Технически Университет – София
Цифрова Схемотехника

Курсова задача

Тема: Цифров Хронометър

T_{MAX} – 59min : 59 s : 99

Разработил: Диан Милчев Илиев

Фак.№ 101207035 ФЕТТ гр.46

Дата: 07.12.2009г.
Гр. София

Ръководител:....................................
(Доц. Д-р. П. Якимов)

Съдържание

Глава		Страница
1	Задание	3
2	Блокова схема	4
3	Принципна схема	5
4	Използвани ИС, вътрешна структура и характеристики	6
5	Таблица на функционалната класификация	17
6	Изчислителни записки за дискретни външни елементи	17
7	Описание действието на схемата	18
8	Изисквания към захранващия блок	19
9	Спецификация на елементите	20
10	Скица на устройството	21
11	Използвана литература	21

Оценка:
Дата:

ТУ- София,
ФЕТТ,
кат. Електронна техника,
предмет: ЦСХТ

КУРСОВА ЗАДАЧА

студент:. . . . .
име презиме фамилия,

. . . .
ФN, група

I. Тема: № . . . , ...

II. Изходни данни:

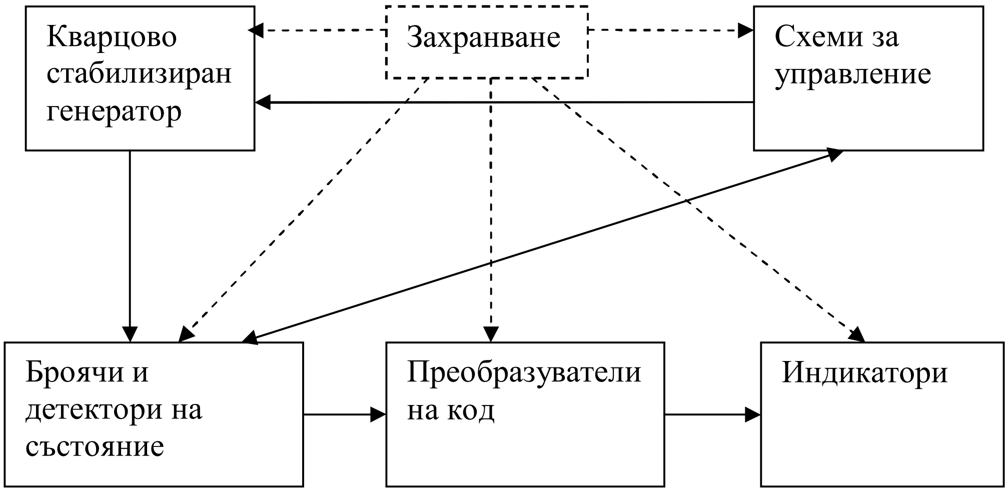
III. Обяснителна записка.

1. Синтез на принципна схема. Вътрешна структура и изводи на използваните ИС. Технология на производство (TTL, CMOS, IIL, ECL….), функционална класификация.
2. Описание действието на схемата. Изчислителна записка за дискретни външни компоненти.
3. Изисквания към захранващия модул (стабилизация, мощност, захр. напрежение).
4. Скица на устройството и външните връзки.

Дата на задаване: ………………г.
Дата на предаване: ……………..г.

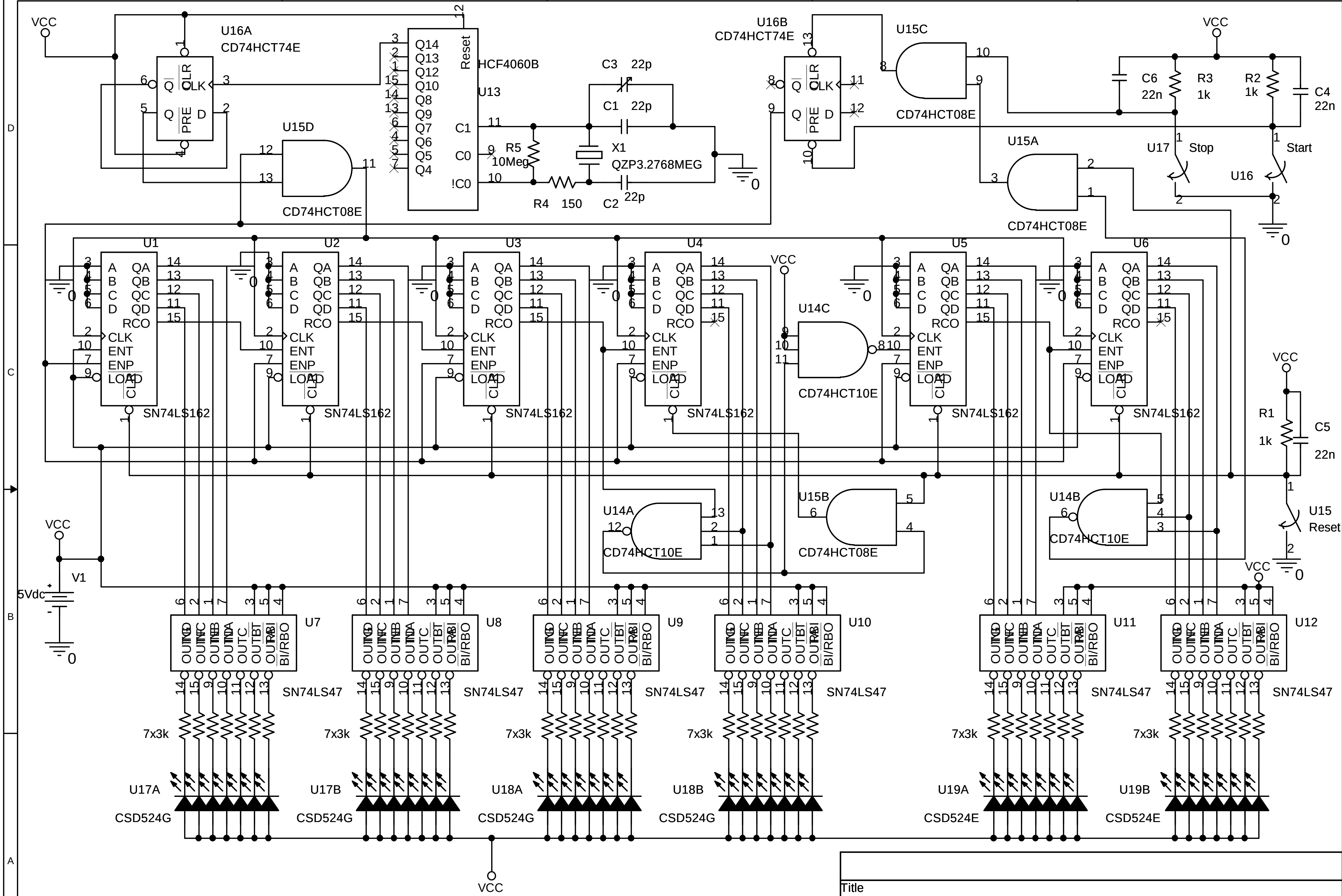
Ръководител:. . . . .
(доц. д-р П. Якимов)

