

2. Nhắc lại kỹ thuật số

TS Nguyễn Hồng Quang



Electrical Engineering

1

Tổng quan

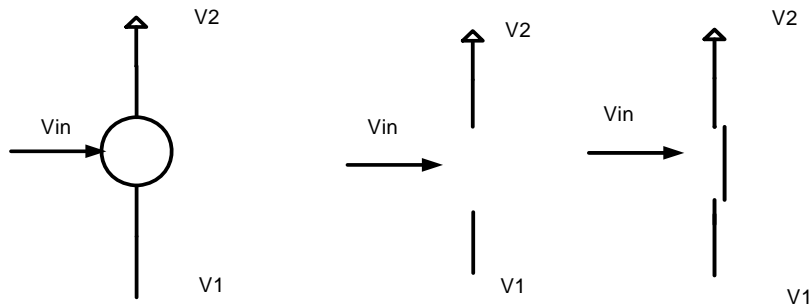
- 2.1 Khái niệm logic số
 - Mạch số cơ bản
- 2.2 Mạch số tổ hợp



Electrical Engineering

2

2.1.1 Transistor lý tưởng



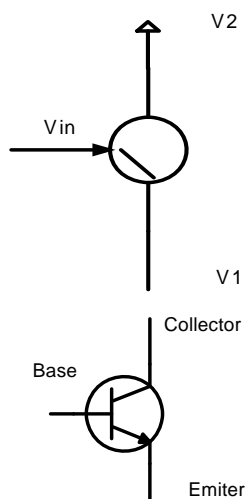
- Điện trở R được điều khiển bởi điện áp V_{in}
- Giả thiết $V_2 > V_1$
- Nếu V_{in} xấp xỉ V_1 , $R = \text{infinity}$
- Nếu $V_{in} > V_1 + 1V$, $R = 0$



Electrical Engineering

3

2.1.1 N transistor



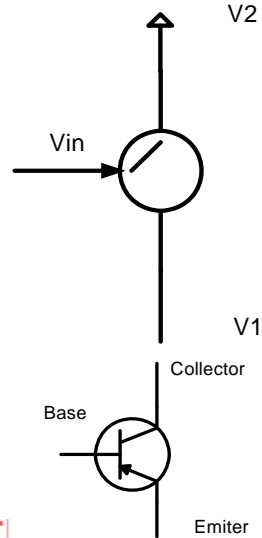
- $V_2 > V_1$
- Nếu V_{in} xấp xỉ V_1 , $R = \text{infinity}$
- Nếu $V_{in} > V_1 + 1V$, $R = 0$



Electrical Engineering

4

2.1.1 P transistor



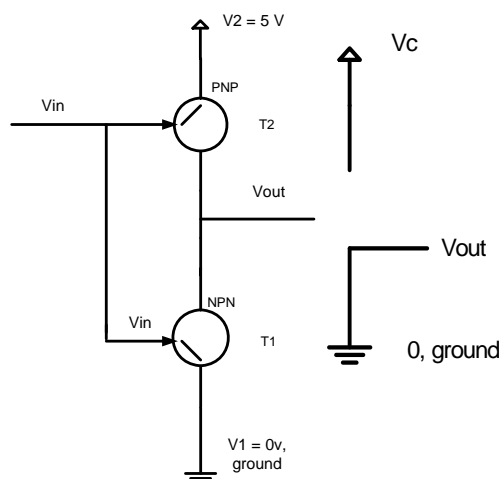
- $V_2 < V_1$
- Nếu V_{in} xấp xỉ V_2 , $R = 0$
- Nếu $V_{in} > V_2 + 1V$, $R = \text{infinity}$



Electrical Engineering

5

2.1.1 Kết cấu mạch logic (0, 1)



Nếu $V_{in} = 5V$

- $V_2 - V_{in} = 0$, T2 khóa
- $V_{in} > V_1 + 1V$, T1 mở

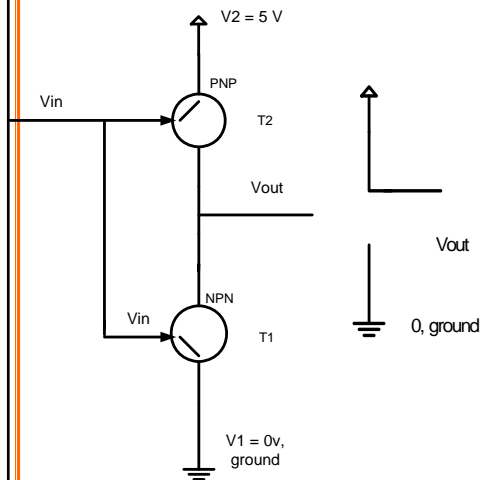
$V_{out} = 0V$



Electrical Engineering

6

2.1.1 Kết cấu mạch logic (0, 1)



Nếu $V_{in} = 0V$

- $V_2 - V_{in} > 1V$, T2 mở
- $V_{in} = V_1$, T1 khóa

$V_{out} = 5V$



Electrical Engineering

7

2.1.1 Chế độ làm việc Transistor

- Chế độ khóa (cutoff)
- Chế độ khuếch đại (active)
- Chế độ bão hòa (saturation)



Electrical Engineering

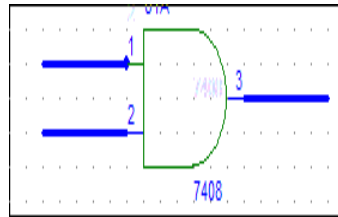
8

2.1.2 Logic function

Hàm tổng hợp các biến đầu vào

$$W = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

x là các bit logic, có 2 trạng thái, đưa ra bằng chân lý với các trạng thái chuẩn



