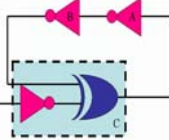




Chương 10

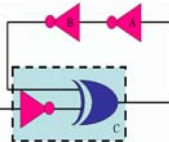
Kết nối với mạch tương tự



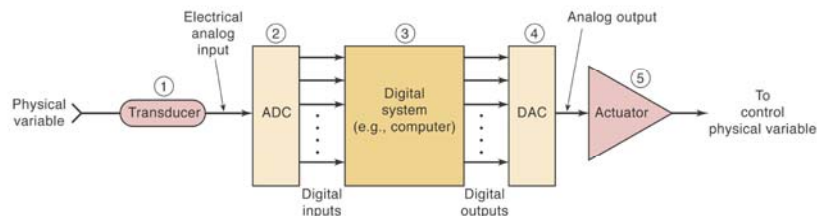
Th.S Đặng Ngọc Khoa
Khoa Điện - Điện Tử

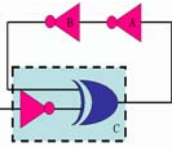


Kết nối với mạch tương tự



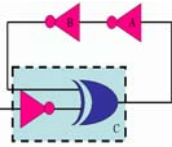
- Transducer: biến đổi đại lượng vật lý thành tín hiệu điện
- Analog-to-digital converter (ADC)
- Digital system: xử lý tín hiệu
- Digital-to-analog converter (DAC)
- Thực thi kết quả





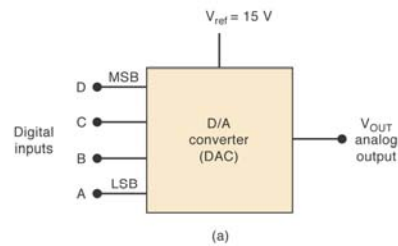
Biến đổi D/A

- Nhiều phương pháp ADC sử dụng DAC
- V_{ref} được sử dụng để xác định ngõ ra full-scale.
- Trong trường hợp tổng quát, ngõ ra analog = $K \times$ giá trị số ngõ vào



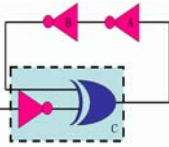
Biến đổi D/A

- DAC 4 bit, ngõ ra điện áp tương tự



D	C	B	A	V_{OUT}
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

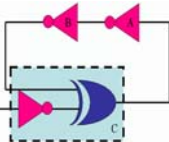
(b)



Ngõ ra tương tự

- Ngõ ra của bộ biến đổi DAC không hoàn toàn là tín hiệu analog bởi vì nó chỉ xác định ở một số giá trị nhất định.
- Với mạch trên, ngõ ra chỉ có thể có những giá trị, 0, 1, 2, ..., 15 volt.
- Khi số ngõ vào tăng lên thì tín hiệu ngõ ra càng giống với tín hiệu tương tự.

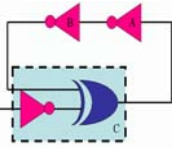
5



Bước nhảy

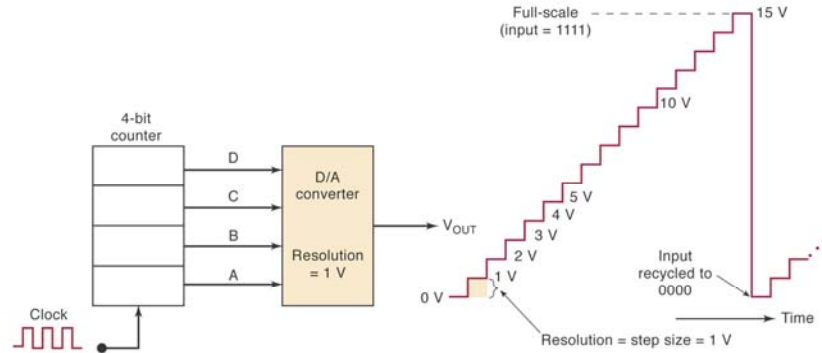
- Bước nhảy của bộ biến đổi D/A được định nghĩa là khoảng thay đổi nhỏ nhất của ngõ ra khi có sự thay đổi giá trị ngõ vào.
- Bộ biến đổi D/A N bit: số mức ngõ ra khác nhau = 2^N , số bước nhảy = $2^N - 1$
- Bước nhảy = $K = V_{ref} / (2^N - 1)$

