

디지털 회로설계

Chapter 1

- ❖ **아날로그 신호와 디지털 신호의 개념 이해**
- ❖ **주기적인 파형에서 주파수와 주기 개념 이해**
- ❖ **ADC와 DAC의 개념 이해**

1. 디지털과 아날로그

● 디지털 신호와 아날로그 신호

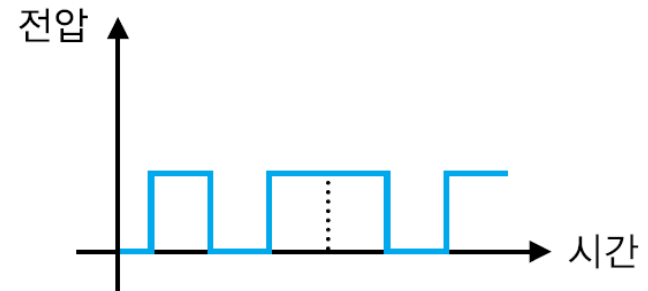
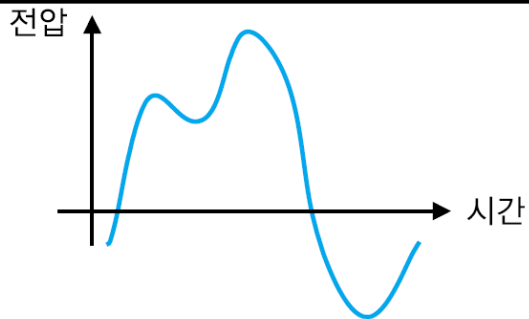
아날로그 신호(Analog Signal)

VS

디지털 신호(Digital Signal)

- 자연계에서 일어나는 물리적인 양은 시간에 따라 연속적으로 변화
- 온도, 습도, 소리, 빛 등은 시간에 따라 연속적인 값을 갖는다.

- 분명히 구별되는 두 레벨의 신호값만을 갖는다.