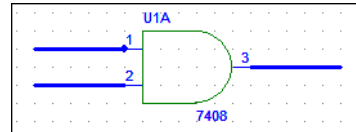
2.1.2 Các hàm lôgic cơ bản

- AND
- OR
- NAND
- NOR
- XOR
- NOT



2.1.2 AND

- $W = \text{and}(x,y) = x.y$
- Điều kiện và

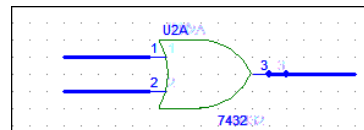


x	y	W
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



2.1.2 OR

- $W = \text{or}(x,y) = x + y$
- Điều kiện hoặc



x	y	W
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

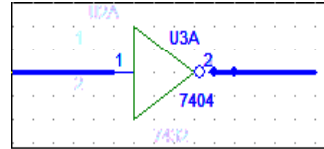


2.1.2 NOT

- $W = \text{NOT}(X) = x'$

Điều kiện đảo

$$W = \overline{W}$$



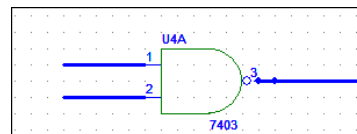
x	W
0	1
1	0



2.1.2 NAND

- $W = \text{nand}(x,y) = (x \cdot y)'$

Điều kiện và đảo



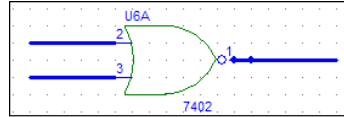
x	y	W
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



2.1.2 NOR

- $W = \text{nor}(x,y) = (x + y)'$

Điều kiện hoặc đảo



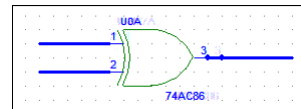
x	y	W
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



2.1.2 XOR

- $W = \text{xor}(x,y)$

Điều kiện hoặc loại trừ (or exclusive)

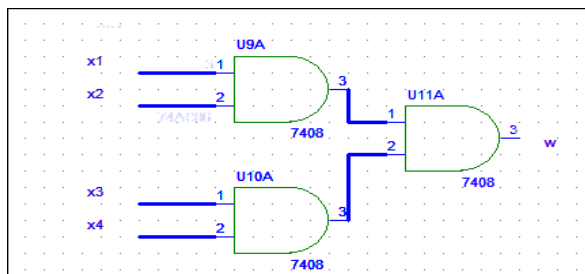


x	y	W
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



2.1.2 Mạch nhiều đầu vào

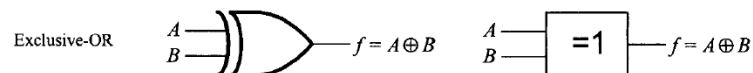
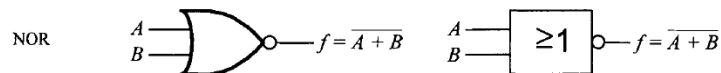
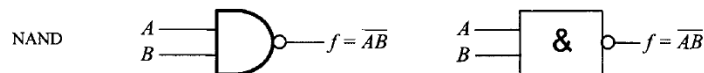
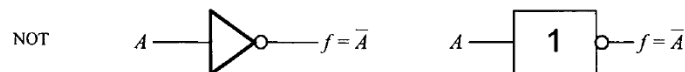
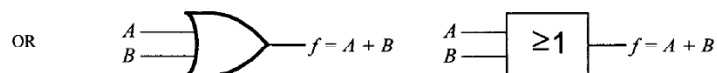
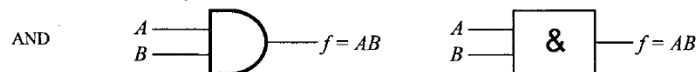
- $W = \text{and}(x1, x2, x3, x4) =$
- $\text{And}(x1, x2) \cdot (\text{and}(x3, x4))$



Electrical Engineering

17

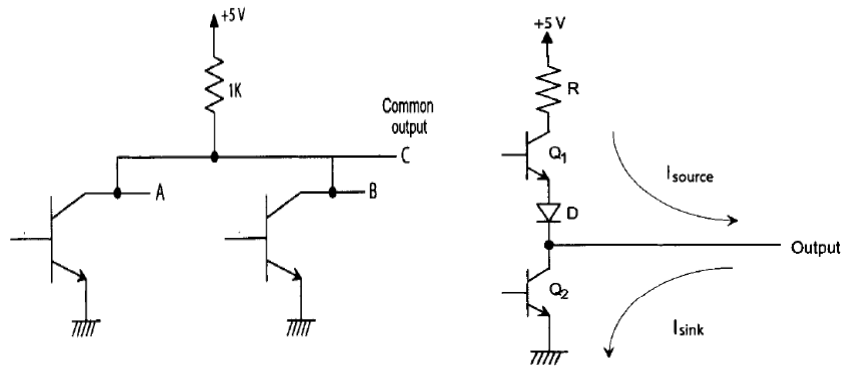
2.1.2 Ký hiệu do IEEE đưa ra



Electrical Engineering

18

2.1.2 Đầu ra của IC số



2.1.2 Phân loại IC số

- Loại TTL
 - Ngưỡng 0: 0 – 0.8V
 - Ngưỡng 1: 2.4 – 5V
 - Loại CMOS
 - Ngưỡng 0: 0 – 1.5V
 - Ngưỡng 1: 2.5 – 5V (loại CMOS 5V)
 - Ngưỡng 1: 11 – 15V (loại CMOS 15V)
- | | |
|-------|----------------------------|
| 74S | Schottky TTL |
| 74LS | Low-power Schottky TTL |
| 74AS | Advanced Schottky TTL |
| 74F | Fast TTL (Similar to 74AS; |
| 74ALS | Advanced low-power Schott |
- 74HC00 (High-speed CMOS)**