6

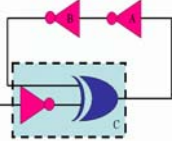


Bước nhảy

- Bước nhảy = 1 volt

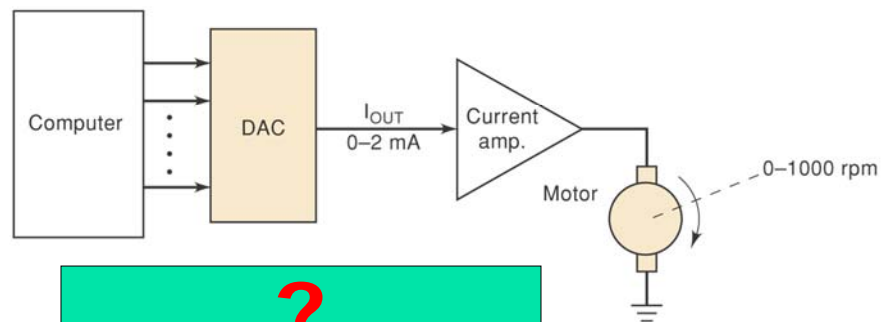


7

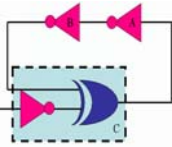


Ví dụ 10-1

- Cần sử dụng bộ DAC bao nhiêu bit để có thể điều khiển motor thay đổi tốc độ mỗi 2 vòng.

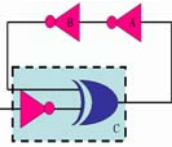
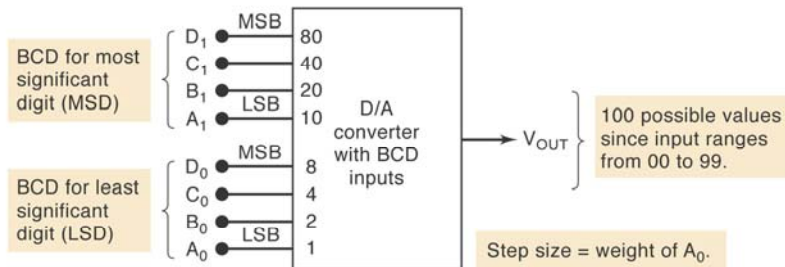


8



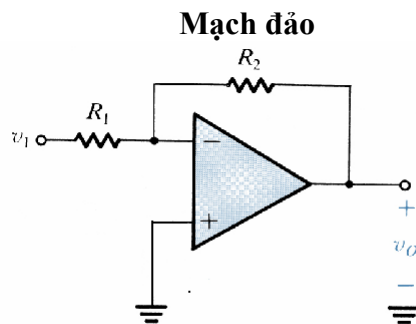
Ngõ vào BCD

- Trọng số của những ngõ vào khác nhau
- Ngõ vào 2 số BCD



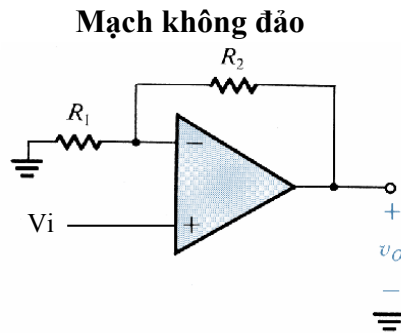
Mạch biến đổi D/A

- Tính chất của Opamp



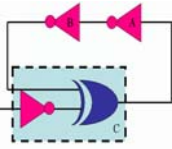
$$\frac{V_o}{V_i} = -R_2/R_1$$

$$R_{in} = R_1$$



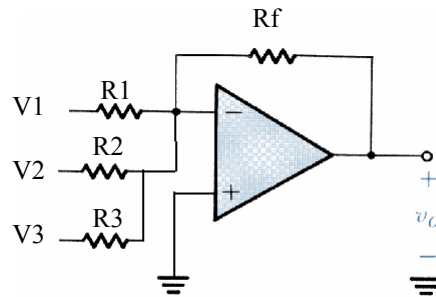
$$\frac{V_o}{V_i} = 1 + R_2/R_1$$

$$R_{in} = \text{infinity}$$

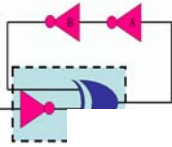


Mạch biến đổi D/A

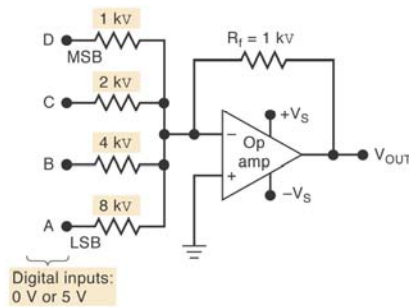
- Trọng số của những ngõ vào khác nhau



$$V_o = -R_f(V_1/R_1 + V_2/R_2 + V_3/R_3)$$



Mạch biến đổi D/A



(a)