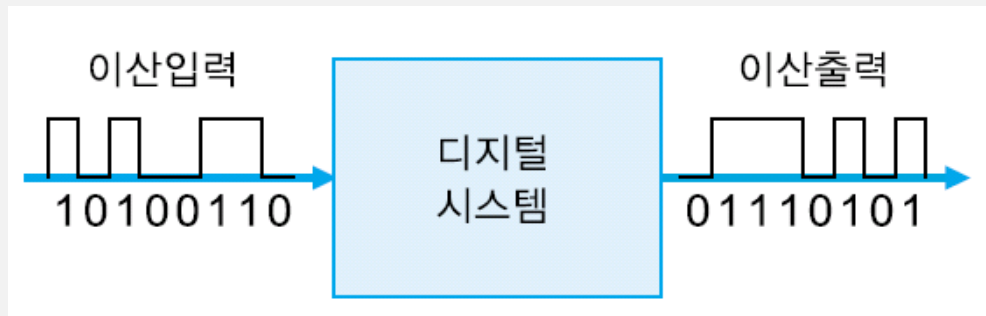


1. 디지털과 아날로그

● 디지털 시스템과 아날로그 시스템

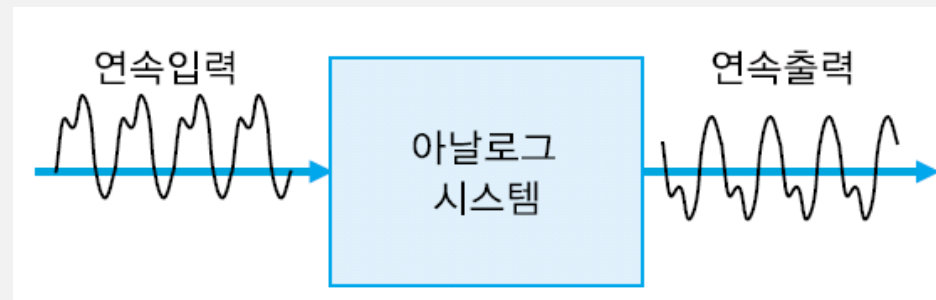
디지털 시스템

이산적인 정보를 가공하고 처리해서 최종 목적으로 하는 정보를 출력하는 모든 형태의 장치



아날로그 시스템

연속적인 정보를 입력받아 처리해서 연속적인 형태의 정보를 출력하는 시스템

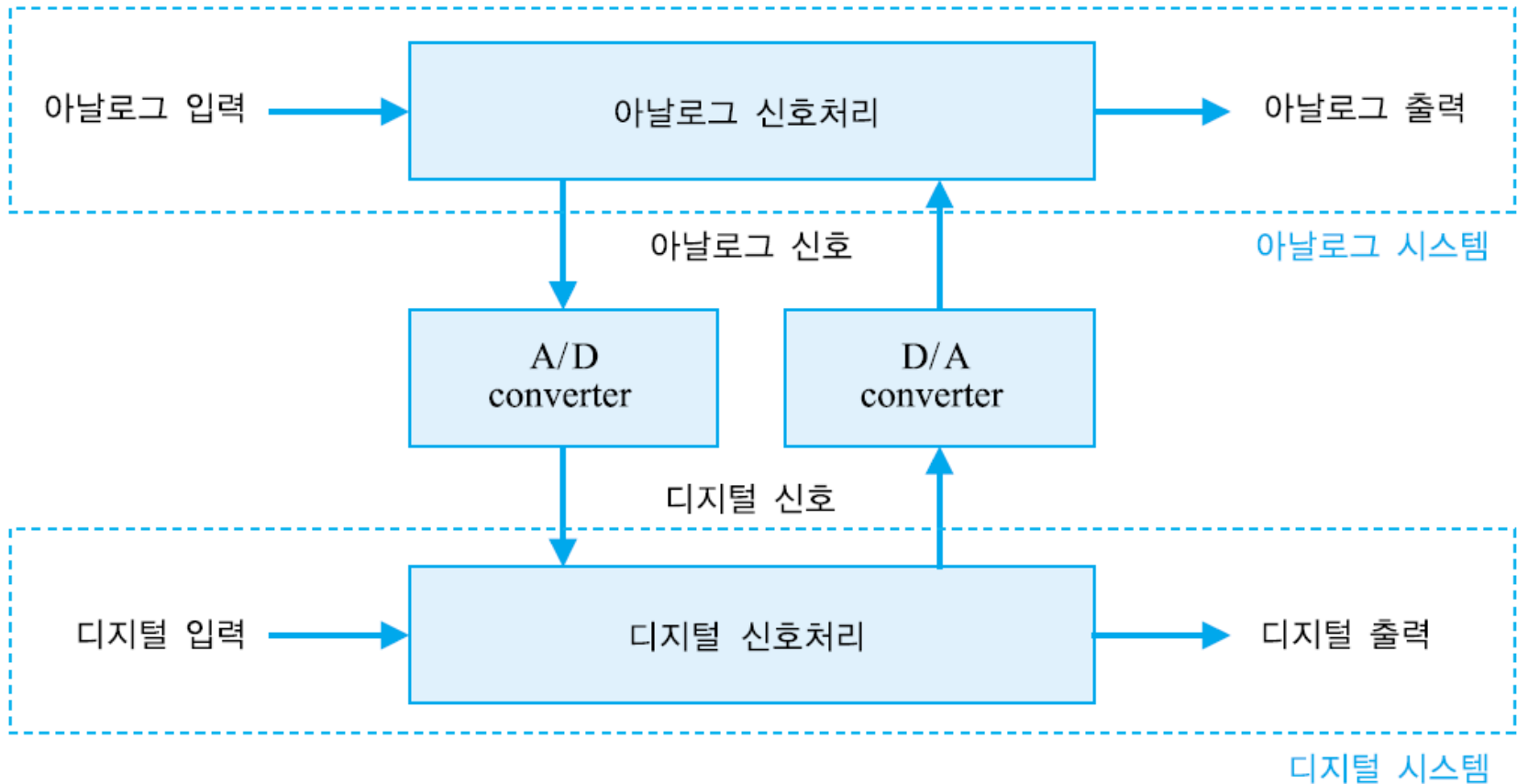


□ 디지털 시스템의 장점

- ✦ 내·외부 잡음에 강함.
- ✦ 설계하기가 용이.
- ✦ 프로그래밍을 통한 기능변경으로 기능 구현의 유연성을 높일 수 있고, 개발기간을 단축시킬 수 있음.
- ✦ 정보를 저장하거나 가공하기가 용이.
- ✦ 정보처리의 정확성과 정밀도를 높일 수 있으며, 아날로그 시스템으로는 다루기 어려운 비선형 처리나 다중화 처리 등도 가능.
- ✦ 집적화가 용이하여 소형화, 저가격화할 수 있음.

