অধ্যায় 8 — 8051 এর টাইমার এবং কাউন্টার
Understand the 8051 Timer and Counter

৪.১ টাইমারের কাজের তালিকা
(List the Function of a Timer)

8051 মাইক্রোকন্ট্রোলারের ভিতরে দুটি টাইমার আছে। উভয়কেই আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ, সেট গঠন ও সাজানো যায়। 8051 টাইমারের সাধারণ কাজ নিচে দেওয়া হলো :

(১) ফ্রিকুয়েন্সি পরিমাপ (Frequency measurements)
(২) পালসের প্রশস্ততা পরিমাপ (Pulse width measurements)
(৩) ঘটনা গণনা (Event counting)
(৪) সিরিয়াল কমিউনিকেশনের জন্য (baud rate) উৎপাদন
(৫) বিরতির সময় নির্ধারণ (Interval timing)
  (ক) পর্যাবৃত্ত ঘটনার সময় নির্ধারণ (Periodic event timing)
  (খ) পরিমাপের জন্য সময়ের ভিত্তি নির্ধারণ (Time base for measurements)

৪.২ 8051 এ টাইমার/কাউন্টার অপারেশনের সহযোগী রেজিস্টারসমূহ আলোচনা
(Discuss the Mode of Operation of Timer)

8051 মাইক্রোকন্ট্রোলারের টাইমার/কাউন্টার অপারেশনে সহযোগী রেজিস্টার হিসেবে নিচের রেজিস্টারসমূহ ব্যবহার করা হয় :

1.	TCON	(8 BIT)	টাইমার নিয়ন্ত্রণ রেজিস্টার।
2.	TMOD	(8 BIT)	টাইমার মুড নির্ধারণ রেজিস্টার।
3.	TL0	(8 BIT)	TIMER 0 এর Lower byte ধারণ করে।
4.	TH0	(8 BIT)	TIMER 0 এর Upper byte ধারণ করে।
5.	TL1	(8 BIT)	TIMER 1 এর Lower byte ধারণ করে।
6.	TH1	(8 BIT)	TIMER 1 এর Upper byte ধারণ করে।

৪.২.১ TMOD Register (Timer MODe Register) :

TMOD register টাইমার/কাউন্টার (0/1) এর অপারেটিং মুড নির্ধারণ করে। এটি bit-addressable রেজিস্টার নয়। এটির বিট সজ্জা নিম্নরূপ :

(MSB) (LSB)

Gate	$C/\bar{T}$	M1	M0	Gate	$C/\bar{T}$	M1	M0
Timer 1				Timer 0			

বিটগুলোর কাজ :

$Gate_x$: $Timer_x$ কে INT_x এর সিগন্যালের মাধ্যমে কার্যকর বা অকার্যকর করা হয়।
1 = INT_x বিট সেট হলে $Timer_x$ কার্যকর হয়।
0 = $Timer_x$ কার্যকর হওয়ার জন্য INT_x বিটের স্টেটের উপর নির্ভর করে না।

$C/\bar{T}$: টাইমার/কাউন্টার নির্বাচন বিট
1 = $Counter_x$
0 = $Timer_x$

M0, M1- টাইমার মুড নির্বাচন বিট। টাইমার মুড নির্বাচনের জন্য নিচে এদের সমন্বয় দেখানো হলো :

T_xM_1	T_xM_0	Timer Mode
0	0	Timer Mode 0 : 13-bit timer
0	1	Timer Mode 1 : 16-bit timer
1	0	Timer Mode 2 : 8-bit auto reload
1	1	Timer Mode 3 : Split timer mode

বি: দ্র: Subscript x, – 0 বা 1 নির্দেশ করে, যা Timer 0 এবং Timer 1 প্রকাশ করে।

৪.২.২ TCON Register (Timer Control Register) :

TMOD রেজিস্টার কর্তৃক নির্ধারিত টাইমার বা কাউন্টারকে পরিচালনার জন্য এটি প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল বিট ধারণ করে এবং বিভিন্ন ফ্ল্যাগ বিটগুলো (Status flag) তৈরি করে। এটি একটি bit-addressable রেজিস্টার। এর বিট-সজ্জা নিম্নরূপ :

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TF1/TF0 – Timer overflow flag bit. টাইমার overflow হলে এটি হার্ডওয়্যার দ্বারা সেট হয় এবং হার্ডওয়্যার বা সফটওয়্যার দ্বারা রিসেট হয়।