2.2 Các mạch số cơ bản

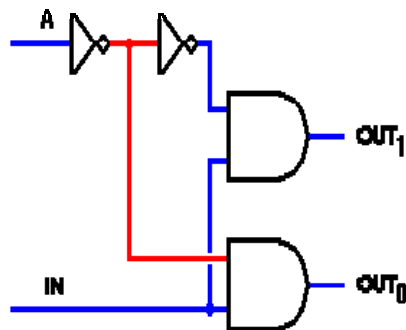
- Mạch giải mã (decoder)
- Mạch dồn kênh (multiplexer)
- Mạch chốt (Flip-Flop)
- Mạch đếm (counter)
- Mạch chia tần số (freq divider)
- Mạch tạo xung clock (555 timer)



Electrical Engineering

21

2.2.1 Mạch giải mã



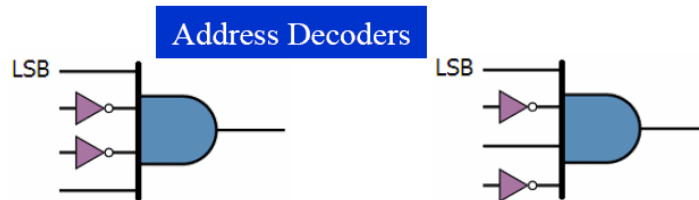
- Mạch chuyển đổi từ n đầu vào thành bit tương ứng 2^n ở đầu ra
- Mạch giải mã 1 – 2
- Đầu ra được quyết định bởi tổ hợp nhị phân đầu vào



Electrical Engineering

22

2.2.1 Mạch giải mã trong VXL



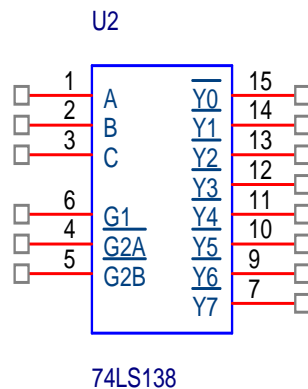
- Đầu ra 1 khi đầu vào 1001
- Đầu ra 1 khi đầu vào là 1010



Electrical Engineering

23

2.2.1 Mạch giải mã 3 – 8 (74LS138)



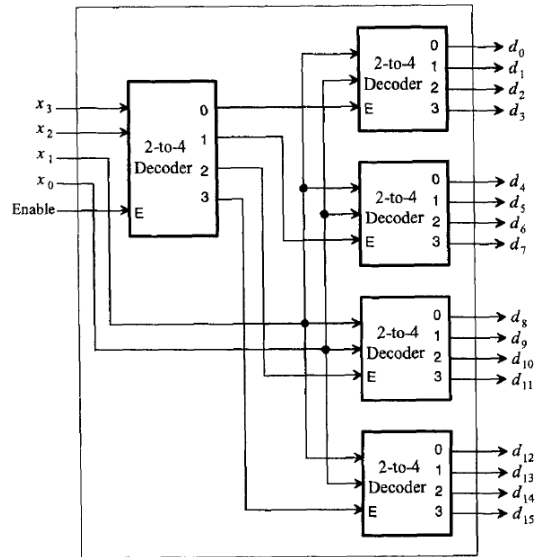
- Mạch giải mã từ 3 đường ra 8 đường có thể
- Tuân theo luật 2^n
- IC 74138, 74139, 74154



Electrical Engineering

24

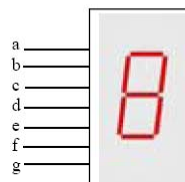
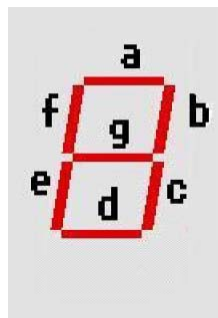
2.2.1 Mạch giải mã 4-16



Electrical Engineering

25

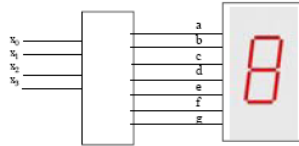
2.2.1 LED 7 thanh



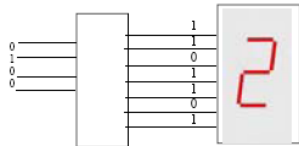
Electrical Engineering

26

2.2.1 Mã BCD thành LED 7thanh



Decoder & display working.....
Input X=[0010] (Decimal=2), output is [a,b,c,d,e,f,g]=[1101101]



