5 מערכו של X .

פרק שני: מדידות ומכשור

שאלה 5

אות סינוס בתדר 2 kHz ובתנופה של 5 V מחובר למבוא של משקף תנודות. המצב של בקרי המשקף הוא:

$$\text{SLPOE} = (+) , \text{TRIGGER LEVEL} = 0 , 2 \text{ V/Div} = \text{בורר אות המבוא}$$

א. סרטט את האות המתקבל על צג המשקף, אם נתון שמצבו של בורר תחום הזמן

הוא: $50 \mu\text{sec/Div}$.

ב. על צג המשקף התקבל מחזור אחד המשתרע על-פני 5 משבצות אופקיות.

מהו מצבו של בורר תחום הזמן?

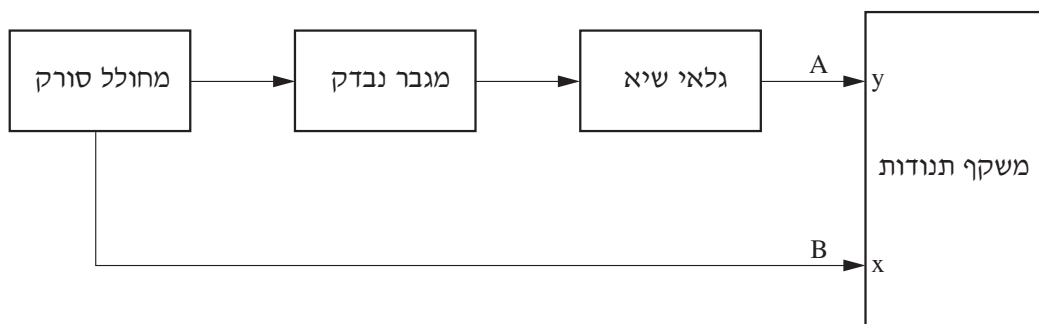
ג. משנים את תדר האות במבוא ומכוונים את בורר תחום הזמן למצב $1 \mu\text{sec/Div}$. כתוצאה

מכך התקבלו על-פני צג המשקף כולו 2.5 מחזורים של אות המבוא.

מהו תדר האות הנמדד?

שאלה 6

מערך המדידה המתואר באיור לשאלה 6 משמש לקבלת עקום היענות של מגבר מתח נבדק, שנקודות חצי ההספק שלו הן 10 kHz ו-100 kHz.

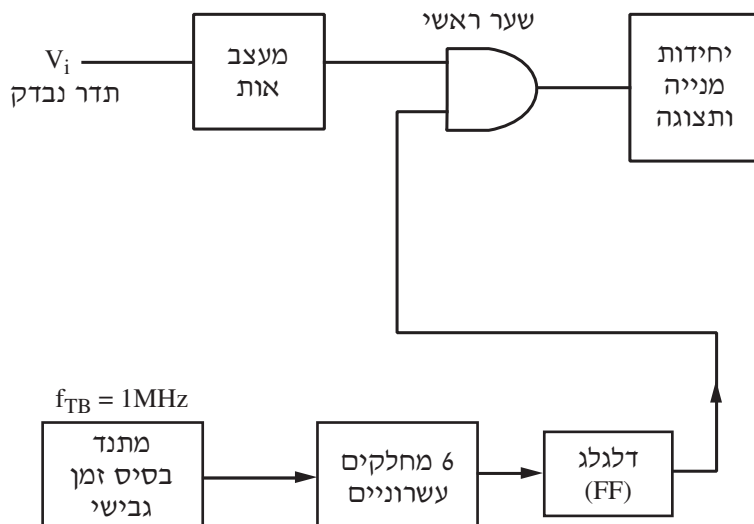


איור לשאלה 6

- א. הסבר את תפקידו של "מחולל סורק" במערך המדידה.
- ב. הסבר את השיקולים הנדרשים לבחירת התדר ההתחלתי, התדר הסופי וזמן הסריקה של המחולל על-מנת לקבל את עקום ההיענות על המסך.
- ג. סרטט את המתחים בנקודות A ו-B בתלות בזמן.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתון תרשים מלבנים של מד-תדר.