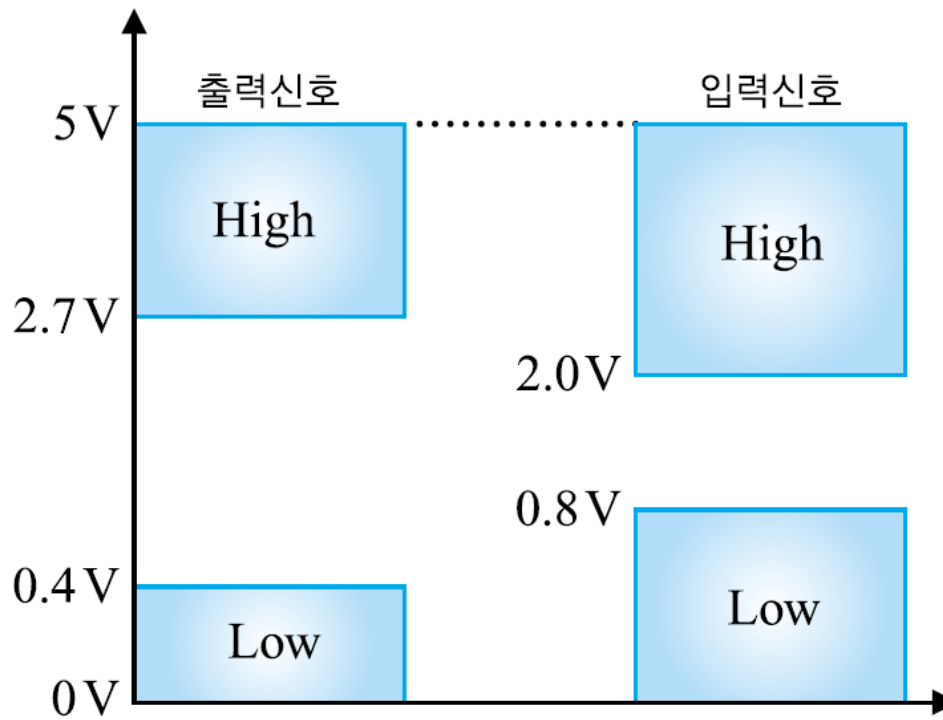
디지털 시스템의 많은 장점으로 인해 기존 아날로그 시스템이나 새로운 시스템의 대부분은 디지털 시스템으로 구성

□ 아날로그 회로와 디지털 회로의 상호 연결



● 디지털 정보의 전압레벨

- ✦ 디지털 정보를 표현하기 위해 2진수 체계를 사용
- ✦ "0"과 "1"만의 2종류의 디지트(digit)를 사용

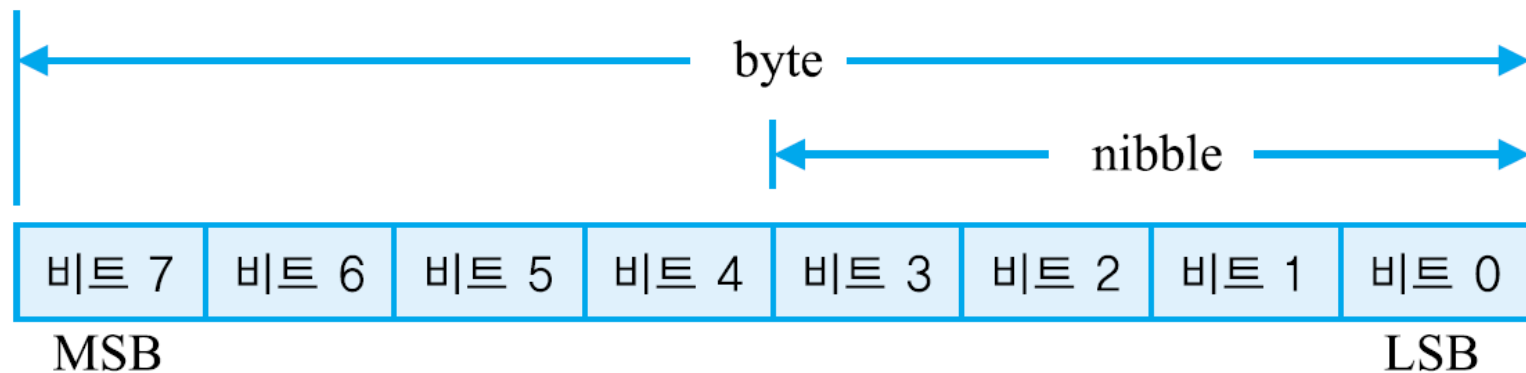


디지털 시스템의 전압 레벨

2. 디지털 정보의 표현

● 디지털 정보의 표현 단위

- ✦ 1nibble = 4bit
- ✦ 1byte = 8bit
- ✦ 1byte = 1character
- ✦ 영어는 1byte로 1 문자 표현, 한글은 2byte가 필요
- ✦ 1word : 특정 CPU에서 취급하는 명령어나 데이터의 길이에 해당하는 비트 수 (8, 16, 32, 64비트)



2. 디지털 정보의 표현

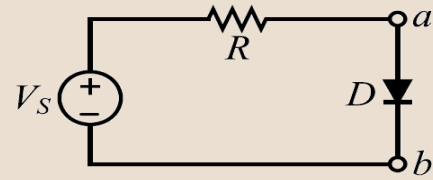
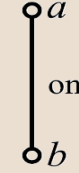