Input code				V _{OUT} (volts)
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	-0.625 ← LSB
0	0	1	0	-1.250
0	0	1	1	-1.875
0	1	0	0	-2.500
0	1	0	1	-3.125
0	1	1	0	-3.750
0	1	1	1	-4.375
1	0	0	0	-5.000
1	0	0	1	-5.625
1	0	1	0	-6.250
1	0	1	1	-6.875
1	1	0	0	-7.500
1	1	0	1	-8.125
1	1	1	0	-8.750
1	1	1	1	-9.375 ← Full-scale

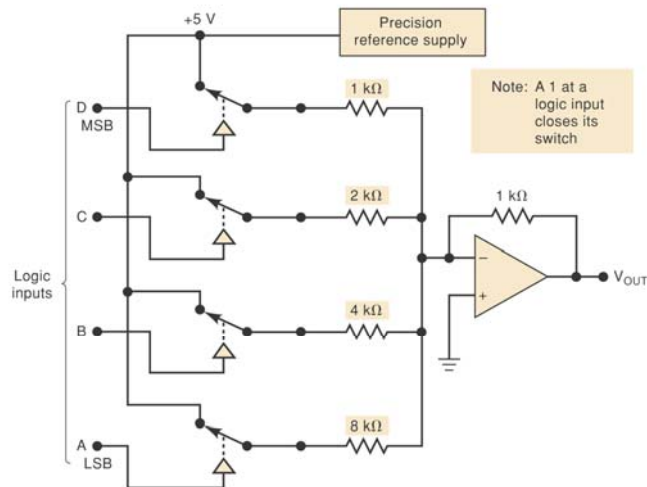
(b)

Bước nhảy = $|5V(1K/8K)| = .625V$

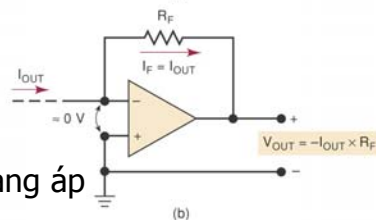
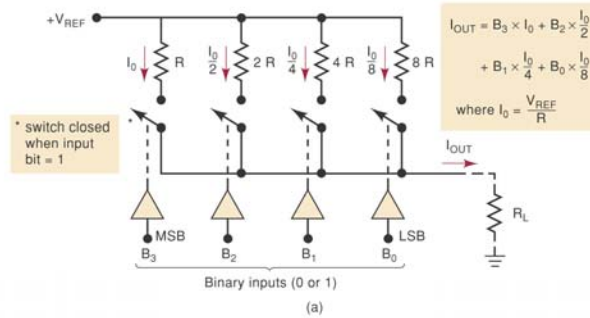
Max out = $5V(1K/8K + 1K/4K + 1K/2K + 1K/1K) = -9.375V$



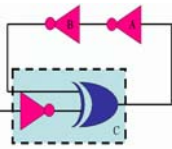
BỘ DAC 4 bit



DAC với ngõ ra dòng điện



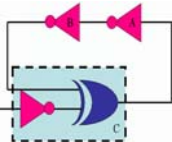
Biến đổi dòng sang áp



Mạch biến đổi D/A

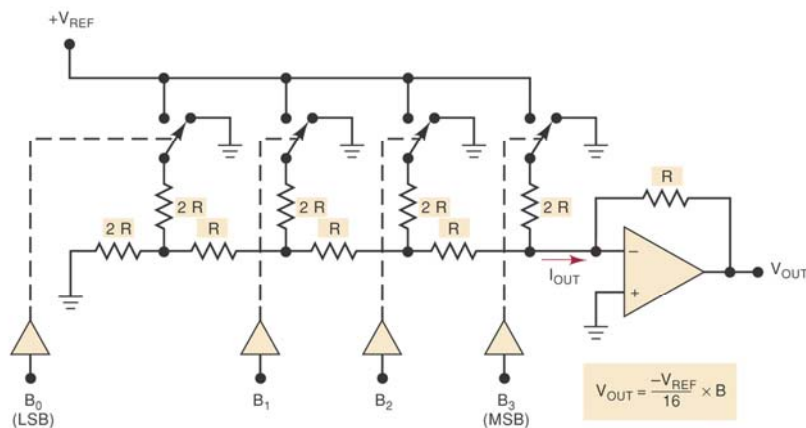
- Với những mạch biến đổi D/A ở trên, trọng số các bit được xác định dựa vào giá trị của các điện trở.
- Trong một mạch phải sử dụng nhiều điện trở với những giá trị khác nhau
 - Bộ DAC 12 bit
 - Điện trở MSB = 1K
 - Điện trở LSB = $1 \times 2^{12} = 2M$
- Mạch sau chỉ sử dụng 2 giá trị điện trở