Блокова Схема:



Схемата на хронометъра е изградена от шест основни структурни блока:

1. Кварцово стъбилизиран генератор – основната функция на този блок е да генерира тактовата честота на схемата, като получаваните тактови импулси са с висока стабилност.
2. Броячи и детектори на състоянието – това е основния функционален блок в схемата. Неговата функция е да отброява подадените на входа импулси с точна честота, като по този начин отмерва изминалото време.
3. Преобразуватели на код – това е помощен блок който служи за преобразуване на двуичните числа получени на изхода на броячите, в код удобен за използваната индикация (визуализиране).
4. Индикатори – блок съдържащ използваните за визуализиране на отчетената стойност индикатори.
5. Схеми за управление – това е блок който включва схемите изграждащи потребителският контролен интерфейс. Чрез него се генерират началния, крайния и нулиращият сигнал.
6. Захранване – това е задължителен блок за всяка електронна система. В него са включени токозахранващите елементи и макар той да не е предмет на разработка в текущия проект, той се означава и се определят изискванията към него.



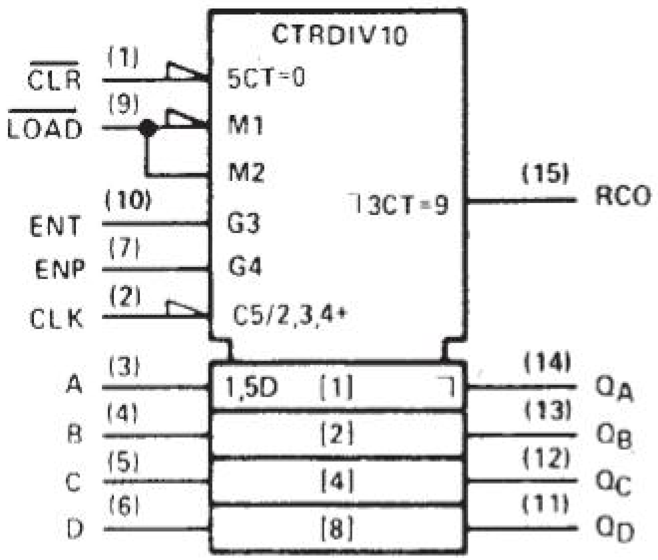
Title	Хронометър	
Size A	Document Number Ts 46 001 TTL	Rev 1
Date:	Monday, December 07, 2009	Sheet 1 of 1

Използвани ИС, вътрешна структура и характеристики

Тъй като хронометъра е портативни устройство, ще трябва да предвидим икономични схеми за неговото изграждане. Тактовата честота е 0,01Hz, респективно периода е 10ms, което ни позволява използването на по-бавните,но по-икономичните схеми от LS серията.

Броячи:
Подходящи за схемата са двоично-десетичните броячи SN74LS162 на Texas Instruments, като за нуждите на проекта ще са необходими шест такива брояча. Схемата е изработена по TTL технология. Избираните схеми имат следните параметри:

'162



			SN54LS' MIN	SN54LS' NOM	SN54LS' MAX	SN74LS' MIN	SN74LS' NOM	SN74LS' MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
I_{OH}	High-level output current				– 400			– 400	μA
I_{OL}	Low-level output current				4			8	mA
f_{clock}	Clock frequency		0		25	0		25	MHz
$t_{w(clock)}$	Width of clock pulse		25			25			ns
$t_{w(clear)}$	Width of clear pulse		20			20			ns
t_{su}	Setup time, (see Figures 1 and 2)	Data inputs A, B, C, D	20			20			ns
		ENP or ENT	20			20			ns
		$\overline{\text{LOAD}}$	20			20			ns
		$\overline{\text{LOAD}}$ inactive state	20			20			ns
		$\overline{\text{CLR}}$†	20			20			ns
		$\overline{\text{CLR}}$ inactive state	25			25			ns
t_h	Hold time at any input		3			3			ns
T_A	Operating free-air temperature		–55		125	0		70	°C

† This applies only for 'LS162 and 'LS163, which have synchronous clear inputs.

PARAMETER			TEST CONDITIONS†		SN54LS' MIN	SN54LS' TYP‡	SN54LS' MAX	SN74LS' MIN	SN74LS' TYP‡	SN74LS' MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage				2			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage						0.7			0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage		V_{CC} = MIN,	I_I = −18 mA			−1.5			−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max,	V_{IH} = 2 V, I_{OH} = −400 μA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 4 mA		0.25	0.4		0.25	0.4	V
				I_{OL} = 8 mA					0.35	0.5	
I_I	Input current at maximum input voltage	Data or ENP	V_{CC} = MAX,	V_I = 7 V			0.1			0.1	mA
		$\overline{\text{LOAD}}$, CLK, or ENT					0.2			0.2	
		$\overline{\text{CLR}}$ ('LS160A, 'LS161A)					0.1			0.1	
		$\overline{\text{CLR}}$ ('LS162A, 'LS163A)					0.2			0.2	
I_{IH}	High-level input current	Data or ENP	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7 V			20			20	μA
		$\overline{\text{LOAD}}$, CLK, or ENT					40			40	
		$\overline{\text{CLR}}$ ('LS160A, 'LS161A)					20			20	
		$\overline{\text{CLR}}$ ('LS162A, 'LS163A)					40			40	
I_{IL}	Low-level input current	Data or ENP	V_{CC} = MAX,	V_I = 0.4 V			−0.4			−0.4	mA
		$\overline{\text{LOAD}}$, CLK, or ENT					−0.8			−0.8	
		$\overline{\text{CLR}}$ ('LS160A, 'LS161A)					−0.4			−0.4	
		$\overline{\text{CLR}}$ ('LS162A, 'LS163A)					−0.8			−0.8	
I_{OS}	Short-circuit output current§		V_{CC} = MAX		−20		−100	−20		−100	mA
I_{CCH}	Supply current, all outputs high		V_{CC} = MAX,	See Note 3		18	31		18	31	mA
I_{CCL}	Supply current, all outputs low		V_{CC} = MAX,	See Note 4		19	32		19	32	mA

