

SEE 1223 - Elektronik Digit

Bab 7 & 8
Litar Logik Jujukan
(Sequential Logic Circuit)

Litar Logik Jujukan

- ♦ Litar Jujukan (Sequential Circuit / State Machine)
 - Mempunyai fungsi ingatan
 - Nilai keluaran sekarang bergantung kepada masukan dan juga nilai pada ingatan (nilai keluaran sebelumnya)

Litar Logik Jujukan

- ♦ Hubungan antara fungsi masukan, keluaran, keadaan sekarang dan keadaan berikut dapat dinyatakan dalam Jadual Keadaan (State Table) dan Rajah Keadaan (State Diagram)

| Keadaan Sekarang | Masukan (X) | |
|------------------|-------------|-----|
| | 0 | 1 |
| A | D/0 | C/1 |
| B | B/1 | A/0 |
| C | C/1 | D/0 |
| D | A/0 | B/1 |

Litar Logik Jujukan

- ♦ Didalam bab ini, penekanan diberikan terlebih dahulu kepada 'Peranti Ingatan'!
- ♦ 2 jenis peranti ingatan yang sering digunakan adalah 'SELAK' (LATCH) dan 'FLIP-FLOP'
- ♦ Bagi selak, ia akan mengekalkan nilai keluaran pada suatu nilai (sama ada '1' atau '0'). Nilai masukan akan serta merta mengubah nilai seterusnya bagi keluaran.
- ♦ Bagi flip-flop, ia juga akan mengekalkan nilai keluaran pada suatu nilai. Nilai masukan dan isyarat jam akan menentukan nilai seterusnya bagi keluaran. Nilai keluaran hanya akan berubah apabila isyarat jam diberi!

Litar Logik Jujukan

PERANTI INGATAN

SELAK (LATCH)

- S-R (NAND)
- S-R (NOR)
- D

FLIP-FLOP

- S-R
- J-K
- D
- T

S-R LATCH

- ♦ Selak S-R pelaksanaan NAND

| S (Set) | R (Reset) | Keluaran |
|---------|-----------|----------|
| 1 | 1 | Tak Ubah |
| 0 | 1 | Q = 1 |
| 1 | 0 | Q = 0 |
| 0 | 0 | Tak sah |

S-R LATCH

- Selak S-R pelaksanaan NOR

| S (Set) | R (Reset) | Keluaran |
|---------|-----------|----------|
| 0 | 0 | Tak Ubah |
| 1 | 0 | Q = 1 |
| 0 | 1 | Q = 0 |
| 1 | 1 | Tak sah |

D LATCH

- Selak D adalah berasaskan kepada selak S-R!

| E | D | Q | Q* |
|---|---|---|----|
| 0 | x | 0 | 0 |
| 0 | x | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Flip-Flop

- Untuk *menyegerakkan* keluaran bagi sesuatu peranti ingatan, penggunaan selak adalah 'tidak sesuai'.
- Flip-flop dapat menyegerakkan isyarat keluaran dengan adanya isyarat Jam (CLOCK)!
- Jam adalah isyarat segiempat berkala. Keluaran bagi sesuatu peranti ingatan atau suatu sistem, hanya diperolehi berdasarkan peralihan isyarat Jam ini. Sama ada peralihan Pinggir Positif atau peralihan Pinggir Negatif.

S-R FLIP-FLOP

- Flip-flop S-R!

FF S-R Terpicu Pinggir +ve FF S-R Terpicu Pinggir -ve

S-R FLIP-FLOP

- Jadual Keadaan dan Rajah Keadaan bagi FF S-R!

| S | R | Q | Q* |
|---|---|---|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | Tak sah |
| 1 | 1 | 1 | Tak sah |

S-R FLIP-FLOP

J-K FLIP-FLOP

- Flip-flop J-K!

J-K FLIP-FLOP

- Jadual Keadaan dan Rajah Keadaan bagi FF J-K!

| J | K | Q | Q* |
|---|---|---|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

J-K FLIP-FLOP

D FLIP-FLOP

- Flip-flop D!

D FLIP-FLOP

- Jadual Keadaan dan Rajah Keadaan bagi FF D!

| D | Q | Q* |
|---|---|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

D FLIP-FLOP

T FLIP-FLOP

- Flip-flop T (Toggle)!