Electrical Engineering

27

2.2.1 Bảng logic



BCD	x3	x2	x1	x0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1



Electrical Engineering

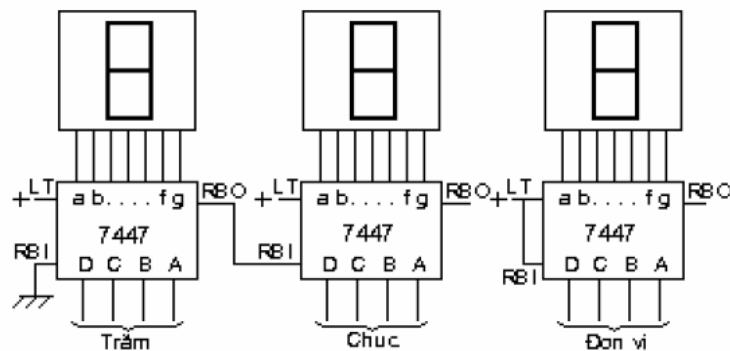
28

2.2.1 IC số giải mã BCD

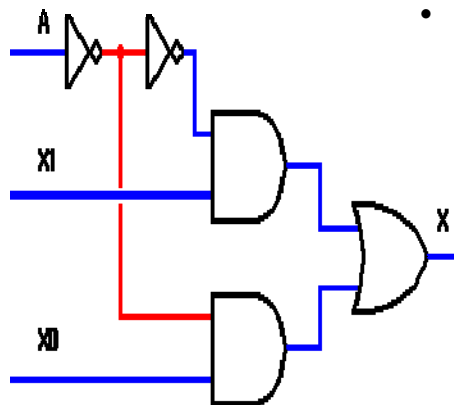
- Hai IC thông dụng dùng để giải mã BCD sang 7 đoạn là:
- CD 4511 (loại CMOS, ngã ra tác động cao và có đệm)
- 7447 (loại TTL, ngã ra tác động thấp, cực thu để hở)



2.2.1 Mạch hiển thị thực tế



2.2.2 Mạch dồn kênh (2 đường)



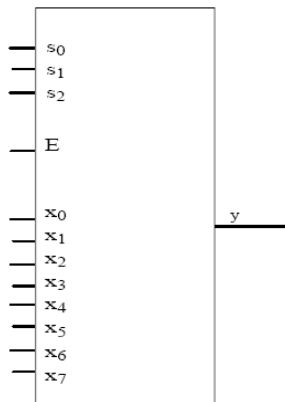
- Còn được gọi là mạch chọn dữ liệu, gồm 2^n ngõ vào dữ liệu, n ngõ vào địa chỉ (hay điều khiển) và một ngõ ra. Khi có một địa chỉ được tác động dữ liệu ở ngõ vào tương ứng với địa chỉ đó sẽ được chọn.



Electrical Engineering

31

2.2.2 Dồn kênh



E	s ₂	s ₁	s ₀	Y
1	0	0	0	x ₀
1	0	0	1	x ₁
1	0	1	0	x ₂
1	0	1	1	x ₃
1	1	0	0	x ₄
1	1	0	1	x ₅
1	1	1	0	x ₆
1	1	1	1	x ₇
0	x	x	x	0



Electrical Engineering

32

2.2.2 Thực tế dồn kênh

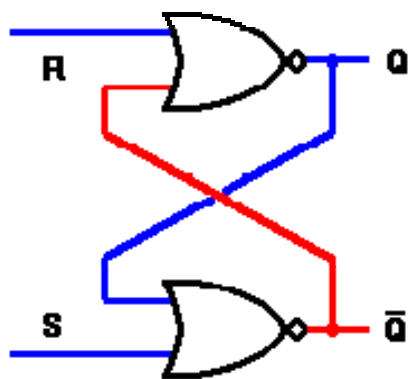
- Trên thực tế, ta có đủ các loại mạch đa hợp từ $2 \rightarrow 1$ (IC 74157), $4 \rightarrow 1$ (IC 74153), $8 \rightarrow 1$ (IC 74151) và $16 \rightarrow 1$ (74150)
- Ngoài ra, để chọn dữ liệu là các nguồn tín hiệu tương tự, khóa tương tự (analog switch), được chế tạo theo công nghệ MOS như IC 4051 (8 kênh) IC 4053 (2 kênh). . . . Cũng có loại khóa sử dụng được cho cả tín hiệu tương tự và số (bilateral switches) như IC 4016, IC 4066, . .
- Sử dụng trong mạch chuyển đổi từ tín hiệu song song sang tín hiệu nối tiếp



Mạch chốt, Flip-flop



2.2.3 Mạch RS chốt dùng mạch NOR tác động mức cao



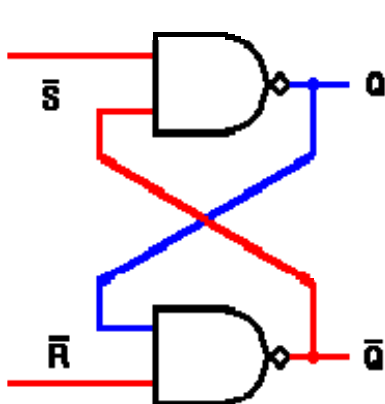
- Khi $R=S=0$ (cả 2 ngõ vào đều không tác động), ngõ ra không đổi trạng thái.
- - Khi $R=0$ và $S=1$ (ngõ vào S tác động), chốt được Set (tức đặt $Q+=1$).
- - Khi $R=1$ và $S=0$ (ngõ vào R tác động), chốt được Reset (tức đặt lại $Q+=0$).
- - Khi $R=S=1$ (cả 2 ngõ vào đều tác động), chốt rơi vào trạng thái cấm



Electrical Engineering

35

2.2.3 Mạch chốt R-S dùng NAND tác động mức thấp



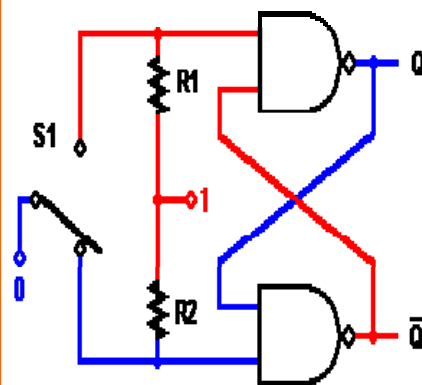
- Mạch chốt tín hiệu ra bất chấp dạng của tín hiệu vào
- Tín hiệu S dùng xác lập tín hiệu ra
- Tín hiệu R dùng xóa tín hiệu ra
- Không thể có 2 tín hiệu vào cùng là 0