איור לשאלה 7

- מהו התפקיד של הדלגלג בתרשים?
- הסבר את השפעת המחלקים העשרוניים על רזולוציית המדידה.
- חשב את רזולוציית המדידה.
- מה תהיה תצוגת המונה כאשר תדר המבוא הוא $f_{in} = 172 \text{ Hz}$?

שאלה 8

במדידת מהירות הרוח (בסיבובים לדקה [סל"ד]) התקבלו התוצאות האלה:

סל"ד	49.82	49.90	50.00	50.12	50.28	50.38	50.58
שכיחות	4	6	18	12	7	5	1

דיוק מכשיר המדידה הוא $\pm 0.03\%$ בתחום מדידה של 0 עד 60 סל"ד. רזולוציית המכשיר היא ± 0.01 סל"ד.

- חשב את הערך הקרוב ביותר לערך האמיתי של המהירות.
- חשב את השגיאה האקראית.
- חשב את השגיאה השיטתית.
- חשב את השגיאה היחסית הכוללת (באחוזים), המתחשבת הן בשגיאה השיטתית והן בשגיאה האקראית.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

מקום למחברות נא

נוסחאון למיקרו-בקר 8051 (7 עמודים)

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

ARITHMETIC OPERATIONS				DATA TRANSFER (cont.)			
Mnemonic	Description	Byte	Cyc	Mnemonic	Description	Byte	Cyc
ADD A,Rn	Add register to Accumulator	1	1	MOVC A,@A+DPTR	Move Code byte relative to DPTR to A	1	2
ADD A,direct	Add direct byte to Accumulator	2	1	MOVC A,@A+PC	Move Code byte relative to PC to A	1	2
ADD A,@Ri	Add indirect RAM to Accumulator	1	1	MOVX A,@Ri	Move External RAM (8-bit addr) to A	1	2
ADD A,#data	Add immediate data to Accumulator	2	1	MOVX A,@DPTR	Move External RAM (16-bit addr) to A	1	2
ADDC A,Rn	Add register to Accumulator with Carry	1	1	MOVX @Ri,A	Move A to External RAM (8-bit addr)	1	2
ADDC A,direct	Add direct byte to A with Carry flag	2	1	MOVX @DPTR,A	Move A to External RAM (16-bit addr)	1	2
ADDC A,@Ri	Add indirect RAM to A with Carry flag	1	1	PUSH direct	Push direct byte onto stack	2	2
ADDC A,#data	Add immediate data to A with Carry flag	2	1	POP direct	Pop direct byte from stack	2	2
SUBB A,Rn	Subtract register from A with Borrow	1	1	XCH A,Rn	Exchange register with Accumulator	1	1
SUBB A,direct	Subtract direct byte from A with Borrow	2	1	XCH A,direct	Exchange direct byte with Accumulator	2	2
SUBB A,@Ri	Subtract indirect RAM from A w/Borrow	1	1	XCH A,@Ri	Exchange indirect RAM with A	1	1
SUBB A,#data	Subtract immed. data from A w/Borrow	2	1	XCHD A,@Ri	Exchange low-order Digit ind. RAM w/A	1	1
INC A	Increment Accumulator	1	1	BOOLEAN VARIABLE MANIPULATION			
INC Rn	Increment register	1	1	Mnemonic	Description	Byte	Cyc
INC direct	Increment direct byte	2	1	CLR C	Clear Carry flag	1	1
INC @Ri	Increment indirect RAM	1	1	CLR bit	Clear direct bit	2	1
DEC A	Decrement Accumulator	1	1	SETB C	Set Carry flag	1	1
DEC Rn	Decrement register	1	1	SETB bit	Set direct Bit	2	1
DEC direct	Decrement direct byte	2	1	CPL C	Complement Carry flag	1	1
DEC @Ri	Decrement indirect RAM	1	1	CPL bit	Complement direct bit	2	1
INC DPTR	Increment Data Pointer	1	2	ANL C,bit	AND direct bit to Carry flag	2	2
MUL AB	Multiply A & B	1	4	ANL C,/bit	AND complement of direct bit to Carry	2	2
DIV AB	Divide A by B	1	4	ORL C,bit	OR direct bit to Carry flag	2	2
DA A	Decimal Adjust Accumulator	1	1	ORL C,/bit	OR complement of direct bit to Carry	2	2
LOGICAL OPERATION				MOV C,bit	Move direct bit to Carry flag	2	1
Mnemonic	Destination	Byte	Cyc	MOV bit,C	Move Carry flag to direct bit	2	2
ANL A,Rn	AND register to Accumulator	1	1	PROGRAM AND MACHINE CONTROL			
ANL A,direct	AND direct byte to Accumulator	2	1	Mnemonic	Description	Byte	Cyc
ANL A,@Ri	AND indirect RAM to Accumulator	1	1	ACALL addr11	Absolute Subroutine Call	2	2
ANL A,#data	AND immediate data to Accumulator	2	1	LCALL addr16	Long Subroutine Call	3	2
ANL direct,A	AND Accumulator to direct byte	2	1	RET	Return from subroutine	1	2