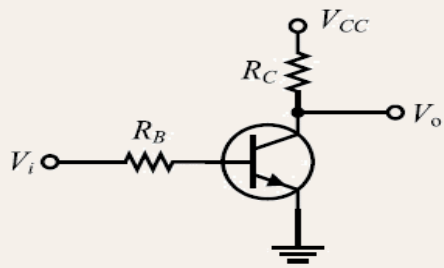
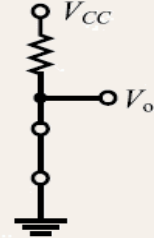
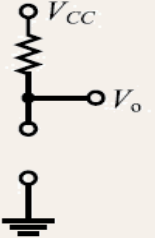
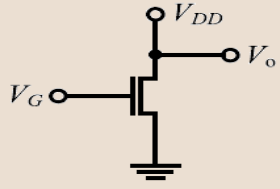


□ SI 단위와 IEC 단위 비교

SI(10진 단위)			IEC(2진 단위)			
값	기호	이름	값	기호	이름	10진 변환 크기
$(10^3)^1=10^3$	k, K	kilo-	$(2^{10})^1=2^{10}\approx 10^{3.01}$	Ki	kibi-	1,024
$(10^3)^2=10^6$	M	mega-	$(2^{10})^2=2^{20}\approx 10^{6.02}$	Mi	mebi-	1,048,576
$(10^3)^3=10^9$	G	giga-	$(2^{10})^3=2^{30}\approx 10^{9.03}$	Gi	gibi-	1,073,741,824
$(10^3)^4=10^{12}$	T	tera-	$(2^{10})^4=2^{40}\approx 10^{12.04}$	Ti	tebi-	1,099,511,627,776
$(10^3)^5=10^{15}$	P	peta-	$(2^{10})^5=2^{50}\approx 10^{15.05}$	Pi	pebi-	1,125,899,906,842,624
$(10^3)^6=10^{18}$	E	exa-	$(2^{10})^6=2^{60}\approx 10^{18.06}$	Ei	exbi-	1,152,921,504,606,846,976
$(10^3)^7=10^{21}$	Z	zetta-	$(2^{10})^7=2^{70}\approx 10^{21.07}$	Zi	zebi-	1,180,591,620,717,411,303,424
$(10^3)^8=10^{24}$	Y	yotta-	$(2^{10})^8=2^{80}\approx 10^{24.08}$	Yi	yobi-	1,208,925,819,614,629,174,706,176

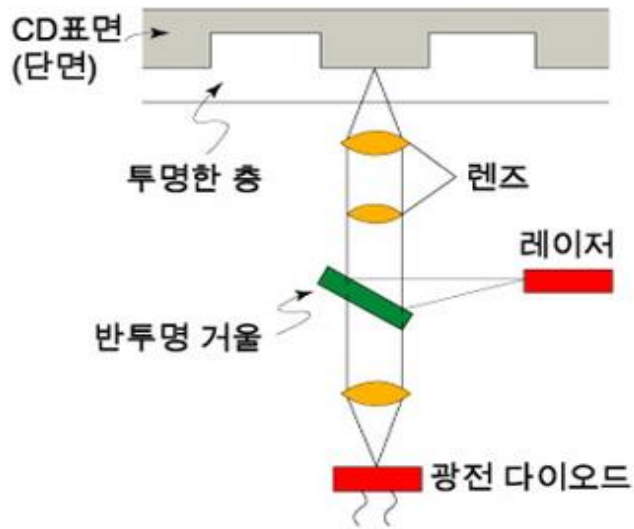
(예) 4Mib=4Mebibit, 4MiB=4Mebibyte

2. 디지털 정보의 표현

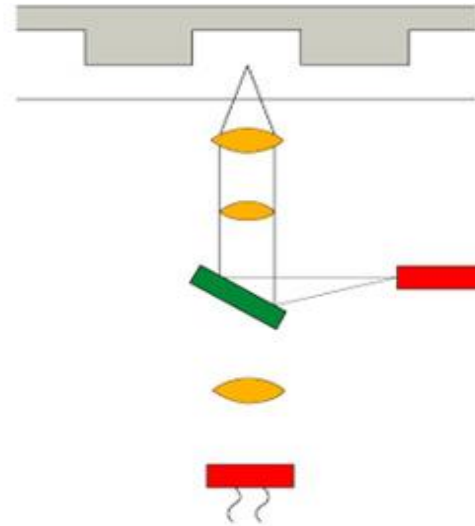
● 전자소자를 이용한 논리 표현

<p>다이오드에 의한 스위칭</p>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1294 357 1429 585">  <p>on $V_S=5V$</p> </div> <div data-bbox="1584 357 1719 585">  <p>off $V_S=0V$</p> </div> </div>
<p>쌍극성 트랜지스터에 의한 스위칭</p>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1236 606 1477 971">  <p>$V_i=V_{cc}$ switch close $V_o=0V$</p> </div> <div data-bbox="1564 606 1787 971">  <p>$V_i=0V$ switch open $V_o=V_{cc}$</p> </div> </div>
<p>NMOS 트랜지스터에 의한 스위칭</p>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1236 1021 1458 1285">  <p>$V_G=V_{DD}$ switch close $V_o=0V$</p> </div> <div data-bbox="1555 1021 1777 1285">  <p>$V_G=0V$ switch open $V_o=V_{DD}$</p> </div> </div>