15

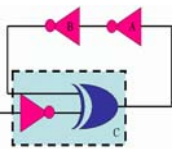


Mạch biến đổi D/A

■ DAC R/2R



16

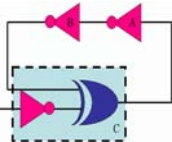


DAC – Thông số kỹ thuật



- Nhiều bộ DAC được tích hợp vào trong những IC, một số thông số tiêu biểu của nó
 - Resolution: bước nhảy của bộ DAC
 - Accuracy: sai số sai số của bộ DAC
 - Offset error: ngõ ra của DAC khi tất cả ngõ vào bằng 0
 - Settling time: thời gian yêu cầu để DAC thực hiện biến đổi khi ngõ vào chuyển đổi từ trạng thái all 0 đến trạng thái all 1

17



IC DAC



- AD7524 (Figure 11-9)
 - CMOS IC
 - 8 bit D/A
 - Sử dụng R/2R
 - Max settling time: 100 ns
 - Full range accuracy: +/- 0.2% F.S.

18

IC DAC

(a) Pinout of AD7524 DAC: V_{REF} (+10 V), V_{DD} (+5 V), D_7 , D_6 , CS , WR , R_{FB} , R , I_{OUT} , $OUT\ 1$, $OUT\ 2$.

(b) Non-inverting op-amp buffer: V_{OUT} (0 V to -10 V).

(c) Bipolar op-amp circuit: V_{REF} (+10 V), resistors (20 k Ω , 10 k Ω , 5 k Ω), $Bipolar\ V_{OUT}$ (-10 V to -10 V).

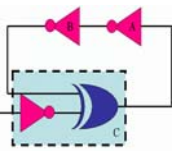
- Khi ngõ vào CS và WR ở mức thấp, OUT1 là ngõ ra analog.
- Khi cả 2 ở mức cao, OUT1 được chốt và giá trị nhị phân ngõ vào không được biến đổi ở ngõ ra.
- OUT2 thông thường được nối đất

19

Ứng dụng DAC

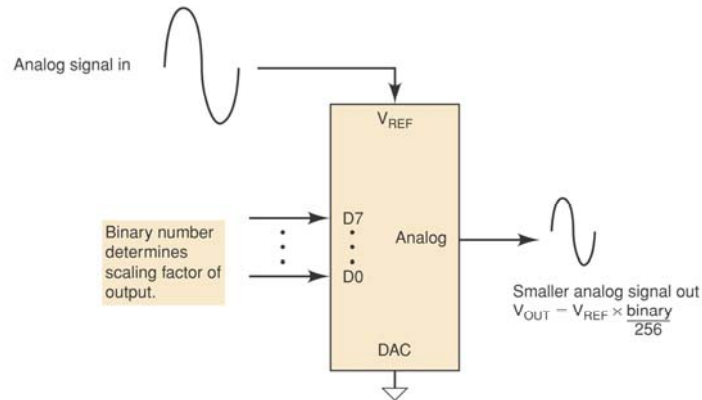
- Control
 - Sử dụng ngõ ra số của máy tính để điều chỉnh tốc độ của motor hay nhiệt độ.
- Automatic testing
 - Tạo tín hiệu từ máy tính để kiểm tra mạch analog
- Signal reconstruction
 - Tái tạo tín hiệu analog từ tín hiệu số. Ví dụ hệ thống audio CD
- A/D conversion