ANL direct,#data	AND immediate data to direct byte	3	2	RETI	Return from interrupt	1	2
ORL A,Rn	OR register to Accumulator	1	1	AJMP addr11	Absolute Jump	2	2
ORL A,direct	OR direct byte to Accumulator	2	1	LJMP addr16	Long Jump	3	2
ORL A,@Ri	OR indirect RAM to Accumulator	1	1	SJMP rel	Short Jump (relative addr)	2	2
ORL A,#data	OR immediate data to Accumulator	2	1	JMP @A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR	1	2
ORL direct,A	OR Accumulator to direct byte	2	1	JZ rel	Jump if Accumulator is Zero	2	2
ORL direct,#data	OR immediate data to direct byte	3	2	JNZ rel	Jump if Accumulator is Not Zero	2	2
XRL A,Rn	Exclusive-OR register to Accumulator	1	1	JC rel	Jump if Carry flag is set	2	2
XRL A,direct	Exclusive-OR direct byte to Accumulator	2	1	JNC rel	Jump if No Carry flag	2	2
XRL A,@Ri	Exclusive-OR indirect RAM to A	1	1	JB bit,rel	Jump if direct Bit set	3	2
XRL A,#data	Exclusive-OR immediate data to A	2	1	JNB bit,rel	Jump if direct Bit Not set	3	2
XRL direct,A	Exclusive-OR Accumulator to direct byte	2	1	JBC bit,rel	Jump if direct Bit is set & Clear bit	3	2
XRL direct,#data	Exclusive-OR immediate data to direct	3	2	CJNE A,direct,rel	Compare direct to A & Jump if Not Equal	3	2
CLR A	Clear Accumulator	1	1	CJNE A,#data,rel	Comp. immed. to A & Jump if Not Equal	3	2
CPL A	Complement Accumulator	1	1	CJNE Rn,#data,rel	Comp. immed. to reg & Jump if Not Equal	3	2
RL A	Rotate Accumulator Left	1	1	CJNE @Ri,#data,rel	Comp. immed. to ind. & Jump if Not Equal	3	2
RLC A	Rotate A Left through the Carry flag	1	1	DJNZ Rn,rel	Decrement register & Jump if Not Zero	2	2
RR A	Rotate Accumulator Right	1	1	DJNZ direct,rel	Decrement direct & Jump if Not Zero	3	2
RRC A	Rotate A Right through Carry flag	1	1	NOP	No operation	1	1
SWAP A	Swap nibbles within the Accumulator	1	1	Notes on data addressing modes:			
DATA TRANSFER				Rn	-Working register R0-R7		
Mnemonic	Description	Byte	Cyc	direct	-128 internal RAM locations, any I/O port, control or status register		
MOV A,Rn	Move register to Accumulator	1	1	@Ri	-Indirect internal RAM location addressed by register R0 or R1		
MOV A,direct	Move direct byte to Accumulator	2	1	#data	-8-bit constant included in instruction		
MOV A,@Ri	Move indirect RAM to Accumulator	1	1	#data16	-16-bit constant included as bytes 2 & 3 of instruction		
MOV A,#data	Move immediate data to Accumulator	2	1	bit	-128 software flags, any I/O pin, control or status bit		
MOV Rn,A	Move Accumulator to register	1	1	Notes on program addressing modes:			
MOV Rn,direct	Move direct byte to register	2	2	addr16	-Destination address for LCALL & LJMP may be anywhere within the 64-Kilobyte program memory address space.		
MOV Rn,#data	Move immediate data to register	2	1	addr11	-Destination address for ACALL & AJMP will be within the same 2-Kilobyte page of program memory as the first byte of the following instruction.		
MOV direct,A	Move Accumulator to direct byte	2	1	rel	-SJMP and conditional jumps include an 8-bit offset byte. Range is +127/-128 bytes relative to first byte of the following instruction.		
MOV direct,Rn	Move register to direct byte	2	2	All mnemonics copyrighted • Intel Corporation 1979			
MOV direct,direct	Move direct byte to direct	3	2				
MOV direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte	2	2				
MOV direct,#data	Move immediate data to direct byte	3	2				
MOV @Ri,A	Move Accumulator to indirect RAM	1	1				
MOV @Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM	2	2				
MOV @Ri,#data	Move immediate data to indirect RAM	2	1				
MOV DPTR,#data	Load Data Pointer with a 16-bit constant	3	2				