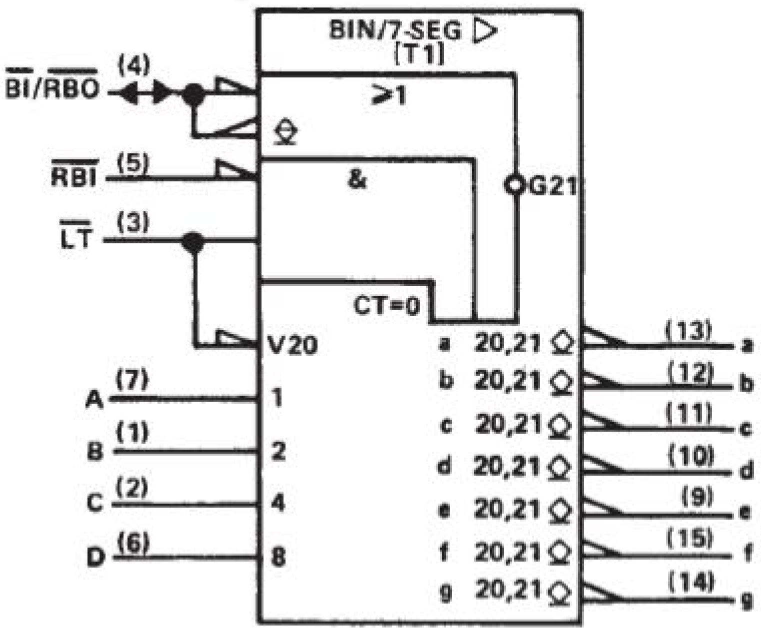
†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
§Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.
NOTES: 3. I_{CCH} is measured with the load input high, then again with the load input low, with all other inputs high and all outputs open.
4. I_{CCL} is measured with the clock input high, then again with the clock input low, with all other inputs low and all outputs open.

PARAMETER¶	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
f_{max}			C_L = 15 pF, R_L = 2 kΩ, See figures 1 and 2 and Note 8	25	32		MHz
t_{PLH}	CLK	RCO			20	35	ns
t_{PHL}					18	35	
t_{PLH}	CLK ($\overline{\text{LOAD}}$ input high)	Any Q			13	24	ns
t_{PHL}					18	27	
t_{PLH}	CLK ($\overline{\text{LOAD}}$ input low)	Any Q			13	24	ns
t_{PHL}					18	27	
t_{PLH}	ENT	RCO			9	14	ns
t_{PHL}					9	14	
t_{PHL}	$\overline{\text{CLR}}$	Any Q			20	28	ns

¶f_{max} = Maximum clock frequency
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output.
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output.
NOTE 8: Propagation delay for clearing is measured from the clear input for the 'LS160A and 'LS161A or from the clock transition for the 'LS162A and 'LS163A.

Преобразователи на код – избираме преобразуватели на двоичнодесетичен код в седемсементен код с изходи с отворен колектор - SN74LS47 на Texas Instruments, като ще са ни необходими шест такива схеми. Схемата е изработена по TTL технология. От спецификацията на производителя изваждаме необходимите данни:

'46A, '47A, 'LS47



'46A, '47A, 'LS47 FUNCTION TABLE (T1)

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS						$\overline{BI}/\overline{RBO}$ †	OUTPUTS							NOTE
	$\overline{LT}$	$\overline{RBI}$	D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	1
1	H	X	L	L	L	H	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
2	H	X	L	L	H	L	H	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	
3	H	X	L	L	H	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	
4	H	X	L	H	L	L	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	
5	H	X	L	H	L	H	H	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	
6	H	X	L	H	H	L	H	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	
7	H	X	L	H	H	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
8	H	X	H	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	
9	H	X	H	L	L	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	
10	H	X	H	L	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	
11	H	X	H	L	H	H	H	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	
12	H	X	H	H	L	L	H	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	
13	H	X	H	H	L	H	H	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	
14	H	X	H	H	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	
15	H	X	H	H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	
BI	X	X	X	X	X	X	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	2
RBI	H	L	L	L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	4

H = high level, L = low level, X = irrelevant

NOTES:
1. The blanking input ($\overline{BI}$) must be open or held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The ripple-blanking input ($\overline{RBI}$) must be open or high if blanking of a decimal zero is not desired.
2. When a low logic level is applied directly to the blanking input ($\overline{BI}$), all segment outputs are off regardless of the level of any other input.
3. When ripple-blanking input ($\overline{RBI}$) and inputs A, B, C, and D are at a low level with the lamp test input high, all segment outputs go off and the ripple-blanking output ($\overline{RBO}$) goes to a low level (response condition).
4. When the blanking input/ripple blanking output ($\overline{BI}/\overline{RBO}$) is open or held high and a low is applied to the lamp-test input, all segment outputs are on.

† $\overline{BI}/\overline{RBO}$ is wire AND logic serving as blanking input ($\overline{BI}$) and/or ripple-blanking output ($\overline{RBO}$).

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	7 V
Input voltage	7 V
Peak output current ($t_w \leqslant 1$ ms, duty cycle $\leqslant 10\%$)	200 mA
Current forced into any output in the off state	1 mA
Operating free-air temperature range: SN54LS47	−55°C to 125°C
SN74LS47	0°C to 70°C
Storage temperature range	−65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

		SN54LS47			SN74LS47			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
Off-state output voltage, $V_{O(off)}$	a thru g			15			15	V
On-state output current, $I_{O(on)}$	a thru g			12			24	mA
High-level output current, I_{OH}	$\overline{BI}/\overline{RBO}$			−50			−50	µA
Low-level output current, I_{OL}	$\overline{BI}/\overline{RBO}$			1.6			3.2	mA
Operating free-air temperature, T_A		−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS†		SN54LS47			SN74LS47			UNIT
					MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IH}	High-level input voltage				2			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage						0.7			0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage		V_{CC} = MIN,	$I_I = -18$ mA			−1.5			−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	$\overline{BI}/\overline{RBO}$	V_{CC} = MIN, $V_{IL} = V_{IL}$ max,	V_{IH} = 2 V, $I_{OH} = -50$ µA	2.4	4.2		2.4	4.2		V
V_{OL}	Low-level output voltage	$\overline{BI}/\overline{RBO}$	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, $V_{IL} = V_{IL}$ max	I_{OL} = 1.6 mA		0.25	0.4		0.25	0.4	V
				I_{OL} = 3.2 mA					0.35	0.5	
$I_{O(off)}$	Off-state output current	a thru g	V_{CC} = MAX, $V_{IL} = V_{IL}$ max,	V_{IH} = 2 V, $V_{O(off)}$ = 15 V			250			250	µA
$V_{O(on)}$	On-state output voltage	a thru g	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, $V_{IL} = V_{IL}$ max	$I_{O(on)}$ = 12 mA		0.25	0.4		0.25	0.4	V
				$I_{O(on)}$ = 24 mA					0.35	0.5	
I_I	Input current at maximum input voltage		V_{CC} = MAX,	V_I = 7 V			0.1			0.1	mA
I_{IH}	High-level input current		V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7 V			20			20	µA
I_{IL}	Low-level input current	Any input except $\overline{BI}/\overline{RBO}$	V_{CC} = MAX,	V_I = 0.4 V			−0.4			−0.4	mA
		$\overline{BI}/\overline{RBO}$					−1.2			−1.2	
I_{OS}	Short-circuit output current	$\overline{BI}/\overline{RBO}$	V_{CC} = MAX		−0.3		−2	−0.3		−2	mA
I_{CC}	Supply current		V_{CC} = MAX,	See Note 2		7	13		7	13	mA