20

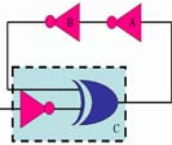


Ví dụ 10-2

- Sử dụng DAC để điều chỉnh biên độ của tín hiệu analog



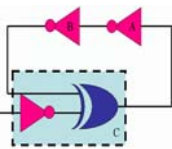
21



Biến đổi A/D

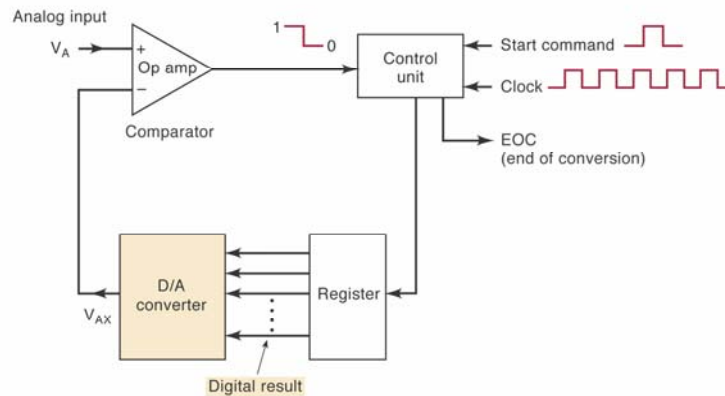
- ADC – miêu tả giá trị analog ngõ vào bằng giá trị số nhị phân.
- ADC phức tạp và tốn nhiều thời gian biến đổi hơn DAC
- Một số ADC sử dụng bộ DAC là một phần của nó
- Một opamp được sử dụng làm bộ so sánh trong ADC

22

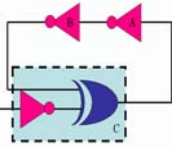


Biến đổi A/D

- Bộ đếm nhị phân được sử dụng như là một thanh ghi và cho phép xung clock tăng giá trị bộ đếm cho đến khi $V_{AX} \geq V_A$



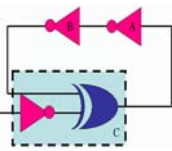
23



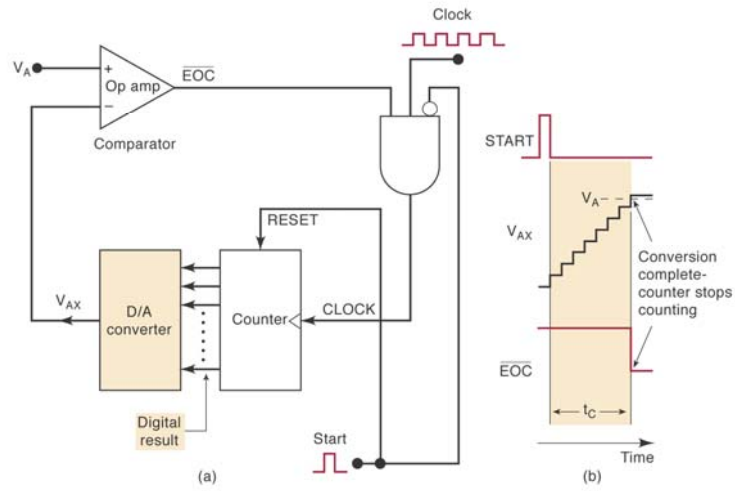
Hoạt động của bộ ADC

- Lệnh START bắt đầu quá trình biến đổi
- Control unit thay đổi giá trị nhị phân trong thanh ghi
- Giá trị nhị phân trong thanh ghi được biến đổi thành giá trị nhị phân V_{AX}
- Bộ so sánh so sánh V_{AX} với V_A . Khi $V_{AX} < V_A$, ngõ ra bộ so sánh ở mức cao. When $V_{AX} > V_A$, ngõ ra có mức thấp, quá trình biến đổi kết thúc, giá trị nhị phân nằm trong thanh ghi.
- Bộ phận điều khiển sẽ phát ra tín hiệu end-of-conversion signal, EOC.