INSTRUCTIONS THAT AFFECT FLAG SETTINGS'

INSTRUCTION	FLAG			INSTRUCTION	FLAG		
	C	OV	AC		C	OV	AC
ADD	X	X	X	CLR C	0		
ADDC	X	X	X	CPL C	X		
SUBB	X	X	X	ANL C,bit	X		
MUL	0	X		ANL C,/bit	X		
DIV	0	X		ORL C,bit	X		
DA	X			ORL C,/bit	X		
RRC	X			MOV C,bit	X		
RLC	X			CJNE	X		
SETB C	1						

P3-Alternate Special Functions of Port 3

(MSB)

(LSB)

RD	WR	T1	T0	INT1	INT0	TXD	RXD
----	----	----	----	------	------	-----	-----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
RD	P3.7	Read data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is read.	INT1	P3.3	Interrupt 1 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
			INT0	P3.2	Interrupt 0 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
WR	P3.6	Write data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is written.	TXD	P3.1	Transmit Data pin for serial port in UART mode. Clock output in shift register mode.
T1	P3.5	Timer/counter 1 external input or test pin.	RXD	P3.0	Receive Data pin for serial port in UART mode. Data I/O pin in shift register mode.
T0	P3.4	Timer/counter 0 external input or test pin.			

TMOD-Timer/Counter Mode Register

(MSB)

(LSB)

GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0
TIMER1				TIMER0			

		M1	M0	Operating Mode
		0	0	MCS-48 Timer "TLx" serves as five bit prescaler.
		0	1	16-bit timer/counter. "THx" and "TLx" are cascaded; there is no prescaler.
		1	0	8-bit auto-reload timer/counter. "THx" holds a value which is to be reloaded into "TLx" each time it overflows.
GATE	Gating control. When set, Timer/counter "x" is enabled only while "INTx" pin is high and "TRx" control bit is set. When cleared, timer/counter is enabled whenever "TRx" control bit is set.	1	1	(Timer 0) TL0 is an eight-bit timer/counter controlled by the standard Timer 0 control bits. TH0 is an eight-bit timer only controlled by Timer 1 control bits.
C / $\bar{T}$	Timer or Counter Selector. Cleared for Timer operation (input from internal system clock). Set for Counter operation (input from "Tx" input pin).	1	1	(Timer 1) Timer/counter 1 stopped.