TR1/TR0 – টাইমার চালনার জন্য TR1/TR0 নিয়ন্ত্রণ বিট হিসেবে কাজ করে। এটি সেট হলে টাইমার অন হয় এবং রিসেট হলে টাইমার অফ হয়। এটি সফটওয়্যার দ্বারা সেট/রিসেট করা হয়।

IE1/IE0 – এটি বাহ্যিক ইন্টারাপ্টের Edge flag bit, যখন $\overline{INT_x}$ এ একটি falling edge শনাক্ত হয়, তখন হার্ডওয়্যার দ্বারা এটি সেট হয় এবং সফটওয়্যার দ্বারা রিসেট হয়।

IT1/IT0– এটি বাহ্যিক ইন্টারাপ্ট type flag। এটি falling edge/low level এ সক্রিয় বাহ্যিক ইন্টারাপ্ট এর জন্য সফটওয়্যার কর্তৃক সেট/রিসেট হয়।

৪.৩ টাইমার অপারেশনের মুড আলোচনা
(Describe the Function of Each Bit of TMOD & TCON Register)

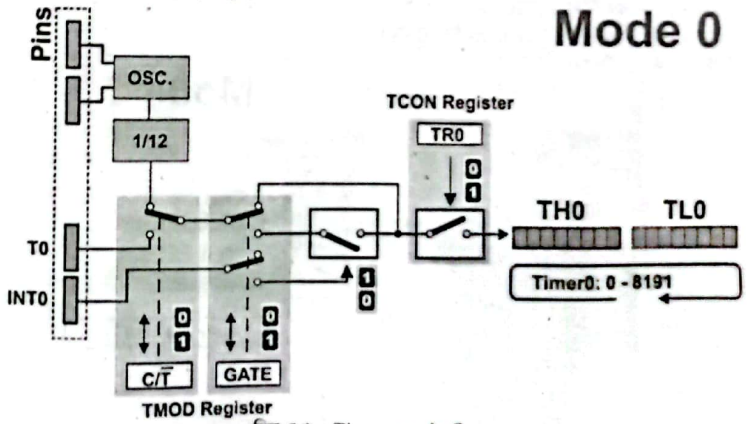
8051 মাইক্রোকন্ট্রোলারের দুটি 16 বিটের টাইমার T0 ও T1 আছে। টাইমার T0-এর সংশ্লিষ্ট দুটি 8 বিটের রেজিস্টার TH0 ও TL0 এবং T1 এর TH0 ও TH1 আছে। উভয় টাইমারই চারটি অপারেটিং মুডে কাজ করে। মুডগুলো হলো :

(i) Timer Mode 0 : 13 bit timer
(ii) Timer Mode 1 : 16-bit timer
(iii) Timer Mode 2 : 8-Bit auto reload
(iv) Timer Mode 3 : Split timer mode.

নিচে মুডগুলোর সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেয়া হলো :

Timer Mode-0

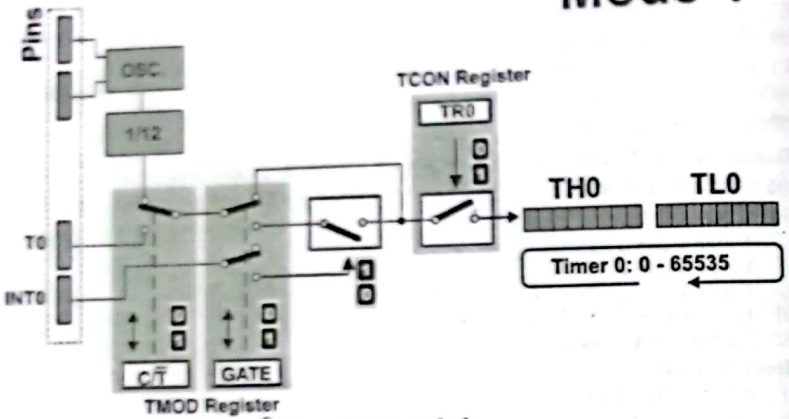
(1) এটি 13 বিটের টাইমার।
(2) এর 13 বিটের উপরের 8 বিট TH_x রেজিস্টার এবং নিচের 5 বিট TL_x রেজিস্টার ধারণ করে। (subscript x, 0 বা 1 নির্দেশ করে।)
(3) এটি উভয় টাইমারের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।
(4) TCON register এর TR বিট সেট করে এটি চালু করা যায়।
(5) এর সর্বোচ্চ গণনার সীমা 0 – 8192।
(6) টাইমার Overflow হলে TF flag bit উৎপন্ন হয়।
(7) এটি কখনও কখনও ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৪.১ : Timer mode 0