FF T Terpicu Pinggir +ve

FF T Terpicu Pinggir -ve

T FLIP-FLOP

- Jadual Keadaan dan Rajah Keadaan bagi FF T!

| T | Q | Q* |
|---|---|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

T FLIP-FLOP

Kemasukan Tak Segerak

- Sesuatu Flip-Flop juga mempunyai masukan tak segerak! Iaitu perubahan isyarat keluaran akan berubah terus terhadap perubahan masukan tak segerak ini tanpa menunggu perubahan pinggir isyarat CLK!
- Tujuan masukan tak segerak ini adalah untuk menentukan nilai/keadaan awal bagi suatu Flip-Flop.
- Keadaan awal boleh ditetapkan pada 'Q = 0' atau 'Q = 1'.
- Untuk menetapkan keadaan awal pada Q = 1, masukan tak segerak PRESET (PRE) digunakan.
- Untuk menetapkan keadaan awal pada Q = 0, masukan tak segerak CLEAR (CLR) digunakan.

Kemasukan Tak Segerak

- Jadual Keadaan dan Rajah Keadaan bagi FF T!

| CLR | PRE | Operasi FF |
|-----|-----|----------------|
| 0 | 0 | Tak Dibenarkan |
| 0 | 1 | Q = 0 |
| 1 | 0 | Q = 1 |
| 1 | 1 | Clocked |

J-K FLIP-FLOP Masukan Tak Segerak

Penggunaan Flip-Flop

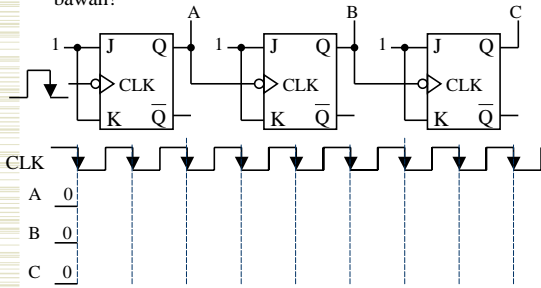
- ◆ Penggunaan FF di dalam topik ini merangkumi:-
 - Pembilang (Counter)
 - Pembilang Tak Segerak
 - Pembilang Segerak
 - Penjujuk (Sequencer)
 - Daftar (Register)

Pembilang Tak Segerak

- ◆ Apabila suatu litar jujukan jenis pembilang direka, litar di dalamnya mengandungi lebih daripada satu FF.
- ◆ Jika isyarat CLK diberikan kepada hanya satu FF sahaja, dan FF yang lain diberikan isyarat CLK yang bebezanya, maka litar tersebut dinamakan litar Pembilang Tak Segerak!
- ◆ Jika semua FF menerima isyarat CLK yang sama, ia dinamakan litar Pembilang Segerak!

Pembilang Tak Segerak

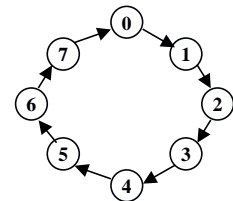
- ◆ Contoh litar Pembilang Tak Segerak adalah seperti di bawah!



Pembilang Tak Segerak

- ◆ Jadual keadaan dan rajah keadaan bagi litar tersebut adalah

| Present St. | | Next St. |
|-------------|-----|----------|
| CBA | CLK | C*B*A* |
| 000 | 1 | 001 |
| 001 | 2 | 010 |
| 010 | 3 | 011 |
| 011 | 4 | 100 |
| 100 | 5 | 101 |
| 101 | 6 | 110 |
| 110 | 7 | 111 |
| 111 | 8 | 000 |



Pembilang Tak Segerak

- ◆ Litar pembilang tersebut dinamakan pembilang-meningkat MOD-8 (up-counter). Litar tersebut mula mengira daripada nombor 0_{10} (000_2) sehingga nombor 7_{10} (111_2) dan kemudian mengulangi nombor 0_{10} (000_2) dan ia akan berulang secara berterusan!
- ◆ Jika satu lagi FF disambungkan di sebelah keluaran C, dimana isyarat CLK bagi FF keempat ini diambil daripada keluaran C, maka suatu pembilang MOD-16 telah direka.
- ◆ Latihan:
 - Reka litar pembilang-menurun MOD-8 (down-counter)

Pembilang Tak Segerak

- ◆ Litar yang ditunjukkan sebelum ini boleh direka untuk pembilang MOD- 2^N sahaja, dimana N adalah bilangan bit ($N = 1,2,3,4,\dots$). Maka nombor yang boleh dibilang hanyalah 2, 4, 8, 16, 32.....
- ◆ Bagaimana mengira MOD $\neq 2^N$?
- ◆ Cthnya: Reka litar pembilang-menaik MOD-10?
- ◆ Dalam pembilang MOD-10, litar akan membilang secara menaik dari 0_{10} hingga 9_{10} . Selepas itu, ia akan ulang kembali kepada 0_{10} dan ulangi membilang secara menaik!