3. 논리레벨과 펄스 파형



(a) 비트값 '1'을 읽음



(b) 비트값 '0'을 읽음

● 정논리와 부논리

전압레벨	정논리	부논리
+5V	High=1	High = 0
0V	Low=0	Low = 1

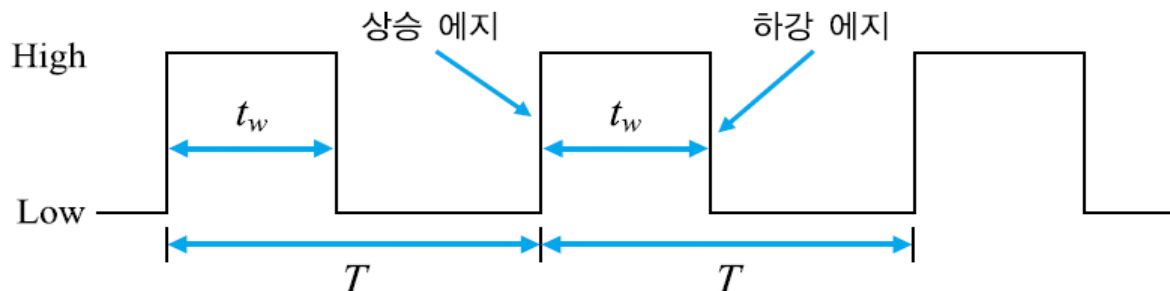
3. 논리레벨과 펄스 파형

● 펄스(pulse) 파형

- ✦ 펄스파형은 LOW 상태와 HIGH 상태를 반복하는 전압레벨로 구성
- ✦ 주기 펄스(periodic pulse) & 비주기 펄스(non-periodic pulse)로 분류

□ 이상적인 펄스파형

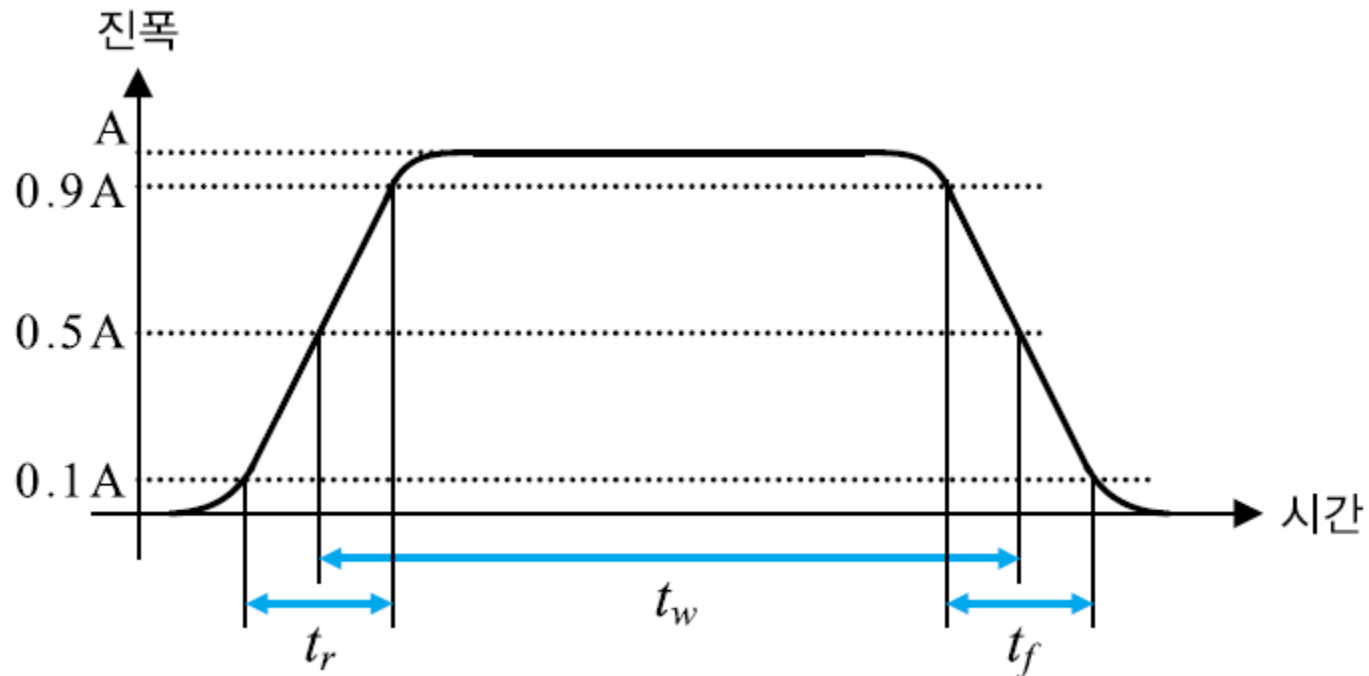
- ✦ 이상적인 주기 펄스는 두 개의 에지(edge)로 구성
- ✦ 리딩 에지(leading edge) = 상승에지(rising edge)
- ✦ 트레일링 에지(trailing edge) = 하강에지(falling edge)



