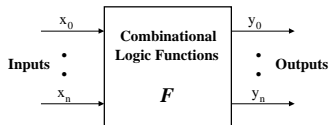


SEE 1223 - Elektronik Digit

Bab 6
Litar Logik Gabungan
(Combinational Logic Circuit)

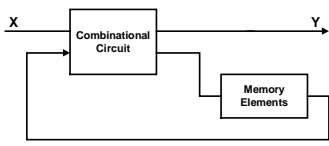
Litar Logik Gabungan

- ♦ Litar logik digital terdiri daripada 2 kategori iaitu:
 - Litar logik **gabungan** (COMBINATIONAL)
 - Litar logik **jujukan** (SEQUENTIAL)
- ♦ Litar logik gabungan
 - Nilai keluaran ditentukan secara terus oleh nilai masukan sekarang.



Litar Logik Gabungan

- ♦ Litar logik jujukan
 - Mempunyai fungsi ingatan
 - Nilai keluaran sekarang bergantung kepada masukan dan juga nilai pada ingatan (nilai keluaran sebelumnya)



Litar Logik Gabungan

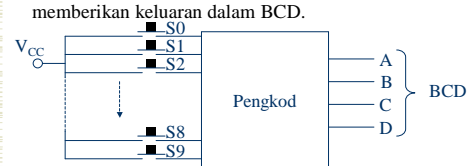
- ♦ Untuk mereka litar logik gabungan, perlukan pengetahuan tentang:-
 - Sistem nombor perduaan (sistem digital)
 - Perlaksanaan suatu rangkap kepada litar logik
 - Jadual benar
 - Pemudahan rangkap (K-Map)
- ♦ Apabila semua ilmu tersebut deketahui, litar bagi sesuatu sistem boleh direka!

Jenis-jenis Litar Logik Gabungan

- ♦ Beberapa jenis litar logik gabungan yang akan dipelajari dalam topik ini:-
 - Pengkod (Encoder)
 - Penyahkod (Decoder)
 - Pemultipleks (Multiplexer)
 - Nyahmultipleks (Demultiplexer)
 - Pembanding (Comparator)
 - Penambah-Penuh (Full-Adder)

Pengkod (Encoder)

- ♦ Litar ini mempunyai beberapa masukan dan juga beberapa keluaran. Litar Pengkod akan menerima masukan daripada salah satu sahaja daripada inputnya dan menukarkannya kepada suatu kod di keluaran.
- ♦ Contohnya, suatu set suis tekan 10 nombor (keypad) disambungkan kepada masukan litar pengkod untuk memberikan keluaran dalam BCD.



Pengkod (Encoder)

- Dapatkan jadual benar bagi litar tersebut!

S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	A	B	C	D
1										0	0	0	0
	1									0	0	0	1
		1								0	0	1	0
			1							0	0	1	1
				1						0	1	0	0
					1					0	1	0	1
						1				0	1	1	0
							1			0	1	1	1
								1		1	0	0	0
									1	1	0	0	1

Pengkod (Encoder)

- Dapatkan rangkap, dan lukiskan litar!

$A = S8 + S9$
 $B =$
 $C =$
 $D =$

- Reka litar pengkod keutamaan 3 masukan, dua keluaran?

Penyahkod (Decoder)

- Litar ini mempunyai beberapa masukan dan juga beberapa keluaran. Litar Penyahkod mempunyai fungsi yang berlawanan dengan litar Pengkod! Ia menukarkan suatu nilai kod (pada masukannya) kepada suatu nilai aktif atau suatu kod lain di keluaran!
- Contohnya, penyahkod perduaan ke BCD!

Penyahkod (Decoder)

- Reka litar penyahkod 1 dari 8

A	B	C	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
0	0	0	1							
0	0	1		1						
0	1	0			1					
0	1	1				1				
1	0	0					1			
1	0	1						1		
1	1	0							1	
1	1	1								1

- $Y0 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}$
- $Y1 = \overline{A}\overline{B}C$

Penyahkod (Decoder)

- Litar penyahkod 1 dari 8

Penyahkod (Decoder)

- Reka litar penyahkod Binary ke BCD.
- Suatu penyahkod direka untuk menukarkan kod BCD kepada paparan 7-ruas (BCD to 7-Segment Decoder)

Pemultiplek (Multiplexer)

- Litar ini mempunyai beberapa masukan dan memilih salah satu daripada masukan untuk terus dihantar ke keluaran. Masukan yang dipilih bergantung kepada 'Isyarat Pemilih'!