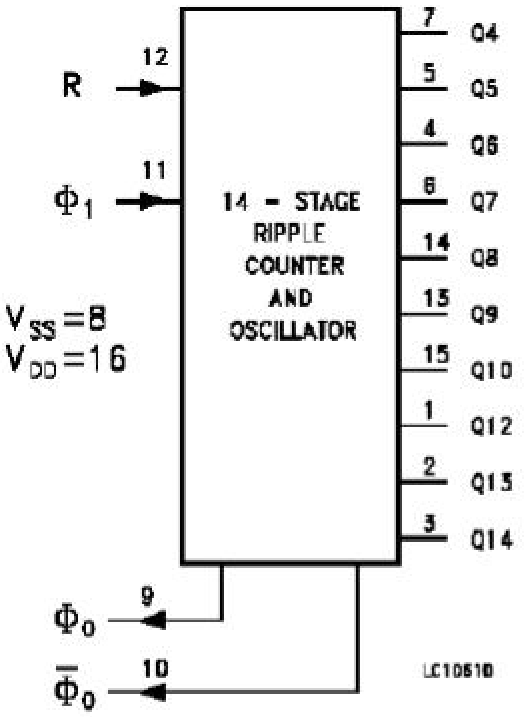
†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
NOTE 2: I_{CC} is measured with all outputs open and all inputs at 4.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{off}	Turn-off time from A input	C_L = 15 pF, R_L = 665 Ω, See Note 3			100	ns
t_{on}	Turn-on time from A input				100	
t_{off}	Turn-off time from $\overline{RBI}$ input, outputs (a-f) only				100	ns
t_{on}	Turn-on time from $\overline{RBI}$ input, outputs (a-f) only				100	

NOTE 3: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

За изграждането на генератора ще използваме специализираната за целта схема HCF4060B на фирмата SGS-Thomson microelectronics. По същеество схемата представлява 14 битов делител с изводи за включване на кристален осцилатор или RC-генератор. Схемата е изработена по CMOS технология. Данни от спецификацията:



ABSOLUTE MAXIMUM RATING

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD} *	Supply Voltage: **HCC** Types **HCF** Types	-0.5 to +20 -0.5 to +18	V V
V_i	Input Voltage	-0.5 to V_{DD} + 0.5	V
I_I	DC Input Current (any one input)	± 10	mA
P_{tot}	Total Power Dissipation (per package) Dissipation per Output Transistor for Top = Full Package Temperature Range	200 100	mW mW
T_{op}	Operating Temperature: **HCC** Types **HCF** Types	-55 to +125 -40 to +85	°C °C
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for external periods may affect device reliability.

* All voltage values are referred to V_{SS} pin voltage.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	Supply Voltage: **HCC** Types **HCF** Types	3 to 18 3 to 15	V V
V_I	Input Voltage	0 to V_{DD}	V
T_{op}	Operating Temperature: **HCC** Types **HCF** Types	-55 to +125 -40 to +85	°C °C

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (over recommended operating conditions)

Symbol	Parameter		Test Conditios				Value							Unit
			V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (µA)	V_{DD} (V)	T_{LOW} *		25 °C			T_{HIGH} *		
							Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
I_L	Quiescent Current	HCC Types	0/5			5		5		0.04	5		150	µA
			0/10			10		10		0.04	10		300	
			0/15			15		20		0.04	20		600	
			0/20			20		100		0.08	100		3000	
		HCF Types	0/5			5		20		0.04	20		150	
			0/10			10		40		0.04	40		300	
			0/15			15		80		0.04	80		600	
V_{OH}	Output High Voltage		0/5		< 1	5	4.95		4.95			4.95		V
			0/10		< 1	10	9.95		9.95			9.95		
			0/15		< 1	15	14.95		14.95			14.95		
V_{OL}	Output Low Voltage		5/0		< 1	5		0.05			0.05		0.05	V
			10/0		< 1	10		0.05			0.05		0.05	
			15/0		< 1	15		0.05			0.05		0.05	
V_{IH}	Input High Voltage			0.5/4.5	< 1	5	3.5		3.5			3.5		V
				1/9	< 1	10	7		7			7		
				1.5/13.5	< 1	15	11		11			11		
V_{IL}	Input Low Voltage			4.5/0.5	< 1	5		1.5			1.5		1.5	V
				9/1	< 1	10		3			3		3	
				13.5/1.5	< 1	15		4			4		4	
I_{OH}	Output Drive Current	HCC Types	0/5	2.5		5	-2		-1.6	-3.2		-1.15		mA
			0/5	4.6		5	-0.64		-0.51	-1		-0.36		
			0/10	9.5		10	-1.6		-1.3	-2.6		-0.9		
			0/15	13.5		15	-4.2		-3.4	-6.8		-2.4		
		HCF Types	0/5	2.5		5	-1.53		-1.36	-3.2		-1.1		
			0/5	4.6		5	-0.52		-0.44	-1		-0.36		
			0/10	9.5		10	-1.3		-1.1	-2.6		-0.9		
			0/15	13.5		15	-3.6		-3.0	-6.8		-2.4		
I_{OL}	Output Sink Current	HCC Types	0/5	0.4		5	0.64		0.51	1		0.36		mA
			0/10	0.5		10	1.6		1.3	2.6		0.9		
			0/15	1.5		15	4.2		3.4	6.8		2.4		
		HCF Types	0/5	0.4		5	0.52		0.44	1		0.36		
			0/10	0.5		10	1.3		1.1	2.6		0.9		
			0/15	1.5		15	3.6		3.0	6.8		2.4		
I_{IH}, I_{IL}	Input Leakage Current		0/18	Any Input		18		±0.1		$\pm 10^{-5}$	±0.1		±1	µA
			0/15			15		±0.3		$\pm 10^{-5}$	±0.3		±1	µA
C_I	Input Capacitance			Any Input						5	7.5			pF

* T_{LOW} = -55 °C for **HCC** device: -40 °C for **HCF** device.
* T_{HIGH} = +125 °C for **HCC** device: +85 °C for **HCF** device.