Pembilang Tak Segerak

- ♦ Pembilang MOD-10 ($MOD \neq 2^N$)

| Present St. | | Next St. |
|-------------|-----|------------|
| DCBA | CLK | D*C*B*A* |
| 0000 | 1 | 0001 |
| 0001 | 2 | 0010 |
| 0010 | 3 | 0011 |
| 0011 | 4 | 0100 |
| 0100 | 5 | 0101 |
| 0101 | 6 | 0110 |
| 0110 | 7 | 0111 |
| 0111 | 8 | 1000 |
| 1000 | 9 | 1001 |
| 1001 | 10 | 0000(1010) |

Pembilang Tak Segerak

- ♦ Contoh litar Pembilang Tak Segerak adalah seperti di bawah!

Litar Bersepadu Pembilang Tak Segerak

- ♦ Salah satu IC yang digunakan untuk mereka litar pembilang.

Litar Bersepadu Pembilang Tak Segerak

- ♦ Pembilang 74293 tersebut boleh membilang $MOD \leq 16!$
- ♦ Contoh: Pembilang menaik MOD-10

Litar Bersepadu Pembilang Tak Segerak

- ♦ Latihan:
- Tentukan MOD berikut?

Litar Bersepadu Pembilang Tak Segerak

- ♦ Latihan:
- Tentukan MOD berikut?

Pembilang Segerak

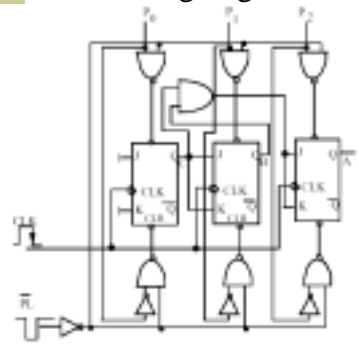
- Semua keluaran disegerakkan oleh satu isyarat CLK!
- Reka pembilang segerak MOD-8

| Present St. | Next St. | Jadual Ujaan | | |
|-------------|----------|--------------|-------|-------|
| | | JA KA | JB KB | JC KC |
| ABC | A*B*C* | | | |
| 000 | 001 | 0 x | 0 x | 1 x |
| 001 | 010 | 0 x | 1 x | x 1 |
| 010 | 011 | 0 x | x 0 | 1 x |
| 011 | 100 | 1 x | x 1 | x 1 |
| 100 | 101 | x 0 | 0 x | 1 x |
| 101 | 110 | x 0 | 1 x | x 1 |
| 110 | 111 | x 0 | x 0 | 1 x |
| 111 | 000 | x 1 | x 1 | x 1 |

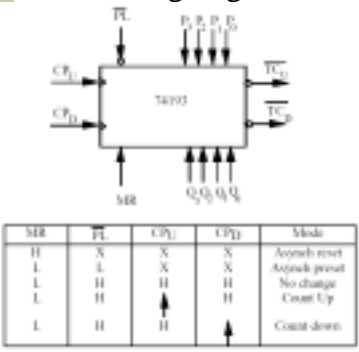
Pembilang Segerak

- Latihan:
 - Reka pembilang-menaik MOD-16. Gunakan FF JK?
 - Reka pembilang-menurun MOD-10. Gunakan FF JK?
 - Rekakan pembilang menaik-turun 3 bit. Masukan X akan menentukan samada ia membilang secara menaik atau menurun?

Pembilang Segerak Boleh Preset



Pembilang Segerak Boleh Preset

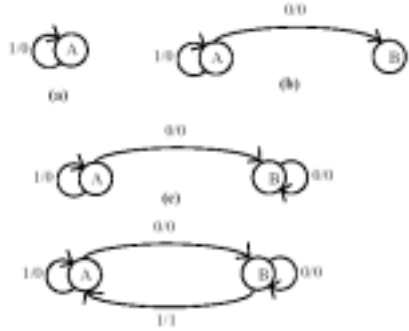


Penjujuk (Sequencer)

- Penjujuk merupakan suatu litar penjujuk mesin keadaan (State Machine) yang memberikan nilai keluaran berdasarkan jujukan masukan yang diberikan.
- Cthnya, suatu litar penjujuk perlu direka untuk mengesan kemasukan (X) nombor 01 untuk memberikan keluaran (Z) 1. Iaitu

X = 00101000110111101
 Z = 00101000100100001

Penjujuk (Sequencer)



Penjujuk (Sequencer)

- ♦ Jadual Keadaan bagi penjujuk 01

| Kedaaan Sekarang | Kemasukan | Kedaaan Berikut | Keluaran | Jadual Ujian |
|------------------|-----------|-----------------|----------|--------------|
| Y | x | Y* | z | J K |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 x |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 x |
| 1 | 0 | 1 | 0 | x 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | x 1 |

Penjujuk (Sequencer)

- ♦ Contoh:
- ♦ Rekakan litar jujukan yang mengesan jujukan 1101
- ♦ Rekakan litar jujukan yang memberikan keluaran '0' apabila jujukan nombor 1111 dikesan, manakala '1' bagi jujukan lain!