Electrical Engineering

36

2.2.3 Ứng dụng mạch R-S



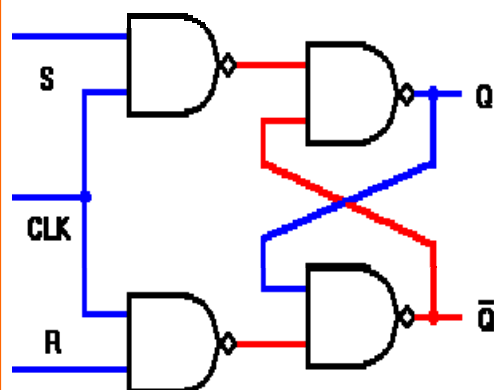
- Chống hiện tượng rung trong mạch bàn phím



Electrical Engineering

37

2.2.3 Mạch RS dùng xung clock



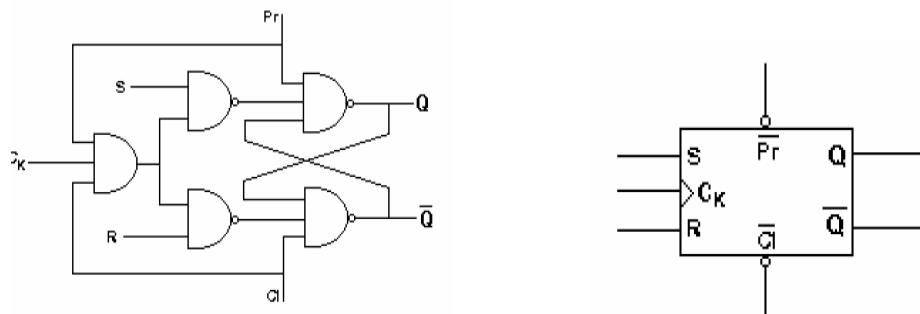
- R, S bình thường luôn giữ giá trị 0
- Mạch R/S chỉ có tác dụng khi CLK có giá trị 1
- Mạch hoạt động theo mức xung CLK



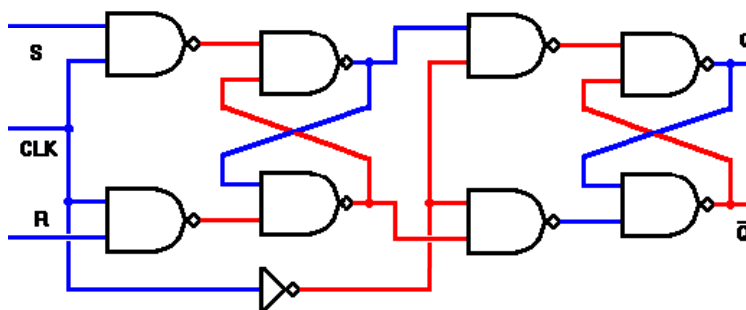
Electrical Engineering

38

2.2.3 Flipflop RS có ngõ vào Preset và Clear



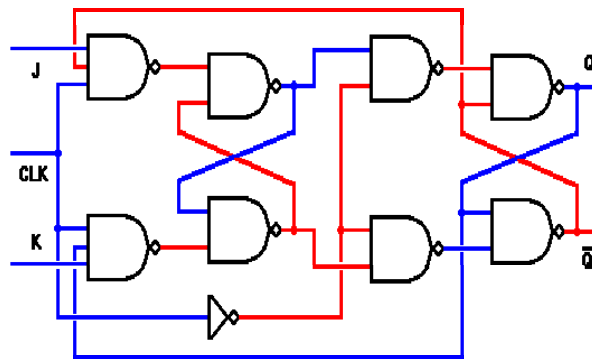
2.2.3 Mạch RS hoạt động với sườn xung clock (flip – flop)



Tín hiệu đi xung clock từ 0 – 1 – 0, mạch chỉ hoạt động khi xung clock chuyển từ 1 về 0



2.2.3 Mạch J-K flip flop



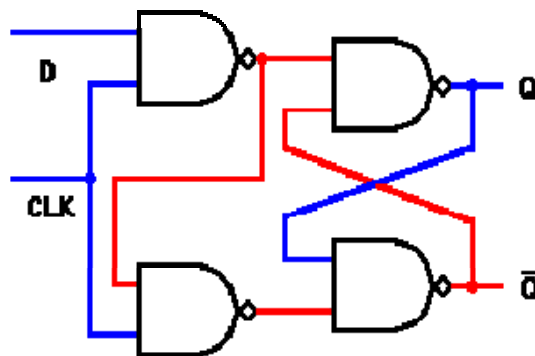
- $J = 1, K = 1, Q = Q'$
- $J = 0, K = 0, Q$ giữ nguyên trạng thái
- $J = 1, K = 0, Q = 1$
- $J = 0, K = 1, Q = 0$



Electrical Engineering

41

2.2.3 Mạch chốt D (data latch)



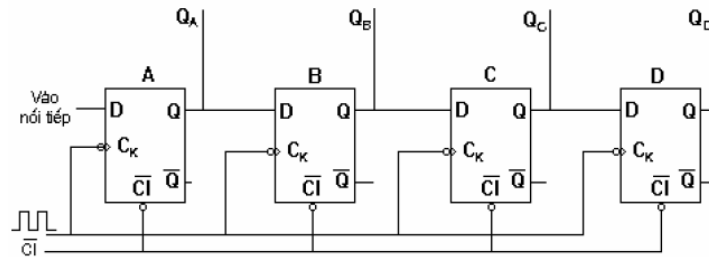
- Tín hiệu Q giá trị bằng tín hiệu D, khi $CLK = 1$
- Khi $CLK = 0$, Q chốt giá trị