The Noise Margin for both "1" and "0" level is: 1V min. with V_{DD} = 5 V, 2 V min. with V_{DD} = 10 V, 2.5 V min. with V_{DD} = 15 V

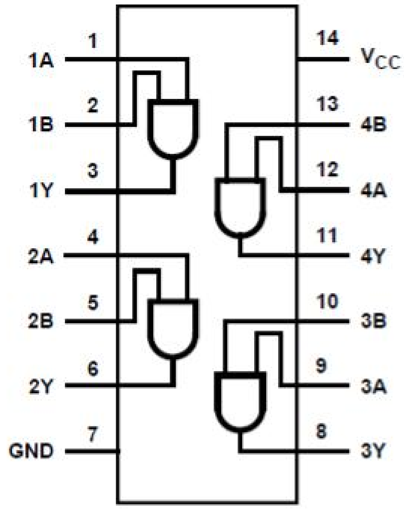
DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25 °C, C_L = 50 pF, R_L = 200 KΩ, typical temperature coefficent for all V_{DD} values is 03 %/°C, all input rise and fall times= 20 ns)

Symbol	Parameter	Test Conditions		Value			Unit
			V_{DD} (V)	Min.	Typ.	Max.	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time (φ to Q4 out)		5		370	740	ns
			10		150	300	
			15		100	200	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time (Q_n to Q_{n+1})		5		100	200	ns
			10		50	100	
			15		40	80	
t_{TLH} t_{THL}	Transition Time		5		100	200	ns
			10		50	100	
			15		40	80	
t_W	Input Pulse Width	f = 100KHz	5		50	100	ns
			10		20	40	
			15		15	30	
t_r, t_f	Input Pulse Rise and Fall Time		5	Unlimited			µs
			10				
			15				
f_{max}	Maximum Clock Input Frequency		5	3.5	7		MHz
			10	8	16		
			15	12	24		
RESET OPERATION							
t_{PHL}	Propagation Delay Time		5		180	360	ns
			10		80	160	
			15		50	100	
t_W	Reset Pulse Width		5		60	120	ns
			10		30	60	
			15		20	40	
RC OPERATION							
	Variation of Frequency (Unit-to-Unit)	C_X = 200pF R_S = 560KΩ R_X = 50 KΩ	5	18	21.5	25	KHz
			10	20	23	26	
			15	21.1	24	27	
	Variation of Frequency With Voltage Change (Same Unit)	C_X = 200pF R_S = 560KΩ R_X = 50 KΩ	5 to 10			2	
			10 to 15			1	
R_X		C_X = 10µF	5			20	MΩ
		C_X = 50µF	10			20	
		C_X = 10µF	15			10	
C_X		R_X = 500 KΩ	5			1000	mF
		R_X = 300 KΩ	10			50	
		R_X = 300 KΩ	15			50	
	Maximum Oscillator Frequency *	R_X = 5KΩ C_X = 15pF	10	530	650	810	pF
			15	690	800	94	

* RC oscillator applications are not recommended at supply voltages below 7V for R_X = 50KΩ

За изграждането на детекторите на състояние и схемите за управление (включително и допълнителният делител на 2 след изхода на генератора), се спряхме на трите схеми: CD74HCT08E, CD74HCT10E и CD74HCT74E на фирмата Texas Instruments. Елементите са произведени по CMOS технология, като изводите им са съвместими с TTL нивата.
Схемите имат следните спецификации:

CD74HCT08E:



TRUTH TABLE

INPUTS		OUTPUT
nA	nB	nY
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = High Voltage Level, L = Low Voltage Level

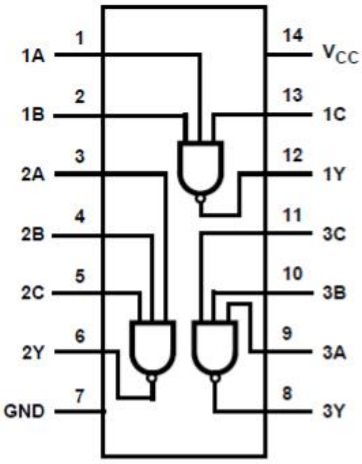
DC Electrical Specifications (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		V_{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
		V_I (V)	I_O (mA)		MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	6	-	-	2	-	20	-	40	µA
HCT TYPES												
High Level Input Voltage	V_{IH}	-	-	4.5 to 5.5	2	-	-	2	-	2	-	V
Low Level Input Voltage	V_{IL}	-	-	4.5 to 5.5	-	-	0.8	-	0.8	-	0.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-0.02	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads			-4	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	0.02	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads			4	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I_I	V_{CC} and GND	0	5.5	-		±0.1	-	±1	-	±1	µA
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	5.5	-	-	2	-	20	-	40	µA
Additional Quiescent Device Current Per Input Pin: 1 Unit Load	ΔI_{CC} (Note 2)	V_{CC} - 2.1	-	4.5 to 5.5	-	100	360	-	450	-	490	µA

NOTE:

2. For dual-supply systems theoretical worst case (V_I = 2.4V, V_{CC} = 5.5V) specification is 1.8mA.

CD74HCT10E:



TRUTH TABLE

INPUTS			OUTPUT
nA	nB	nC	nY
L	L	L	H
L	L	H	H
L	H	L	H
L	H	H	H
H	L	L	H
H	L	H	H
H	H	L	H
H	H	H	L

H = High Voltage Level, L = Low Voltage Level

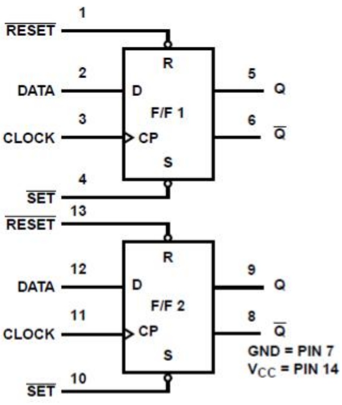
DC Electrical Specifications (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		V_{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
		V_I (V)	I_O (mA)		MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	6	-	-	2	-	20	-	40	µA
HCT TYPES												
High Level Input Voltage	V_{IH}	-	-	4.5 to 5.5	2	-	-	2	-	2	-	V
Low Level Input Voltage	V_{IL}	-	-	4.5 to 5.5	-	-	0.8	-	0.8	-	0.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-0.02	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads			-4	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	0.02	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads			4	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I_I	V_{CC} and GND	0	5.5	-		±0.1	-	±1	-	±1	µA
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	5.5	-	-	2	-	20	-	40	µA
Additional Quiescent Device Current Per Input Pin: 1 Unit Load	ΔI_{CC} (Note 2)	V_{CC} - 2.1	-	4.5 to 5.5	-	100	360	-	450	-	490	µA

NOTE:

2. For dual-supply systems theoretical worst case (V_I = 2.4V, V_{CC} = 5.5V) specification is 1.8mA.

CD74HCT74E:



TRUTH TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
$\overline{SET}$	$\overline{RESET}$	CP	D	Q	$\overline{Q}$
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H (Note 3)	H (Note 3)
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q0	$\overline{Q0}$

NOTE:
H = High Level (Steady State)
L = Low Level (Steady State)
X = Don't Care
↑ = Low-to-High Transition
Q0 = the level of Q before the indicated input conditions were established.

3. This configuration is nonstable, that is, it will not persist when set and reset inputs return to their inactive (high) level.