Daftar (Register)

- ♦ Daftar adalah sekumpulan flip-flop yang digunakan untuk menyimpan data! Data yang disimpan adalah dalam bentuk Binary dan ia mengandungi maklumat yang tertentu!
- ♦ Bagaimanakah data disimpan dalam Daftar (Register)? Operasi penyimpanan data dalam daftar yang biasanya dilakukan adalah bergantung kepada 'Cara Pemindahan Data' daripada satu FF ke FF yang lain

Daftar (Register)

- ♦ Data pada keluaran FF-A (masukannya FF-B) akan dipindahkan ke keluaran FF-B berdasarkan perubahan pinggir negatif pada CLK FF-B.
- ♦ Rajah tersebut menunjukkan *pemindahan bergerak* (synchronous transfer).
- ♦ Ada 2 jenis cara pemindahan data daripada satu FF ke FF lain iaitu:-
 - ♦ Pemindahan data *selari (PARALLEL)*
 - ♦ Pemindahan data *sesiri (SERIAL)*

Daftar (Register)

- ♦ Pemindahan data *selari*

Daftar (Register)

- ♦ Pemindahan data *sesiri* (Shift Register)

Daftar (Register)

- ◆ Pemindahan data *sesiri* vs data *selari*

| Sesiri | Selari |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ Pemindahan N bit data akan memerlukan N bilangan denyut CLK. ◆ Hanya satu FF sahaja digunakan untuk disambung ke keluaran (satu wayar shj diperlukan). | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Memerlukan satu denyut CLK shj untuk pemindahan N bit data (lebih laju). ◆ Perlukan N bilangan sambungan ke keluaran, bergantung kepada bil bit (banyak sambungan wayar diperlukan). |

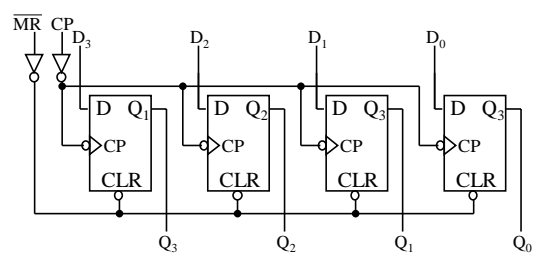
- ◆ Pemilihan untuk menggunakan sama ada pemindahan sesiri atau selari adalah bergantung kepada kehendak aplikasi!

Daftar (Register)

- ◆ Daftar terbahagi kepada 4 jenis utama:-
 - ◆ *Parallel in / parallel out (PIPO)*
 - ◆ *Serial in / serial out (SISO)*
 - ◆ *Parallel in / serial out (PISO)*
 - ◆ *Serial in / parallel out (SIPO)*

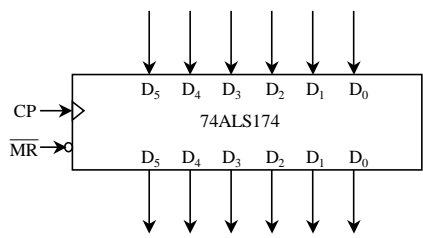
Parallel in / parallel out (PIPO)

- ◆ Konfigurasi FF bagi daftar PIPO.



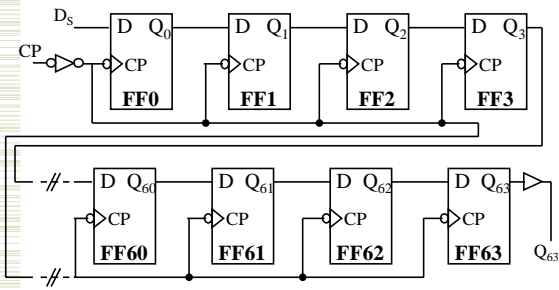
Parallel in / parallel out (PIPO)

- ◆ Litar bersepadu 74ALS147 bagi daftar PIPO, 6-bit:-



Serial in / serial out (PIPO)

- ◆ Konfigurasi FF bagi daftar SISO.



Serial in / serial out (PIPO)

- ◆ Konfigurasi FF bagi daftar SISO.