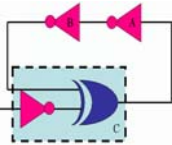
24



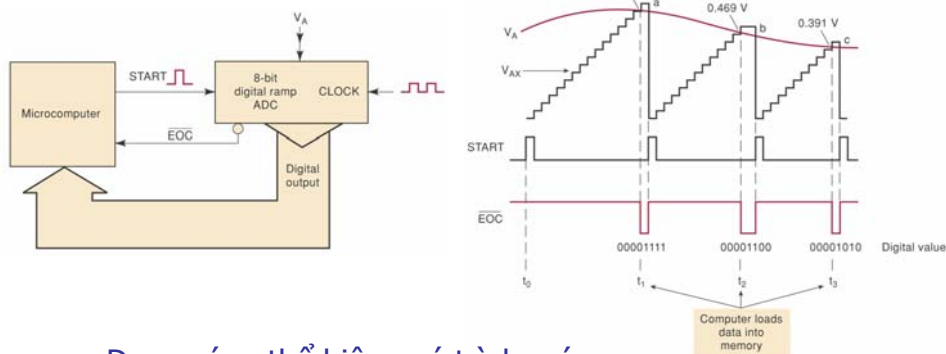
Biến đổi A/D



25

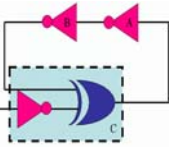


Biến đổi A/D



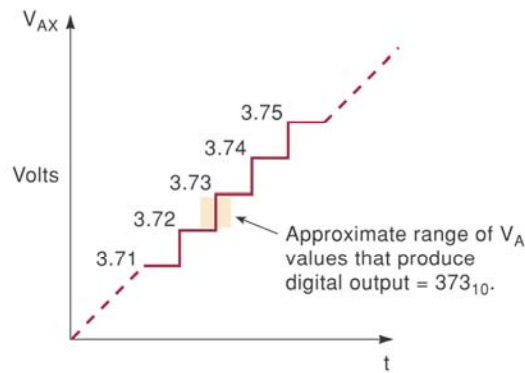
Dạng sóng thể hiện quá trình máy tính thiết lập một chu trình biến đổi là lưu giá trị nhị phân vào bộ nhớ.

26

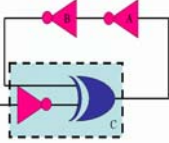


Sai số lượng tử

- Có thể giảm sai số lượng tử bằng cách tăng số bit nhưng không thể loại bỏ hoàn toàn

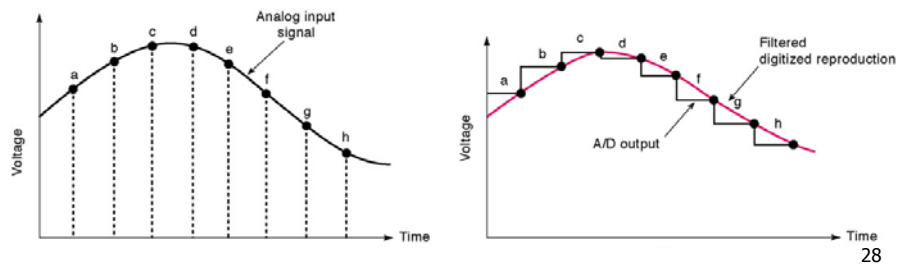


27

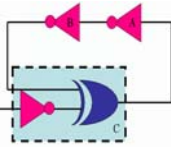


Khôi phục tín hiệu

- Sau khi kết thúc một quá trình ADC ta sẽ có giá trị nhị phân của một mẫu.
- Quá trình khôi phục tín hiệu analog như sau



28

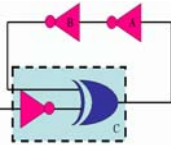


Khôi phục tín hiệu

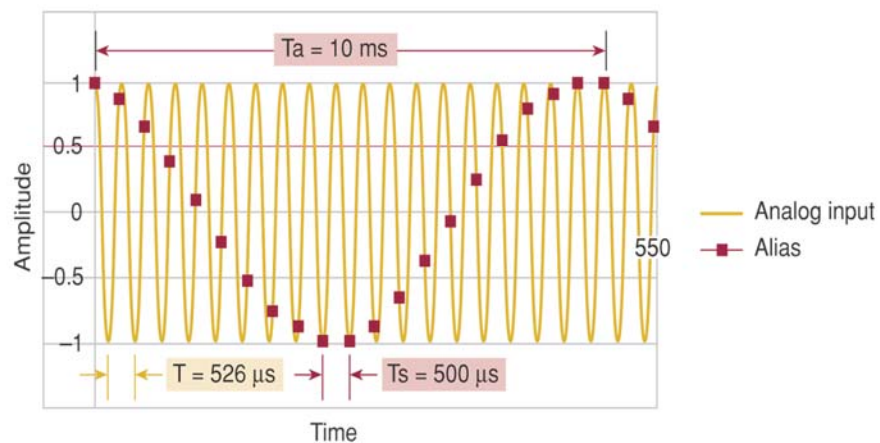
■ Aliasing

- Nguyên nhân là do tần số lấy mẫu không đúng
- Giới hạn Nyquist
 - Tần số lấy mẫu phải ít nhất lớn hơn 2 lần tần số cao nhất của tín hiệu ngõ vào.
 - Lấy mẫu ở tần số nhỏ hơn 2 lần tần số ngõ vào sẽ tạo nên kết quả sai khi khôi phục tín hiệu.