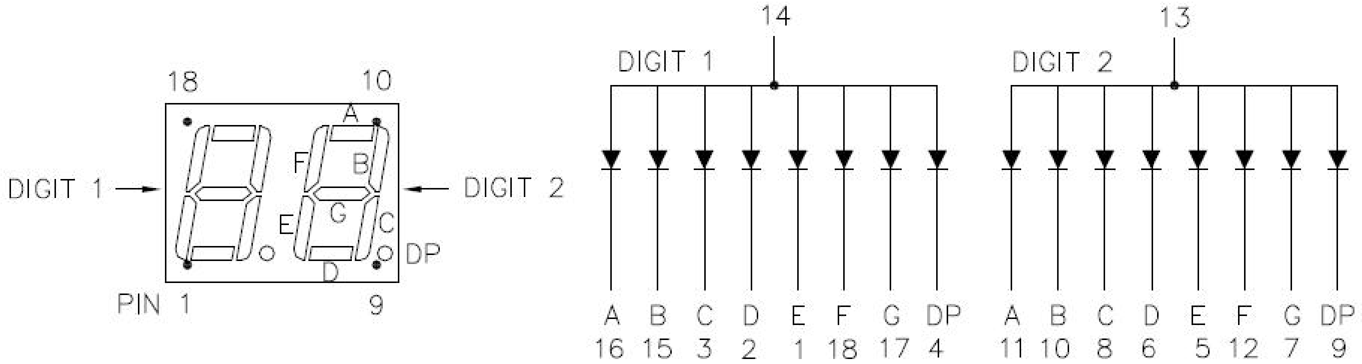
DC Electrical Specifications (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		V_{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
		V_I (V)	I_O (mA)		MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	6	-	-	4	-	40	-	80	µA
HCT TYPES												
High Level Input Voltage	V_{IH}	-	-	4.5 to 5.5	2	-	-	2	-	2	-	V
Low Level Input Voltage	V_{IL}	-	-	4.5 to 5.5	-	-	0.8	-	0.8	-	0.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads			-0.02	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	-4	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads			0.02	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I_I	V_{CC} and GND	4	5.5	-		±0.1	-	±1	-	±1	µA
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	5.5	-	-	4	-	40	-	80	µA
Additional Quiescent Device Current Per Input Pin: 1 Unit Load	ΔI_{CC} (Note 5)	V_{CC} - 2.1	-	4.5 to 5.5	-	100	360	-	450	-	490	µA

NOTE:

5. For dual-supply systems theoretical worst case (V_I = 2.4V, V_{CC} = 5.5V) specification is 1.8mA.

За индикатори са използвани интегрални схеми CSD – 524 на фирмата China Semiconductor Corporation. Тази интегрална схема представлява два седемсегментни индикатора плюс точка в общ корпус и с общ анод. Извадените данни от спецификацията са:



CSD−524 Common Anode.
(CSD−525 is Common Cathode.)

■ Absolute Maximum Rating -

(Ta=25℃)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Power Dissipation Per Dice	Pd	70	mW
Continuous Forward Current Per Dice	I_{AF}	25	mA
Peak Current Per Dice (1/10 Duty Cycle, 1KHz)	I_{PF}	90	mA
Derating Linear From 25℃ Per Dice	-	0.33	mA/℃
Reverse Voltage Per Dice	V_R	5	V
Operating Temp.	Topr	-35 ~ +85	℃
Storage Temp.	Tstg	-35 ~ +85	℃
Solder temperature 1/16 inch below seating plane for 3 seconds at 260℃			

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Condition
Forward Voltage Per Segment	V_F	-	2.1	2.8	V	I_F=20mA
Luminous Intensity Per Segment	Iv	-	4.5	-	mcd	I_F=10mA
Peak Emission Wavelength	λp	-	572	-	nm	I_F=20mA
Dominant Wavelength	λd	-	568	-	nm	I_F=20mA
Spectrum Radiation Bandwidth	$\Delta\lambda$	-	30	-	nm	I_F=20mA
Reverse Current	IR	-	-	100	μA	V_R=5V
Luminous Intensity Matching Ratio	IV-m	-	-	2:1	-	I_F=10mA

Функционална класификация на елементите:

№	ИС	Функционална класификация	Функция	Означение	Забележка
1	U1-U6	Броячи	Синхронен двоично-десетичен брояч	SN74LS162	
2	U7-U12	Преобразувател на код	Преобразувател на двоично-десетичен код в седемсегментен код с отворен колектор	SN74LS47	
3	U13	Двоичен брояч	14 битов двоичен брояч с осцилатор	HCF4060B	
4	U14	3-входов И-Не елемент	Три тривходови логически елемента И-НЕ	CD74HCT10E	
5	U15	2-входов И елемент	Четири двувходови И елемента	CD74HCT08E	
6	U16	Тригери	Два D-тригера	CD74HCT74E	
7	U17-U19	Седем сегментен индикатор	Два седем сегментни индикатора с точка и общ анод	CSD - 524	

Изчислителни записки за дискретните външни елементи:

1. Изчисляване на ограничителните резистори на индикацията:

   Изчисляването на ограничителните резистори на светодиодната индикация има два особено важни елемента. Първо те са задължителни защото предпазват изхода – отворен колектор, от прекалено голям ток. Второ с тях можем да определим максималната консумирана мощност от захранващия източник.
   Падът на напрежение върху индикатора е U_{led}=2V;
   Избираме малък ток за да не натоварваме захранването, като същевременно внимаваме токът да не е прекалено малко и индикатора да не сработи. За текущия индикатор избираме ток I_{led}=1mA;

$$R = \frac{U_{CC} - U_{led} - U_{CEsat}}{I_{led}} = \frac{5 - 2 - 0.1}{10^{-3}} \approx 3k\Omega$$

2. Изчисляване на ограничителните резистори на бутоните:

Ограничителните резистори на бутоните избираме така, че токът от консумация при високо ниво на свързаните схеми, да не създава пад който би накарал схемите да работят в неустановен режим – U_R>0,25V. Избираме най-натоварената шина и изчисляваме максималният ток на консумация във високо ниво:

$$I_{\max 1} = 6 * 40\mu A + 2 * 1\mu A = 242\mu A$$

$$R \le \frac{U_R}{I_{\max 1}} = \frac{0.25}{242\mu A} \approx 1k\Omega$$

Паралелно на резисторите се включват кондензатори, чиято функция е да премахне шумовете на аналоговия ключ.

Описание действието на схемата:

По същество схемата представлява хронометър с максимална стойност на отчетеното време 59 мин: 59 сек: 99 стотни.

За целта е изграден генератор на тактова честота съставен от кварцов кристал с фиксирана честота от 3,2768MHz свързан в генератор на Пирс с помоща на вгардения в ИС HCF4060B инверторен CMOS елемент. Кварцовият кристал генерира импулси с голяма стойност и стъбилност, които се предават на входа на 14 битовия брояч на същата ИС (HCF4060B). Тази част на схемата действа като делител на честота с коефициент на деление 16384. Така на изход Q14 (краче №3 на схемата) се получава сигнал с честота 200Hz и много висока стъбилност. Тъй като за нуждите на приложението е необходимо измерваните импулси да са с честота 100Hz, подаваме сигнала на входа на Т-тригер изграден от едната половина на схемата 7474. Т-тригера действа като делител на честота с коефициент на деление 2. така на изхода на Т-тригера честотата на генерирания сигнал достига желаната стойност от 100 Hz и се подава на входа на електронна врата изградена от единия логически елемент И на ИС 7408. Другият вход на схемата е свързан с разрешаващия сигнал. Тъй като този разрешаващ сигнал се подава на всички входове ENP на ИС 74162, за краткост щината по която тече този сигнал ще наричаме шина ENP. Изхода на електронната врата е свързан с тактовата шина – респективно се подава към всички тактови входове на броячите 74162.