Pemultiplek (Multiplexer)

- Pemultiplek 2 masukan (2-1 MUX)

S	Keluaran (Z)
0	Z = I ₀
1	Z = I ₁

$$Z = \bar{S}I_0 + SI_1$$

Pemultiplek (Multiplexer)

- Pemultiplek 4 masukan (4-1 MUX)

S ₁ S ₀	Keluaran (Z)
0 0	Z = I ₀
0 1	Z = I ₁
1 0	Z = I ₂
1 1	Z = I ₃

$$Z = \bar{S}_1\bar{S}_0I_0 + \bar{S}_1S_0I_1 + S_1\bar{S}_0I_2 + S_1S_0I_3$$

Nyahmultiplek (Demultiplexer)

- Fungsi litar ini berlawanan dengan litar Pemultipleks.
- Litar ini mempunyai satu masukan dan memilih salah satu daripada masukan untuk dihantar ke salah satu keluaran. Keluaran yang dipilih bergantung kepada 'Isyarat Pemilih'!

Nyahmultiplek (Demultiplexer)

- Pemultiplek 4 masukan (4-1 MUX)

S ₁ S ₀	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0 0	0	0	0	I _n
0 1	0	0	I _n	0
1 0	0	I _n	0	0
1 1	I _n	0	0	0

$$Q_0 = \bar{S}_1\bar{S}_0I_n$$

$$Q_1 = \bar{S}_1S_0I_n$$

$$Q_2 = S_1\bar{S}_0I_n$$

$$Q_3 = S_1S_0I_n$$

Pembanding (Comparator)

- Merupakan litar digital yang boleh membandingkan nilai antara dua nombor Binary. Pembandingan dilakukan untuk menentukan kedua-dua nombor tersebut adalah:
 - Sama dengan '='
 - Lebih kecil '<'
 - Lebih besar '>'
 - Lebih kecil @ sama dengan '≤'
 - Lebih besar @ sama dengan '≥'

Pembanding (Comparator)

- Pembanding 1 bit merupakan asas kepada pembanding bit yang lebih besar!
- Pembandingan dua nombor 1 bit adalah seperti berikut:
 - $A > B$**
 - Rangkaian yang menyatakannya adalah $Y = A \cdot \bar{B}$
 - $A < B$**
 - Rangkaian yang menyatakannya adalah $Y = \bar{A} \cdot B$

Pembanding (Comparator)

- **$A = B$**
- Rangkaian yang menyatakannya adalah $Y = \overline{A \oplus B}$
- **$A \geq B$**
- Rangkaian yang menyatakannya adalah $Y = \bar{A} \cdot B$
- **$A \leq B$**
- Rangkaian yang menyatakannya adalah $Y = A \cdot \bar{B}$

Pembanding (Comparator)

- Dua nombor 2 bit, A_1A_0 dan B_1B_0 perlu dibandingkan!
- Pembandingan 2 bit yang melaksanakan $A_1A_0 > B_1B_0$
 - Analisa dilakukan terhadap dua perkara (2 bit)
 - 1) $A_1 > B_1 \rightarrow A_1 \cdot \bar{B}_1$
 - 2) $A_1 = B_1$ dan $A_0 > B_0 \rightarrow (A_1 \oplus B_1) \cdot (A_0 \bar{B}_0)$

$$Y = A_1 \cdot \bar{B}_1 + (A_1 \oplus B_1) \cdot (A_0 \bar{B}_0)$$

Pembanding (Comparator)

- Reka suatu litar yang membandingkan 2 nombor 3 bit ($A_2A_1A_0$ dan $B_2B_1B_0$). Keluaran pembanding tersebut adalah
 - $X = 1$, apabila kedua-dua nombor di atas sama
 - $Y = 1$, apabila $A_2A_1A_0 > B_2B_1B_0$
 - $Z = 1$, apabila $A_2A_1A_0 < B_2B_1B_0$

Penambah-Penuh (Full-Adder)

- Litar penambah adalah suatu litar yang menambahkan dua nombor perdua!
- Litar Penambah-Penuh (Full-Adder) adalah salah satu litar penambah yang sering digunakan!