3. 논리레벨과 펄스 파형

□ 실제적인 펄스파형

- 상승시간(rise time) : t_r
- 하강시간(fall time) : t_f
- 펄스 폭(pulse width) : t_w



3. 논리레벨과 펄스 파형

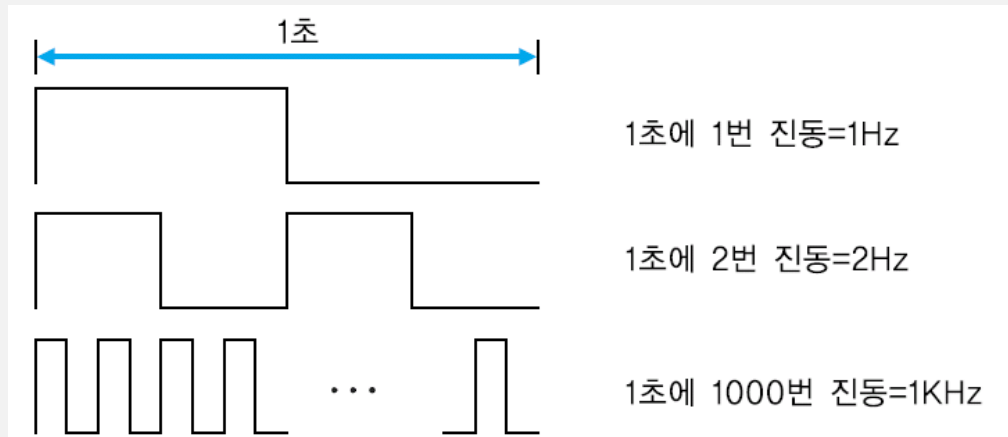
● 주기, 주파수, 듀티 사이클

주파수(frequency)

- 주기적인 파형이 1초 동안에 진동한 횟수를 의미
- 단위 : Hz (전파를 처음으로 발견한 독일 물리학자 헤르츠 이름)

주기(Period)

- 주기적인 파형이 1 회 반복하는데 걸리는 시간을 의미



3. 논리레벨과 펄스 파형

□ 주파수와 주기와의 관계

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$

주파수 : f

주 기 : T

□ Duty cycle

$$\text{Duty Cycle} = \frac{t_w}{T} \times 100[\%]$$

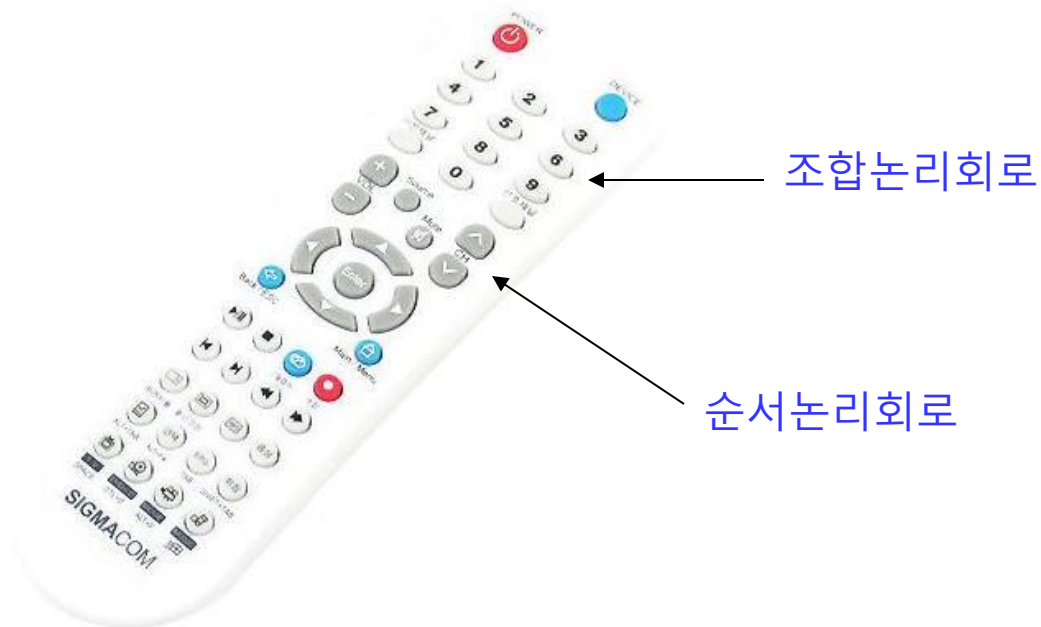
4. 디지털 집적회로

조합논리회로
(combinational logic circuit)