Броячите 74162 са свързани синхронно, като на 4-тия и 6-тия броояч са изградени детектори на код. Детектора на 4-тия брояч е изграден от един логически елемент от схемата 7410 (един тривходов И-НЕ елемент). Входовете му са свързани така, че при изходи на 4-тия брояч установени в състояние „5” и подаване на сигнал за отброяване на входа ENT на брояча, детектора сработва асинхронно като подава ниско ниво на изхода си. От това ниско ниво се изработват два сигнала: първия сигнал е сигнал за пренос който се подава през инвертор към входа ENT на 5-тия брояч (за да се избегне добавянето на допълнителна интегрална схема към схемата, тук за инвертор се използва 2-рият И-НЕ елемент от ИС 7410, като два от входовете са свързани към захранващия проводник). Инвентирането на сигнала се налага тъй като входа на брояча е активен по високо ниво, а сигнала получен от изхода на детектора е с ниско. Вторият сигнал който се изработва е сигнал за нулиране на 4-тия брояч. Нулиращия вход на брояча е активен по ниско ниво, поради което не се налага инверсия на сигнала получен от изхода на детектора. Така от изхода на детектора сигнала се подава към входа на логически елемент И (от схема 7408). Изхода на този елемент е свързан с нулиращия вход на 4-тия брояч. Другият вход на елемента И е свързан към общата нулираща шина. Така при подаване на сигнал от детектора или от шината брояча се нулира.

Избраните броячи са с синхронен нулиращ вход, поради което след постъпване на сигнала за нулиране те не се нулират веднага, а изчакват постъпването на тактовия импулс. Това, заедно със закъсненията на логическите елементи дава възможност на брояча 5 да превключи в същия момент когато брояча 4 се нулира. Това пък от своя страна осигурява точното отброяване на импулсите и съответно точното отчитане на времето със стъпка 0,01s и без допълнителни закъснения.

Втория детектор е при 6-тия брояч. Неговата задача е да засече изходно ниво 5 на брояча и при постъпване на входен сигнал към брояча да генерира сигнал и да преустанови броенето. Сигнала който генерира детектора е с ниско ниво и се подава на входа на първата електронна врата на нулиращия вход на управляващия тригер.

Бутона за нулиране на хронометъра също е свързан към тази врата. Като неговото нормално състояние (отворен), осигурява постоянно високо ниво на тези входове. Освен към нея този бутон е свързан и към всички нулиращи входове на броячите (като се има в предвид и индиректното му свързване към брояч 4). По този начин при подаване на сигнал за нулиране, брояча спира да брои, запазвайки последното си състояние и при натискане на бутона старт, започва да брои отначало.

Предвиден е и бутон за временно спиране на броенето, без нулиране на броячите.

Стартирането спирането и нулирането на броячите става посредством управляващия тригер. Управляващия тригер е изграден от втората половина на ИС 7474, като тук той функционира като НЕ-RS тригер. Правия изход на този тригер е свързан към ENP шината и по този начин я управлява. Установяващия вход (активен по ниско ниво) е свързан към бутона старт, като нормално на него се подава високо ниво. Така при натискане на бутона „Старт”, на установяващия вход се подава ниско ниво и той преобръща тригера, като установява правия му изход във високо състояние.

Нулиращия вход на тригера (също активен по ниско ниво) е свързан посредством двойна електронна врата с общо три сигнала. Електронната врата е изградена от два последователно свързани елемента И (от ИС 7408).Трите сигнала които нулират тригера са съответно сигнала от стоп бутона, сигнала от детектора на състояние при 6-тия брояч и сигнала от рестарт бутона. Всички тези сигнали са активни по ниско ниво, което съвпада с активното ниво на входа на тригера, и съответно предизвикват спиране на броенето.

Характерно за RS-тригерите е наличието на забранената комбинация. В нашия случай тази забранена комбинация предизвиква едновременното подаване на високо ниво и на правия и на инверсния изход. Този недостатък на схемата обаче използваме много ефективно. Така например както отбелязахме по-горе при натискане на бутона за нулиране/рестартиране, броячите спират да броят и остават в последното си състояние и едва при последващо подаване на стартов сигнал те се нулират. Причината за това е ще при подаване на сигнал за нулиране, бутона изпраща и асинхронен сигнал към управляващия тригер за прекратяване на броенето – който пък от своя страна е затворил електронната врата на тактовия сигнал. И така на синхронно нулиращите се броячи е подаден сигнал за нулиране, но не е постъпил тактов сигнал за да го активира. Тук на помощ идва забранената комбинация на управляващия тригер. Така при едновременното натискане на бутона за рестарт и бутона за стартиране получаваме изцяло нова ситуация: поради подадени две активни нива на установяващия и нулиращия вход на управляващия тригер, ние навлизаме в режима на забранената комбинация и установяваме и двата изхода във високо ниво. Високото ниво на правия изход освобождава тактовите сигнали през електронната врата, докато същевременно бутона за рестарт държи всички нулиращи входове на броячите в активно ниво. Това активно ниво в комбинация с получен на тактовата шина сигнал предизвиква нулиране на броячите.

Индицирането на отброеното време става с помоща на декодери и седемсегментни индикатори. От изходите на всеки брояч се взима двуичния код и се подава на входовете на преобразувателите на двоичнодесетичен код в код за седемсегментен индикатор – ИС 74LS47. Избраните индикатори са с изходи с отворен колектор и посредством резистори са свързани с катодите на седемсегментните индикатори. От своя старана седемсегментните индикатори са с общ анод, свързан към захранващо напрежение. Така отброените импулси от броячите се преобразува в достъпен вид за оператора.