Penambah-Penuh (Full-Adder)

- Jadual Benar bagi litar F-A (1 bit)

A	B	C_{IN}	C_{OUT}	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Penambah-Penuh (Full-Adder)

- Rangkap Boolean

$$C_{OUT} = AC_{IN} + BC_{IN} + AB$$

$$S = A \oplus B \oplus C_{IN}$$

Penambah-Penuh (Full-Adder)

- Litar F-A (n-bit)

Litar Penambah-Penuh Bawa Lihat ke Hadapan

- Litar FA yang telah dipelajari pada topik yang lepas juga dipanggil sebagai 'Ripple Carry FA'. Kekurangan litar tersebut adalah operasi FA bagi bit yang lebih kiri akan bergantung kepada BAWA bagi bit di sebelah kanan!
- Operasi menjadi lambat!
- Lengah perambatan bertambah jika penambahan bit yang lebih besar dilakukan!
- Cth: lengah perambatan bagi setiap get dalam FA adalah 20ns. Bagi FA ke-3, nilai S3 hanya akan diperolehi selepas 120ns!

Litar Penambah-Penuh Bawa Lihat ke Hadapan

- Untuk mengatasi masalah ini, litar penambah penuh Bawa Lihat ke Hadapan (Carry Look Ahead FA) digunakan!
- Dalam litar ini, ada 2 cara bagaimana bawa (Carry) dihasilkan iaitu Bawa Terjana, C_g (Generated Carry) dan juga Bawa Terambat, C_p (Propagated Carry)
- C_g terhasil apabila kedua-dua bit masukan (A&B) adalah '1'. Maka $C_g = AB$
- C_p terhasil disebabkan sama ada salah satu atau kedua-dua input adalah '1'. Maka $C_p = A+B$

Litar Penambah-Penuh Bawa Lihat ke Hadapan

- Daripada C_{out} untuk 'Ripple Carry FA',

$$C_{OUT} = AC_{IN} + BC_{IN} + AB$$

$$= (A + B)C_{IN} + AB$$

$$S = A \oplus B \oplus C_{IN}$$

$$C_{OUT} = C_p C_{IN} + C_g$$

Litar Penambah-Penuh Bawa Lihat ke Hadapan

- Penambah-Penuh 1 (FA1) :-

$$C_{out1} = C_{g1} + C_{p1}C_{in1}$$

- Penambah-Penuh 2 (FA2) :-

$$C_{out2} = C_{g2} + C_{p2}C_{in2} \quad ; \text{dimana } C_{in2} = C_{out1}$$

$$C_{out2} = C_{g2} + C_{p2}C_{out1}$$

$$C_{out2} = C_{g2} + C_{p2}(C_{g1} + C_{p1}C_{in1})$$

$$C_{out2} = C_{g2} + C_{p2}C_{g1} + C_{p2}C_{p1}C_{in1}$$

Litar Penambah-Penuh Bawa Lihat ke Hadapan

- ♦ Penambah-Penuh 3 (FA3) :-

$$C_{out3} = C_{g3} + C_{p3}C_{in3} \quad ; \text{dimana } C_{in3} = C_{out2}$$

$$C_{out3} = C_{g3} + C_{p3}C_{g2} + C_{p3}C_{p2}C_{g1} + C_{p3}C_{p2}C_{p1}C_{in1}$$

- ♦ Penambah-Penuh 4 (FA4) :-

$$C_{out4} = C_{g4} + C_{p4}C_{in4} \quad ; \text{dimana } C_{in4} = C_{out3}$$

$$C_{out4} = C_{g4} + C_{p4}C_{g3} + C_{p4}C_{p3}C_{g2} + C_{p4}C_{p3}C_{p2}C_{g1} \\ + C_{p4}C_{p3}C_{p2}C_{p1}C_{in1}$$