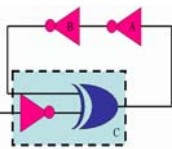
29



Quá trình lấy mẫu không đúng



30

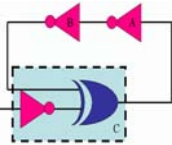


ADC xấp xỉ liên tục (SDC)

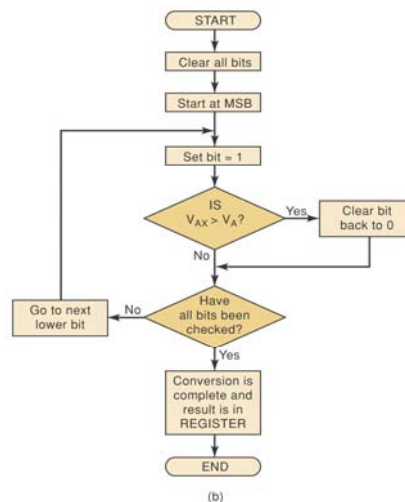
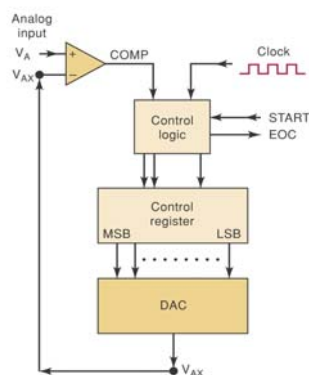


- Sử dụng rộng rãi hơn ADC
- Phức tạp hơn nhưng có thời gian biết đổi ngắn hơn
- Thời gian biến đổi cố định, không phụ thuộc vào giá trị analog ngõ vào
- Nhiều SAC được tích hợp trong những IC

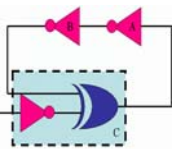
31



Successive-approximation ADC

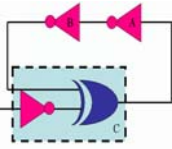
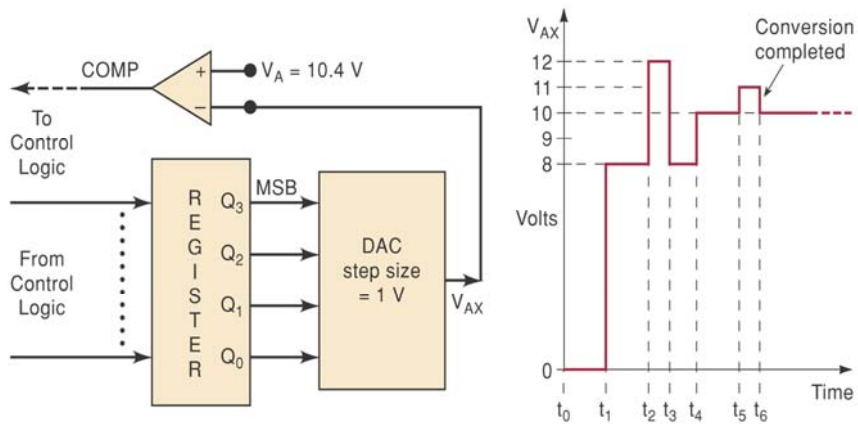


32

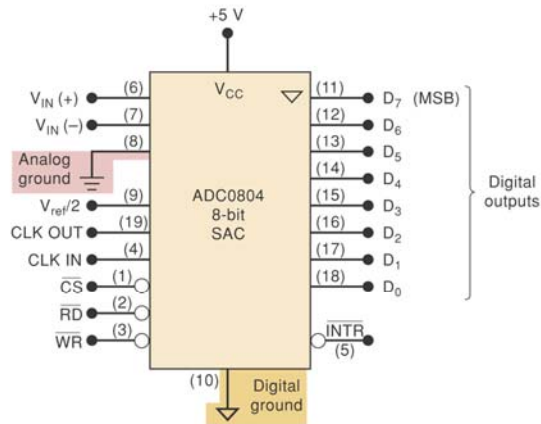


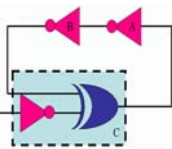
Successive-approximation ADC

- SAC 4 bit sử dụng DAC có bước nhảy 1 V



ADC0804 – SAC 8 bit



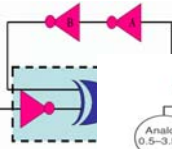


ADC0804 – SAC 8 bit

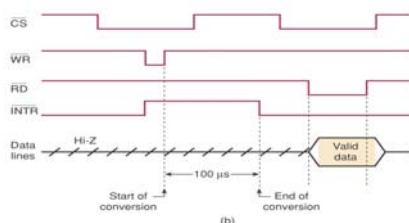
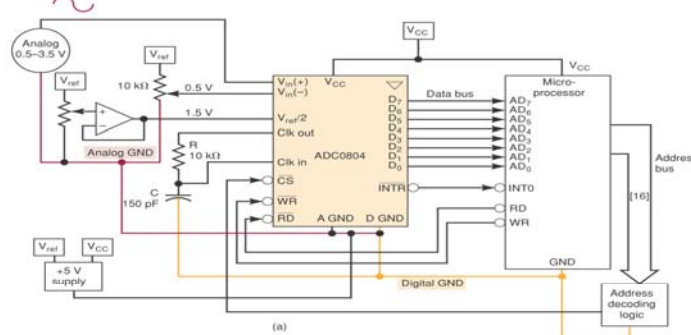