기본 게이트의 조합으로
구성되는 논리회로

순서논리회로
(sequential logic circuit)

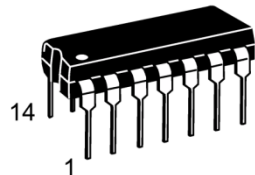
조합논리회로에 플립플롭(flip-flop) 또는 메모리를 부가한
논리회로



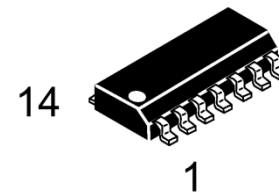
4. 디지털 집적회로

● IC 패키지

- ✦ PCB(Printed Circuit Board)에 장착하는 방법에 따라 **삽입 장착(through-hole mounted)형**과 **표면 실장(surface-mounted)형**으로 구분
- ✦ 삽입 장착형 IC는 PCB 보드의 구멍에 끼우는 핀을 가지고 있어 뒷면의 도체에 납땜으로 연결할 수 있으며, DIP 형태를 갖는다.
- ✦ 표면 실장형 IC는 PCB 표면의 금속 처리된 곳에 직접 납땜 처리
- ✦ SMD는 DIP 형태의 논리회로의 크기를 70% 가량 줄이고, 무게를 90%만큼 감소. 또 SMD는 PCB의 제조 가격을 크게 하락 시킴.



DIP(Dual-in-line package)



SMD(Surface-Mount Device)

□ 디지털 시스템의 장점

- ✦ 디지털 시스템의 소형화 및 경량화
- ✦ 생산가격의 저렴화
- ✦ 소비전력의 감소
- ✦ 동작속도의 고속화
- ✦ 디지털 시스템의 신뢰도 향상

<트랜지스터의 집적도에 따른 분류>

SSI(Small Scale IC)	100개 이하
MSI(Medium Scale IC)	100 ~ 1,000개
LSI(Large Scale IC)	1,000 ~ 10,000개
VLSI(Very Large Scale IC)	10,000 ~ 1,000,000개
ULSI(Ultra Large Scale IC)	1,000,000 개 이상

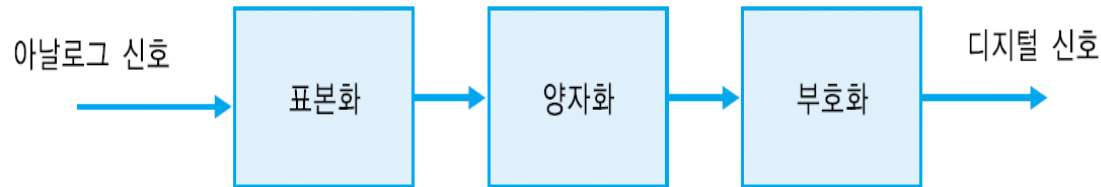
4. 디지털 집적회로

□ 디지털 LSI의 분류

- ✦ 표준화된 칩의 사용은 급격히 감소
- ✦ Semi-customized LSI는 프로그램이 가능한 논리소자 (Programmable Logic Device, PLD)라고 하는 것으로 프로그램 가능한 스위칭 결선의 선택으로 목적하는 디지털 시스템을 구성
- ✦ PLD 종류 : CPLD (Complex Programmable Logic Device)
FPGA (Field Programmable Gate Array)