Electrical Engineering

42

2.2.3 Mạch ghi dịch



- 74HC374 bao gồm 8 mạch D-Flip



2.2.3 Thức tế mạch ghi dịch

- IC **74164**: dịch phải 8 bit;
- IC **7495**: 4 bit , dịch phải, trái, vào/ra nối tiếp/song song
- Một số nhị phân khi dịch trái 1 bit, giá trị được nhân lên gấp đôi và được chia hai khi dịch phải một bit.
- Trong máy tính thanh ghi (tên thường gọi của mạch ghi dịch) là nơi lưu tạm dữ liệu để thực hiện các phép tính, các lệnh cơ bản như quay, dịch
- Ngoài ra, mạch ghi dịch còn những ứng dụng khác như: tạo mạch đếm vòng, biến đổi dữ liệu nối tiếp ↔ song song, dùng thiết kế các mạch đèn trang trí, quang báo.

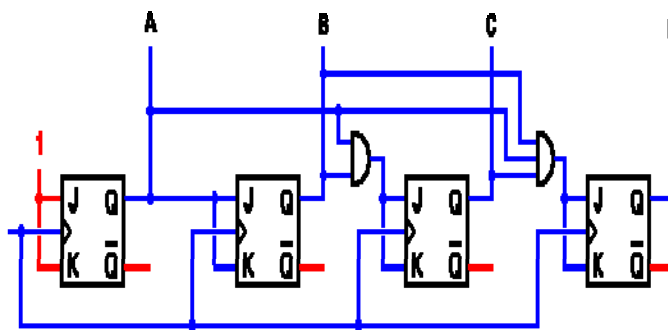


2.2.4 Mạch đếm

- Lợi dụng tính đảo trạng thái của JK khi $J=K=1$, người ta thực hiện các mạch đếm.
- Chức năng của mạch đếm là đếm số xung CK đưa vào ngõ vào hoặc thể hiện số trạng thái có thể có của các ngõ ra.
- Nếu xét khía cạnh tần số của tín hiệu thì mạch đếm có chức năng chia tần, nghĩa là tần số của tín hiệu ở ngõ ra là kết quả của phép chia tần số của tín hiệu CK ở ngõ vào cho số đếm của mạch.
- Ta có các loại: mạch đếm đồng bộ, không đồng bộ và đếm vòng.



2.2.4 Mạch đếm tăng đồng bộ



Mạch tăng giá trị lên 1 mỗi khi có một tín hiệu xung đầu vào



2.2.4 Mạch đếm tăng

States				Count
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

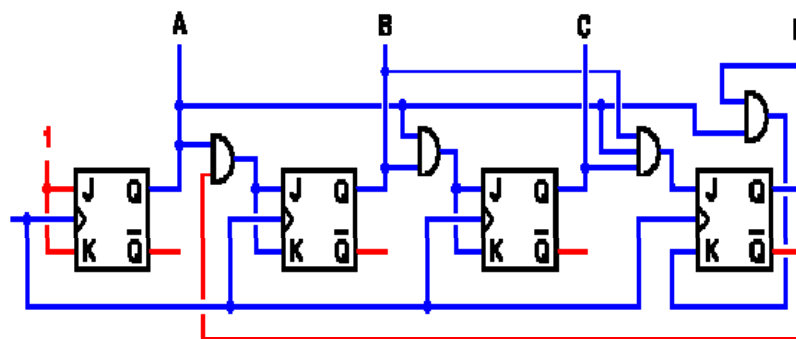
- Bảng chân lý



Electrical Engineering

47

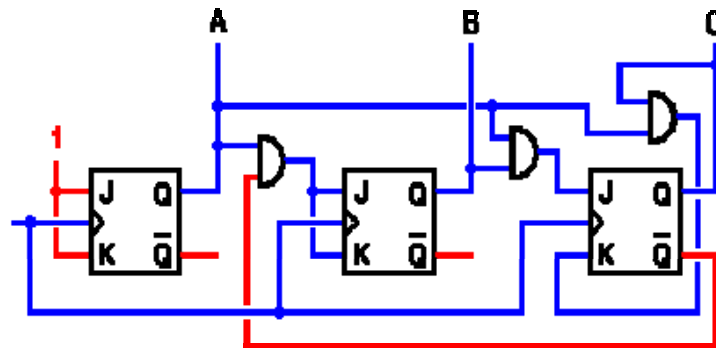
2.2.4 Mạch đếm thập phân (0 – 9)



Electrical Engineering

48

2.2.4 Mạch đếm 0 - 5

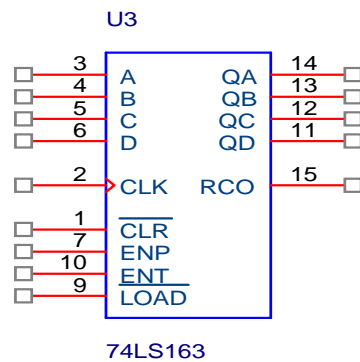


2.2.6 Mạch chia tần số

- Tần số đầu ra bằng tần số xung vào chia cho giá trị n.
- Ví dụ mạch chia 2, chia 4, chia 10