Timer Mode-1

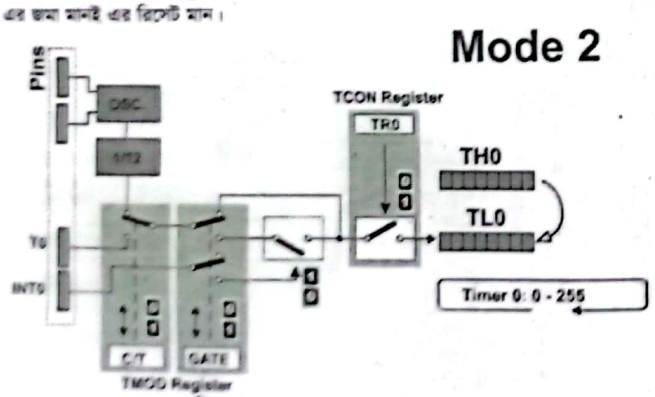
(1) এটি 16 বিটের টাইমার।
(2) এতে উচ্চ রেজিস্টারটি (16 বিট) ব্যবহার হয়।
(3) এটি উচ্চ টাইমারের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।
(4) TCON register এর TR বিট সেট করে একে চালু করা হয়।
(5) এর সর্বোচ্চ গণনার সীমা 0-8192।
(6) টাইমার Overflow হলে TF flag bit উৎপন্ন হয়।



চিত্র-৪.২ : Timer mode 1

Timer Mode-2

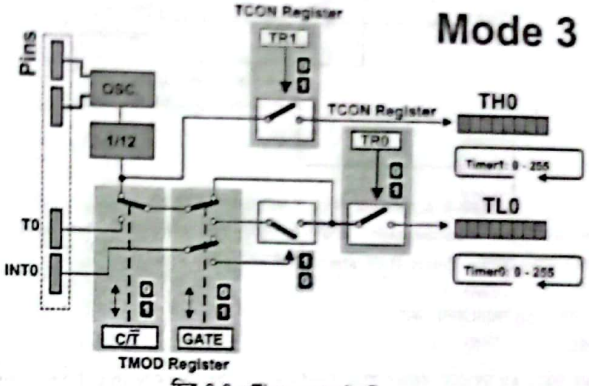
(1) এটি একটি 8 বিটের টাইমার।
(2) এটি একটি auto-reload mode.
(3) TH_x reload value ধারণ করে এবং TL_x হলো টাইমার।
(4) এটি উচ্চ টাইমারের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।
(5) TCON register এর TR বিট সেট করে এটাকে চালু করা হয়।
(6) এর সর্বোচ্চ গণনার সীমা 0-255
(7) টাইমার overflow হলে TF flag bit উৎপন্ন হয়।
(8) TH_x এর জমা মানই এর রিসেট মান।



চিত্র-৪.৩ : Timer mode 2

Timer Mode-3

(1) এটি একটি split-timer mode.
(2) এটি Timer 0 ও Timer 1 এর ক্ষেত্রে ভিন্ন।
(3) যদি Timer 0 কে Timer mode 3 তে সাজানো হয়, তবে এটি 8 বিটের দুটি টাইমারের বিকল্প হয়।
(4) এতে টাইমার রান বিট হলো TR0 ও TR1.
(5) এর সর্বোচ্চ গণনার সীমা 0-255।



চিত্র-৪.৪ : Timer mode 3

৪.৪ টাইমারকে বিভিন্ন মুডে সেটিং এর কোড

(Write Code for Setting Timer in Different Mode)

টাইমারকে সাধারণত সঠিক অপারেটিং মুডে সেট করার জন্য প্রোগ্রামের শুরুতে সূচিত করতে হয়। টাইমারকে বিভিন্ন মুডে সেট করার জন্য একটি বিশেষ রেজিস্টার TMOD ব্যবহৃত হয়। টাইমার মুড সেট করার জন্য নিচে একটি নির্দেশনা উল্লেখ করা হলো :

MOV TMOD, #00010000B

এই নির্দেশনার সম্পাদনের ফলে TMOD রেজিস্টারের বিটগুলোর অবস্থা নিম্নরূপ হয় :

Timer 1				Timer 0			
Gate	C/$\bar{T}$	M1	M0	Gate	C/$\bar{T}$	M1	M0
0	0	0	1	0	0	0	0