TCON-Timer/Counter Control/Status Register

(MSB)

(LSB)

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
TF1	TCON.7	Timer 1 overflow Flag. Set by hardware on timer/ counter overflow. Cleared when interrupt processed.	IE1	TCON.3	Interrupt 1 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TR1	TCON.6	Timer 1 Run control bit. Set/cleared by software to turn timer/counter on/off.	IT1	TCON.2	Interrupt 1 Type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered external interrupts.
TF0	TCON.5	Timer 0 overflow Flag. Set by hardware on timer/ counter overflow. Cleared when interrupt processed.	IE0	TCON.1	Interrupt 0 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TR0	TCON.4	Timer 0 Run control bit. Set/cleared by software to turn timer/counter on/off.	IT0	TCON.0	Interrupt 0 Type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered external interrupts.

SCON-Serial Port Control/Status Register

(MSB)

(LSB)

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
SM0	SCON.7	Serial port Mode control bit 0. Set/cleared by software (see note).	RB8	SCON.2	Receive Bit 8. Set/cleared by hardware to indicate state of ninth data bit received.
SM1	SCON.6	Serial port Mode control bit 1. Set/cleared by software (see note).	TI	SCON.1	Transmit Interrupt flag. Set by hardware when byte transmitted. Cleared by software after servicing.
SM2	SCON.5	Serial port Mode control bit 2. Set by software to disable reception of frames for which bit 8 is zero.	RI	SCON.0	Receive Interrupt flag. Set by hardware when byte received. Cleared by software after servicing.
REN	SCON.4	Receiver Enable control bit. Set/cleared by software to enable/disable serial data reception.			
TB8	SCON.3	Transmit Bit 8. Set/cleared by hardware to determine state of ninth data bit transmitted in 9-bit UART mode.			

Note — the state of (SM0, SM1) selects:

- (0,0) — Shift register I/O expansion.
- (0,1) — 8 bit UART, variable data rate.
- (1,0) — 9 bit UART, fixed data rate.
- (1,1) — 9 bit UART, variable data rate.

IE-Interrupt Enable Register

(MSB)

(LSB)

EA	—	—	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	---	----	-----	-----	-----	-----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
EA	IE.7	Enable All control bit. Cleared by software to disable all interrupts, independent of the state of IE.4-IE.0.	EX1	IE.2	Enable External interrupt 1 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from INT1.
—	IE.6	(reserved)	ET0	IE.1	Enable Timer 0 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from timer/counter 0.
—	IE.5	(reserved)	EX0	IE.0	Enable External interrupt 0 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from INT0.
ES	IE.4	Enable Serial port control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from TI or RI flags.			
ET1	IE.3	Enable Timer 1 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from timer/counter 1.			

IP-Interrupt Priority Control Register

(MSB)	—	—	—	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	(LSB)
Symbol	Position	Name and Significance				Symbol	Position	Name and Significance	
—	IP.7	(reserved)				PX1	IP.2	External interrupt 1	
—	IP.6	(reserved)						Priority control bit.	
—	IP.5	(reserved)						Set/cleared by software	
								to specify high/low	
								priority interrupts for	
								INT1.	
PS	IP.4	Serial port Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for Serial port.				PT0	IP.1	Timer 0 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for timer/counter 0.	
PT1	IP.3	Timer 1 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for timer/counter 1.				PX0	IP.0	External interrupt 0	
								Priority control bit.	
								Set/cleared by software	
								to specify high/low	
								priority interrupts for	
								INT0.	