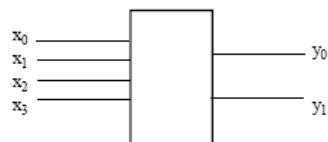
2.2.6 Ví dụ thực tế



- Mạch đếm 0 – 15
- Mạch đếm thuận, đếm ngược
- Mạch tín hiệu xóa



2.2.7 Binary Encoder



$$X=(x_0, x_1, x_2, x_3), \quad Y=(y_0, y_1)$$

Binary encoder...2 bits output example.

x3	x2	x1	x0	y1	y0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

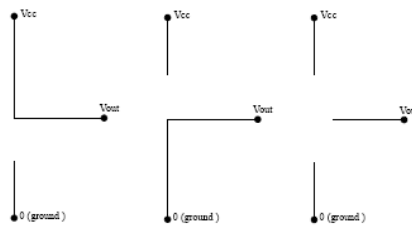


2.2.7 Đầu ra 3 trạng thái

Can take 3 possible states:

HIGH → $V_{out} \sim 5 \text{ volts}$
 LOW → $V_{out} \sim 0 \text{ volts}$
 OPEN (High impedance, High-Z) → $V_{out} = \text{floating}$

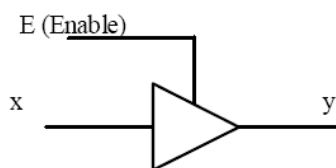
Ideally:



Electrical Engineering

53

2.2.7 Bộ đệm 3 trạng thái



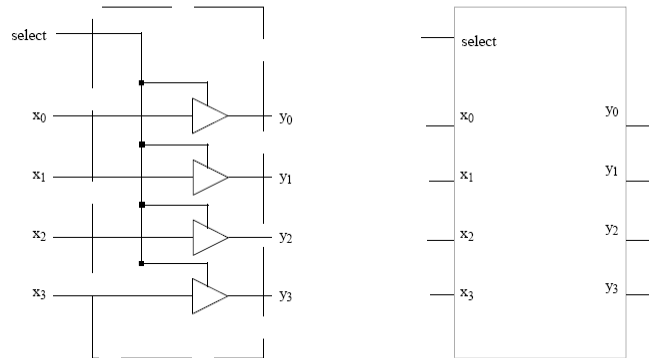
x	E	y	result
0	1	0	x controls the output → $y = x$
1	1	1	
0	0	HZ	Other signal will control y .
1	0	HZ	



Electrical Engineering

54

2.2.7 Ghép nhiều bộ đệm 3 trạng thái



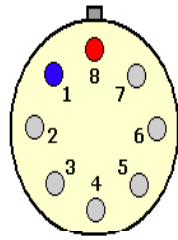
2.2.8 Mạch tạo xung clock, 555

- Tạo xung clock với tần số khác nhau, kết hợp giá trị Tụ và trở
- Tạo xung có độ rộng xung khác nhau
- Làm việc với dải điện áp từ 3V – 18V



2.2.8 Sơ đồ chân

1. Ground
2. Trigger
3. Output
4. Reset
5. Control Voltage
6. Threshold
7. Discharge
8. Vcc (+)



(c) Tong van Roon

fig. 1. 8-pin T package

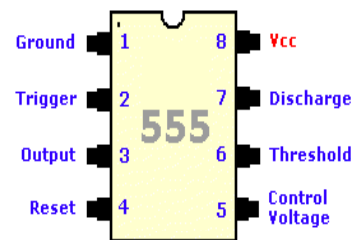


fig. 2. 8-pin V package



Electrical Engineering

57

2.2.8 Hãng sản xuất

Manufacturer	Type Number
ECG Philips	ECG955M
Exar	XR-555
Fairchild	NE555
Harris	HA555
Intersil	SE555/NE555
Lithic Systems	LC555
Maxim	ICM7555
Motorola	MC1455/MC1555
National	LM1455/LM555C
NTE Sylvania	NTE955M
Raytheon	RM555/RC555
RCA	CA555/CA555C
Sanyo	LC7555
Texas Instruments	SN52555/SN72555

(c) Tong van Roon

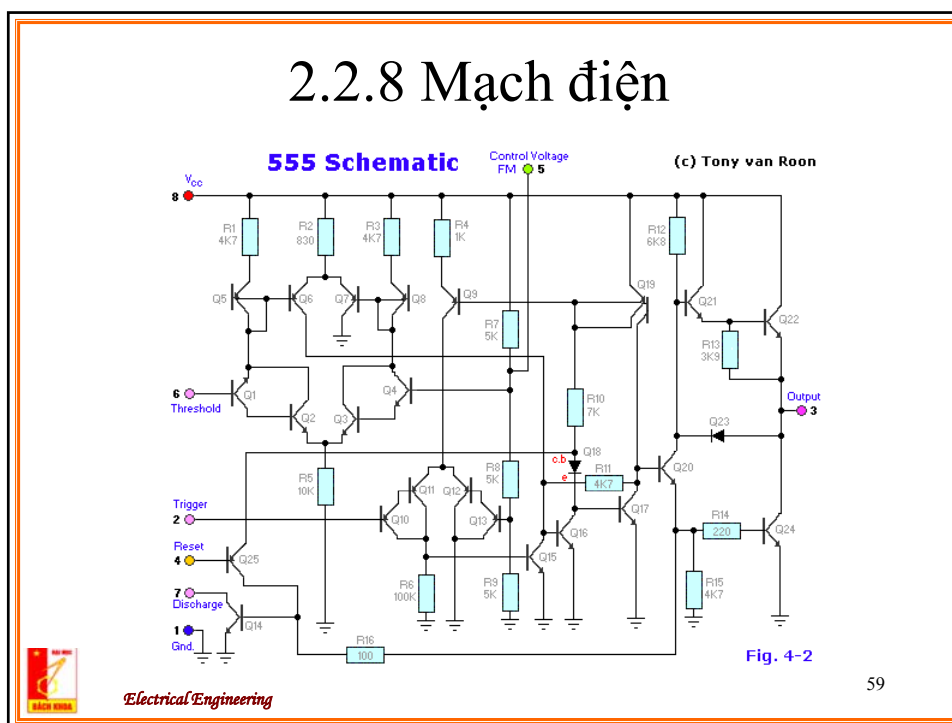
Table 1.