এটি Timer 0 এর মুড বিটগুলোকে ক্লিয়ার করে এবং Timer 1 এর মুড বিটকে সাজায়। এতে M1 = 0, M0 = 1 যা Timer 1 এর mode 1 (16 বিট টাইমার) নির্দেশ করে, C/$\bar{T}$ = 0 যা টাইমার অপারেশন বুঝায় এবং Gate = 0 অর্থাৎ টাইমার অভ্যন্তরীণ ক্লকে পরিচালিত। এই অবস্থায় TCON রেজিস্টারে TR1 বিট সেট করলে টাইমার চলবে।

অনুরূপভাবে Timer 0 কে mode 1 চালিত করার জন্য টাইমার সূচনা কোড নিম্নরূপ :

```
MOV     TMOD     ; #00000001B     ; Timer 0 mode 1
SETB    TR0                       ; Start Timer 0
```

এভাবে অন্যান্য মুডে Timer 0 ও Timer 1 চালিত করার কোড উল্লেখ করা হলো :

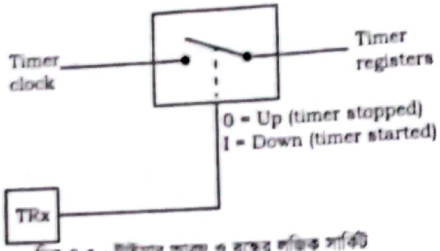
```
MOV     TMOD, #00100000b     ; Timer 1 mode 2
MOV     TMOD, #0000010b      ; Timer 1 mode 2
MOV     TMOD, #00110000b     ; Timer 1 mode 2
MOV     TMOD, #00000011b     ; Timer 1 mode 2
MOV     TMOD, #01100000b     ; Timer 1 mode 2
```

CamScanner

৪.৫ টাইমার আরম্ভ, বন্ধ ও নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা

(Explain the Procedure of Starting, Stopping and Controlling Timer)

TCON রেজিস্টারের Run control bit, TR_x দ্বারা টাইমারকে আরম্ভ বা বন্ধ করার সরলতম পদ্ধতি। সিস্টেম রিসেট TR_x ও রিসেট হয় এবং টাইমারও অকার্যকর বা বন্ধ হয় (নিচের চিত্র)। টাইমারকে চালু করতে সফটওয়্যারের সাহায্যে TR_x কে সেট করতে হয়।



চিত্র-৪.৫ : টাইমার আরম্ভ ও বন্ধের লজিক সার্কিট

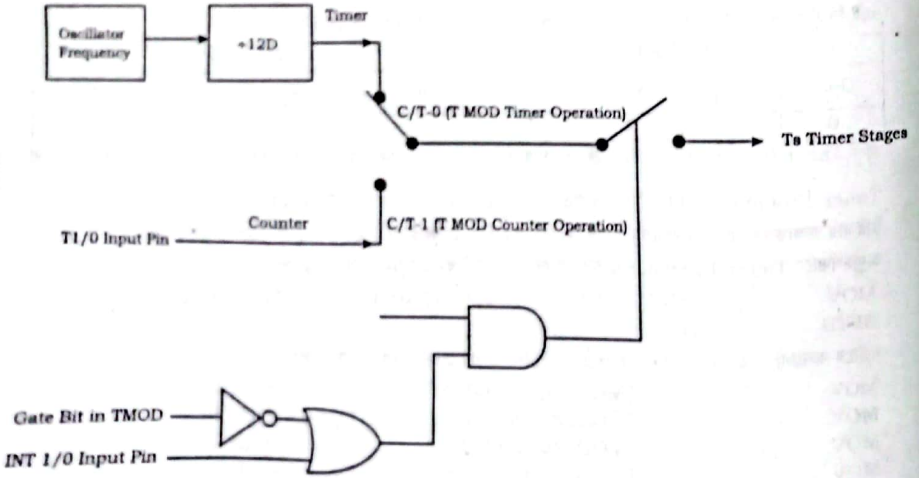
যেহেতু TCON একটি bit addressable রেজিস্টার, তাই TR_x সেট/রিসেট করে প্রোগ্রামে টাইমারকে সহজেই Start/stop করা যায়। যেমন- Timer 0 কে start করার জন্য কোড :

```
SETB    TR0
```