Register	Address	Function	Interrupt Source	Service Routine Starting Address
P0	80H*	Port 0	(Reset)	0000H
SP	81H	Stack Pointer	External 0	0003H
DPL	82H	Data Pointer (Low)	Timer/Counter 0	000BH
DPH	83H	Data Pointer (High)	External 1	0013H
TCON	88H*	Timer register	Timer/Counter 1	001BH
TMOD	89H	Timer Mode register	Serial Port	0023H
TL0	8AH	Timer 0 Low byte		
TL1	8BH	Timer 1 Low byte		
TH0	8CH	Timer 0 High byte		
TH1	8DH	Timer 1 High byte		
P1	90H*	Port 1		
SCON	98H*	Serial Port Control register		
SBUF	99H	Serial Port data Buffer		
P2	0A0H*	Port 2		
IE	0A8H*	Interrupt Enable register		
P3	0B0H*	Port 3		
IP	0B8H*	Interrupt Priority register		
PSW	0D0H*	Program Status Word		
ACC	0E0H*	Accumulator (direct address)		
B	0F0H*	B register		

*=bit addressable register

בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום לכתוב תשובות

נוסחאון במדידות ומכשור לכיתה י"ג

(3 עמודים)

שגיאות מדידה

א. שגיאה אקראית

$\bar{X}$ — ערך קרוב ביותר
לערך אמיתי (ממוצע
חשבוני משוקלל)

X_i — ערך מדידה i

n — מספר המדידות

f_i — שכיחות מדידה i

k — מס' השכיחויות

σ — סטיית התקן

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

או

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^k f_i} = \frac{f_1 \cdot X_1 + f_2 \cdot X_2 + \dots + f_k \cdot X_k}{f_1 + f_2 + \dots + f_k}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

או

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i \cdot (X_i - \bar{X})^2}{\left(\sum_{i=1}^k f_i\right) - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{f_1 \cdot (X_1 - \bar{X})^2 + f_2 \cdot (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + f_k \cdot (X_k - \bar{X})^2}{\left(\sum_{i=1}^k f_i\right) - 1}}$$

ב. שגיאה שיטתית

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$$

Δ — שגיאה כוללת של מכשיר המדידה

ג. שגיאת מדידה כוללת

$$\Delta X = \sqrt{\Delta^2 + \sigma^2}$$

Δ_1 — שגיאה הנובעת מדיוק מכשיר המדידה

Δ_2 — כושר ההבחנה של מכשיר המדידה

ΔX — שגיאת המדידה הכוללת

$\delta\%$ — שגיאה כוללת יחסית (באחוזים)

$$\delta\% = 100\% \cdot \frac{\Delta X}{\bar{X}}$$

$\bar{X}$ — ערך קרוב ביותר לערך אמיתי (ממוצע חשבוני משוקלל)

מונה

$$f = \frac{n}{t}$$

f [Hz] — תדירות ממוצעת של אירועים נמדדים

n — מספר האירועים

t [sec] — משך המדידה

S_T [1 / °C] — גורם היציבות של מתנד השעון של המונה

$$S_T = \frac{\Delta f_0 / f_0}{\Delta T}$$

f_0 [Hz] — תדר מתנד השעון

Δf_0 [Hz] — השינוי בתדר מתנד השעון

ΔT [°C] — השינוי בטמפרטורה

משקף תנודות

א. זמן עלייה של משקף תנודות

— t_r [sec] זמן עלייה

— BW [Hz] רוחב פס

$$t_r \cong \frac{0.35}{BW}$$

ב. זמן עלייה כולל של המשקף

— t_{r_s} זמן עלייה כולל של המשקף

בהתחשב בזמן העלייה של
האות

— t_{r_1} זמן עלייה של האות הנמדד

$$t_{r_s} = \sqrt{t_r^2 + t_{r_1}^2}$$

ג. מדידת הפרש מופע באמצעות משקף תנודות

— $\Delta\phi$ [°] הפרש מופע

— Δt [sec] הפרש זמנים

— T [sec] זמן מחזור

$$\Delta\phi = 360 \cdot \frac{\Delta t}{T}$$

ד. בחון מקוזה ומכיל

— R_1 [Ω] התנגדות הבחון

— C_1 [F] קיבול הבחון

— R_2 [Ω] התנגדות מבוא משקף
התנודות

$$R_1 C_1 = R_2 C_2$$

$$k = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

— C_2 [F] קיבול מבוא משקף התנודות

— k מקדם הניחות של הבחון

בהצלחה!