Electrical Engineering

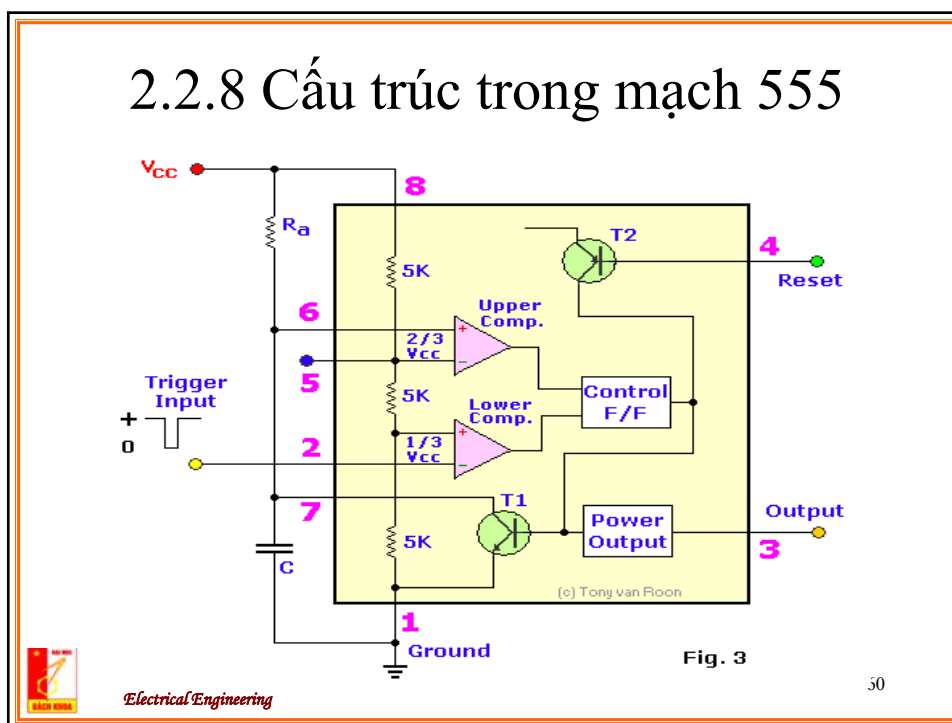
58

2.2.8 Mạch điện



59

2.2.8 Cấu trúc trong mạch 555



50

2.2.8 Các phần tử cơ bản

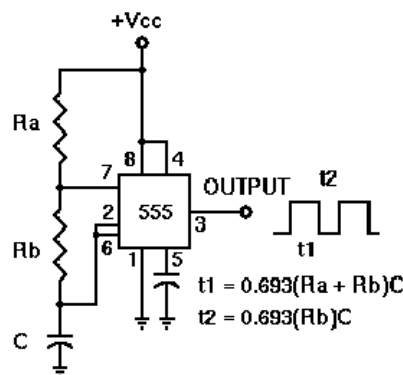
- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Ground. | pin 2 = V_{CC} and |
| 2. Trigger input. | pin 6 = 0 |
| 3. Output. | pin 4 = V_{CC} |
| 4. Reset input. | pin 5 = NC |
| 5. Control voltage. | -> pin 3 = 0 |
| 6. Threshold input. | -> discharge transistor (pin |
| 7. Discharge. | 7) luôn nối đất |
| 8. $+V_{CC}$. +5 to +15 volts in normal use. | |



Electrical Engineering

61

2.2.8 Mạch tạo xung



Thời gian nạp
 $= 0.693(Ra + Rb)C.$

Thời gian phóng $= 0.693 Rb C$

Tổng thời gian $t =$
 $1.44/(Ra + 2Rb)C.$

Thời gian phóng và nạp khác nhau

$$t1 = 0.693(Ra + Rb)C$$

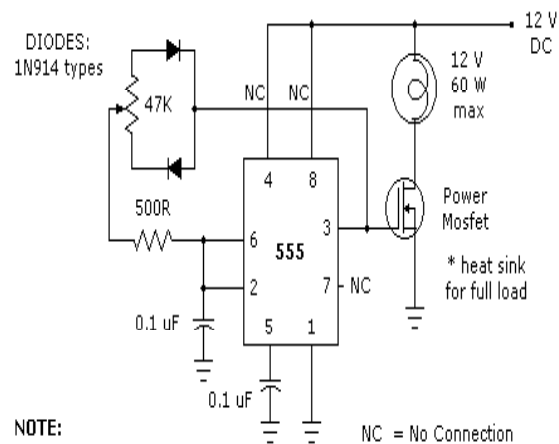
$$t2 = 0.693(Rb)C$$



Electrical Engineering

62

2.2.8 Ví dụ thực tế



Phương pháp biến
điều độ rộng xung
(PWM)

NOTE:

all resistor values are in ohms

NC = No Connection



Electrical Engineering

63