এবং Timer 0 কে stop করার জন্য কোড :

```
CLRB    TR0
```

টাইমারকে নিয়ন্ত্রন করতে হয় TMOD রেজিস্টারের Gate বিট এবং বাহ্যিক ইনপুট $\overline{INT_x}$ সিগন্যাল ব্যবহার করে। Gate কে High করে INT_x সিগন্যাল দ্বারা টাইমারকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এটি পালসের প্রশস্ততা নির্ণয়ের জন্য খুবই উপযোগী। মনে করি, $\overline{INT0}$ এর অবস্থা Low কিন্তু পরিমাপকৃত সময়ের জন্য পালস এর অবস্থা High। যদি Timer 0 কে mode 2 (16 বিট) তে চালনা করা হয়, তবে TL0/TH0 = 0000H, Gate = 1 এবং TR0 = 1। যখন $\overline{INT0}$ এর অবস্থা High হয়, তখন টাইমারের Gate ON হয় এবং ক্লকের হার 1 MHz হয়। আবার যখন $\overline{INT0}$ এর অবস্থা Low হয়, তখন টাইমারের Gate OFF হয় এবং TL0/TH0 এর গণনাই হলো মাইক্রোসেকেন্ডে পালসের সময়কাল।



চিত্র-৪.৬ : 8051 এর অভ্যন্তরীণ টাইমার লজিক সার্কিট

৪.৬ একটি টাইম ডিলে তৈরির জন্য টাইমারের প্রাথমিক মানের হিসাব

(Calculate the Initial Value of Timer for Creating a Certain Delay)

একটি নির্দিষ্ট মানের টাইম ডিলে তৈরি করার জন্য টাইমারের প্রাথমিক মান নির্ণয় করা প্রয়োজন। উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক সিস্টেম অসিলেটর ফ্রিকুয়েন্সি 11.0592 মেগাহার্টস এবং 5 মিলিসেকেন্ড টাইম ডিলে তৈরির জন্য Timer 0 এর প্রাথমিক মানের হিসাব নিচে দেখানো হলো :

আমরা জানি, 8051-এ একটি একক মেশিন সাইকেল 12টি ক্রিস্টাল পালস নিয়ে গঠিত। যেহেতু ক্রিস্টাল ফ্রিকুয়েন্সি 11.0592 মেগাহার্টস, সুতরাং টাইমারের ক্লক সাইকেল সময়কাল

$$= \frac{12}{11.0592} = 1.085 \text{ মাইক্রোসেকেন্ড}$$

টাইম ডিলে = ডিলে মান × টাইমারের ক্লক সাইকেল সময়কাল

$$\text{ডিলে টাইম} = \frac{\text{টাইম ডিলে}}{\text{টাইমারের ক্লক সাইকেল সময়কাল}}$$

$$= \frac{5 \text{ মিলিসেকেন্ড}}{1.085 \text{ মাইক্রোসেকেন্ড}}$$

$$= 4608 \text{ ক্লক}$$

অর্থাৎ টাইমার roll over করার পূর্বে 4608টি ক্লক গণনা করে। যদি টাইমারকে mode 1 এ অপারেট করা হয়, তবে এর সর্বোচ্চ কাউন্ট হয় 65536।

সুতরাং টাইমারের Reload মান = টাইমারের সর্বোচ্চ গণনা – ডিলে মান

$$= 65536 - 4608$$

$$= 0 \times EE00H$$

সুতরাং TH0 ও TL0 রেজিস্টারের প্রাথমিক মান যথাক্রমে

TH = 0 × EE H এবং

TL0 = 0 × 00H

৪.৭ টাইমার ব্যবহার করে 8051 প্রোগ্রাম

(Write Subroutine for Creating Delay of Certain Amount of Time Using Timer)

প্রোগ্রাম- ১ : টাইমার ব্যবহার করে টাইম ডিলে তৈরির সাবরুটিন লেখ।

সমাধান :

নিচে Timer 0 ব্যবহার করে 100 মাইক্রোসেকেন্ড টাইম ডিলে তৈরির একটি সাবরুটিন প্রোগ্রাম উল্লেখ করা হলো :

```
; ..... Delay using Timer 0
DELAY :   MOV TMOD,#01H     ; initialize TMOD, Timer 0, mode 1
          OV TL0,#47H       ; initialize TL0
          OV TL0,#FFH       ; initialize TH0
          SETB TR0          ; start timer
WAIT :    JNB TF0, Wait     ; wait for TF0
          CLR TR0           ; stop timer
          CLR TF0           ; clear TF0
          RET
```