Изисквания към захранващия блок:

Тъй като схемата работи с TTL логика, необходимото захранващо напрежение е 5V.
Максималният консумиран ток е :

$$I_{CC\max} = 6*I_{CC\max(47162)} + 6*I_{CC\max(7447)} + I_{CC\max(7474)} + I_{CC\max(7408)} + I_{CC\max(7410)} + I_{CC\max(4060)} + 42*I_{CC\max(LED)}$$

$$I_{CC\max} = 6*32mA + 6*13mA + 4\mu A + 2\mu A + 2\mu A + 2\mu A + 42*1mA = 312mA$$

Максималната консумирана мощност е:

$$P_{CC} = I_{CC\max} * V_{CC} = 312mA*5V = 1.560W$$

При така изчислената консумация, захранващия блок ще е съставен от батерия 9V като източника и стабилизатор на напрежение 7805 монтиран на малък радиатор на задния панел на хронометъра. Радиатора трябва да е с площ не по-малки от:

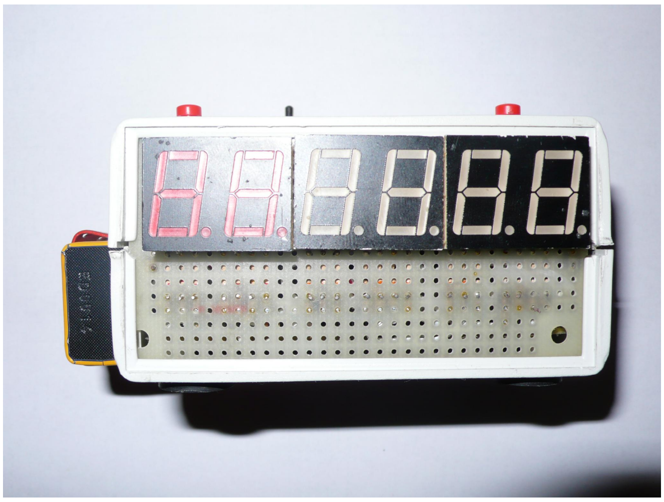
$$S_P = \frac{1200}{R_{tp}} = \frac{1200}{60} = 20cm^2$$

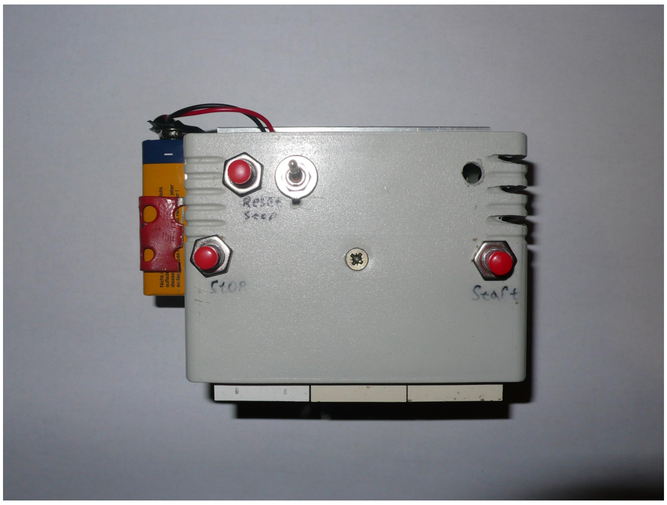
Списък на елементите

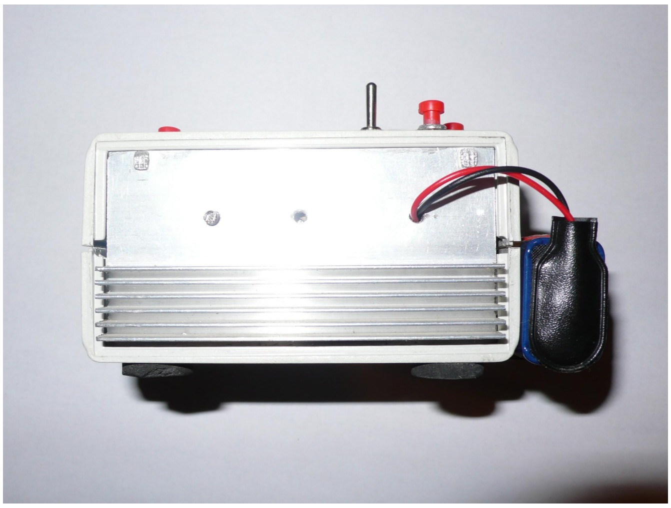
Означение в схемата	Наименование и означение	Кол.	Забележка
C1-C2	Кондензатор керамичен 22pF ±10% 16V	2	
C3	Донастройващ кондензатор 22pF 16V	1	
C4-C6	Кондензатор керамичен 22nF ±10% 16V	3	
R1-R3	Резистор постоянен 1кΩ ±5% 0,25W	3	
R4	Резистор постоянен 150Ω ±5% 0,25W	1	
R5	Резистор постоянен 10MΩ ±5% 0,25W	1	
R6-R48	Резистор постоянен 3кΩ ±5% 0,25W	42	
S1-S3	Бутон малогабаритен	3	
U1-U6	Схема интегрална SN74LS162 каталог “Texas Instruments” - USA	6	
U7-U12	Схема интегрална SN74LS47 каталог “Texas Instruments” - USA	6	
U13	Схема интегрална HCF4060B каталог “SGS Thomson microelectronics” - USA	1	
U14	Схема интегрална CD74HCT10 каталог “Texas Instruments” - USA	1	
U15	Схема интегрална CD74HCT08 каталог “Texas Instruments” - USA	1	
U16	Схема интегрална CD74HCT74 каталог “Texas Instruments” - USA	1	
U17-U19	Схема интегрална CSD524 каталог “China Semiconductor Corporation” - China	3	
U20	Схема интегрална 7805 каталог “ON Semiconductor” - USA	1	
X1	Кварцов осцилатор 3,2768MHz	1	

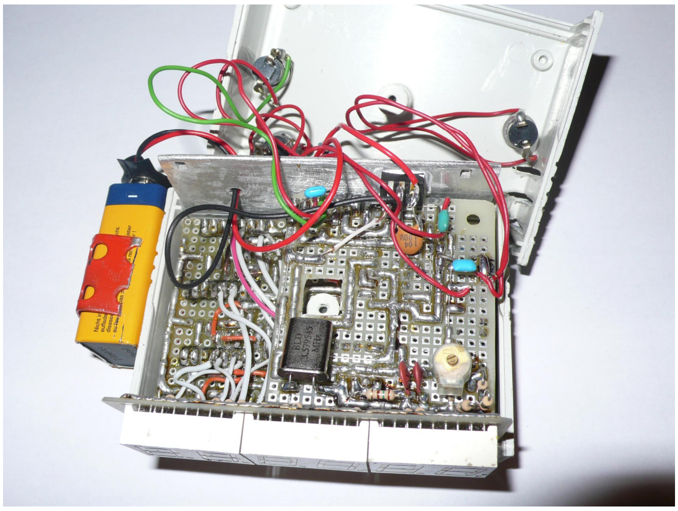
ТУ-София	Разработил Илиев	Наименование, доп.наименование Хронометър	Ts 46 001 TTL			
	Одобрил Доц. Якимов		Изм.	Дата на изд. 2009-12-10	Език BG	Лист 1/1

Скица на устройството:









Използвана литература:

1. Михов Г. – Цифрова Схемотехника – ТУ – София
2. Конов К. – Цифрови интегрални схеми – кратък справочник - Диос – София
3. Стефанов Н. – Ръководство за проектиране на токозахранващи устройства - София
4. Каталожни данни от www.alldatasheet.com