- Có hai ngõ vào analog cho phép hai ngõ vào vi sai.
- Ngưỡng xác định tại $\pm 1/2\text{LSB}$. Ví dụ, bước nhảy là 10mV, bit LSB sẽ ở trạng thái 1 tại 5mV.
- IC có thanh ghi xung clock bên trong tạo ra tần số $f = 1/(1.1RC)$. Hoặc có thể sử dụng xung clock bên ngoài.
- Nếu sử dụng xung clock có tần số 606kHz, thời gian biến đổi xấp xỉ 100us.
- Sử dụng nối đất riêng bởi vì đất của thiết bị số tồn tại tại nhiều do quá trình thay đổi dòng đột ngột khi thay đổi trạng thái.

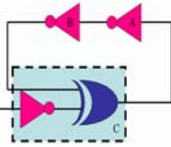
35



Ứng dụng của IC ADC0804



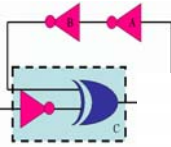
36



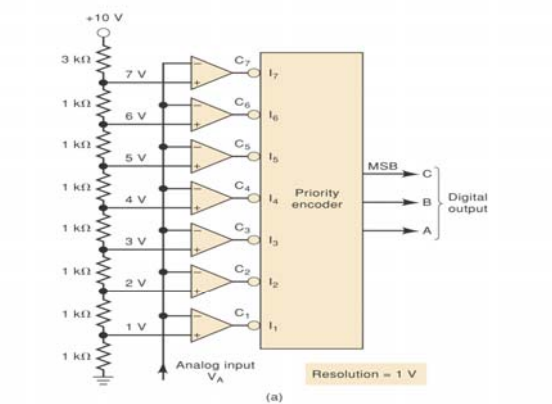
Flash ADC

- Tốc độ biến đổi cao
- Mạch phức tạp hơn nhiều
 - Flash ADC 6 bit yêu cầu 63 bộ so sánh tương tự
 - Flash ADC 8 bit yêu cầu 255 bộ so sánh tương tự
 - Flash ADC 10 bit yêu cầu 1023 bộ so sánh tương tự
- Thời gian biến đổi – không sử dụng xung clock do vậy quá trình biến đổi là liên tục. Thời gian biến đổi rất ngắn chỉ khoảng 17 ns.
- Bộ biến đổi flash 3 bit được miêu tả như hình sau

37

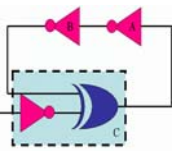


Flash ADC 3 bit

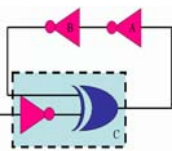
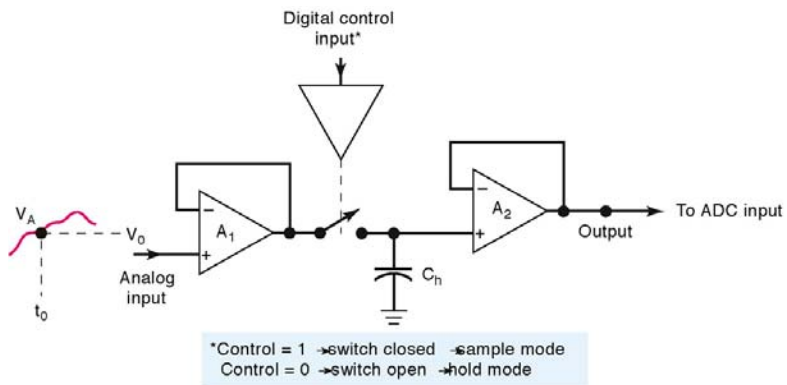


Analog in V_A	Comparator outputs							Digital outputs		
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C	B	A
0-1 V	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1-2 V	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
2-3 V	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
3-4 V	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
4-5 V	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
5-6 V	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
6-7 V	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
> 7 V	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

38



Mạch lấy mẫu và giữ



Câu hỏi?