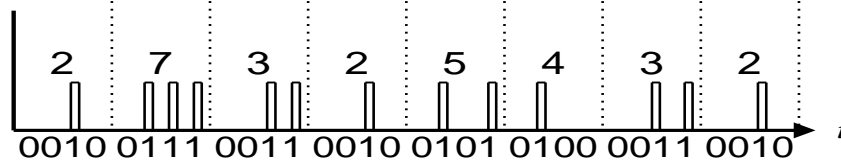
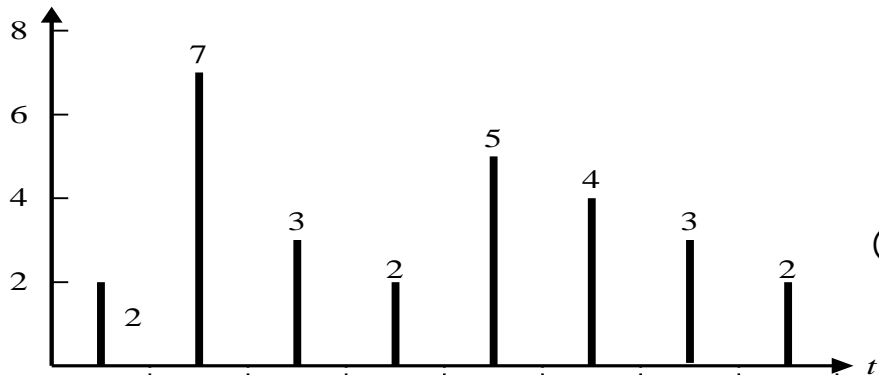
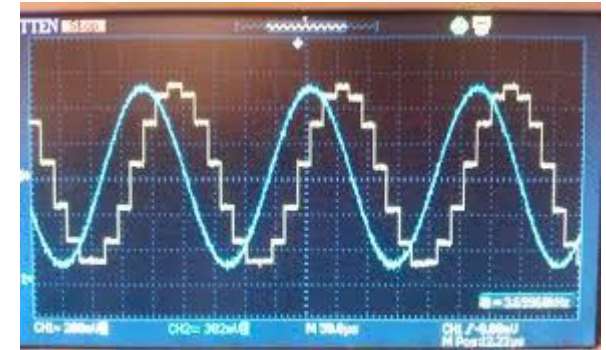
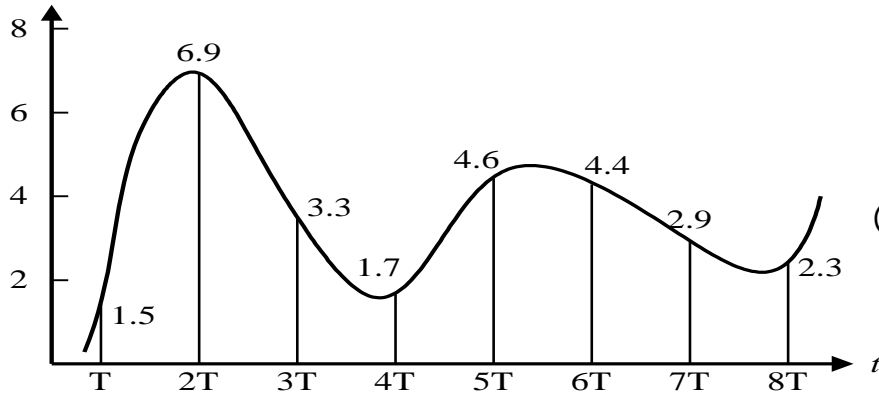
구 분	사용자측의 자유도	주요제품 및 특징
논리 LSI	Custom LSI	전용설계(대규모 게이트, 높은 성능)
	Semi-custom LSI	Gate Array, PLD(중간 정도의 회로 규모와 성능)
	범용 LSI	마이크로프로세서, 승산기
메모리 LSI	Semi-custom LSI	Mask ROM
	범용 LSI	DRAM, SRAM, PROM 등

□ 아날로그-디지털 변환과정의 블록도



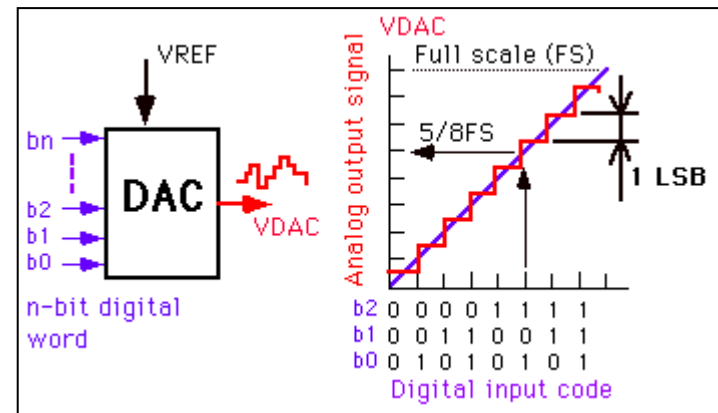
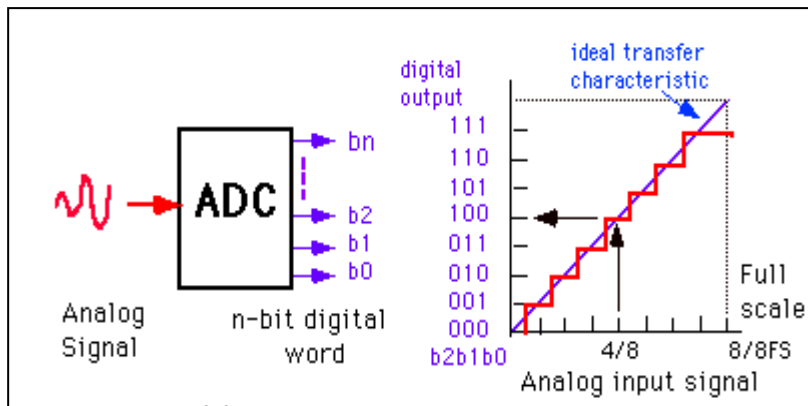
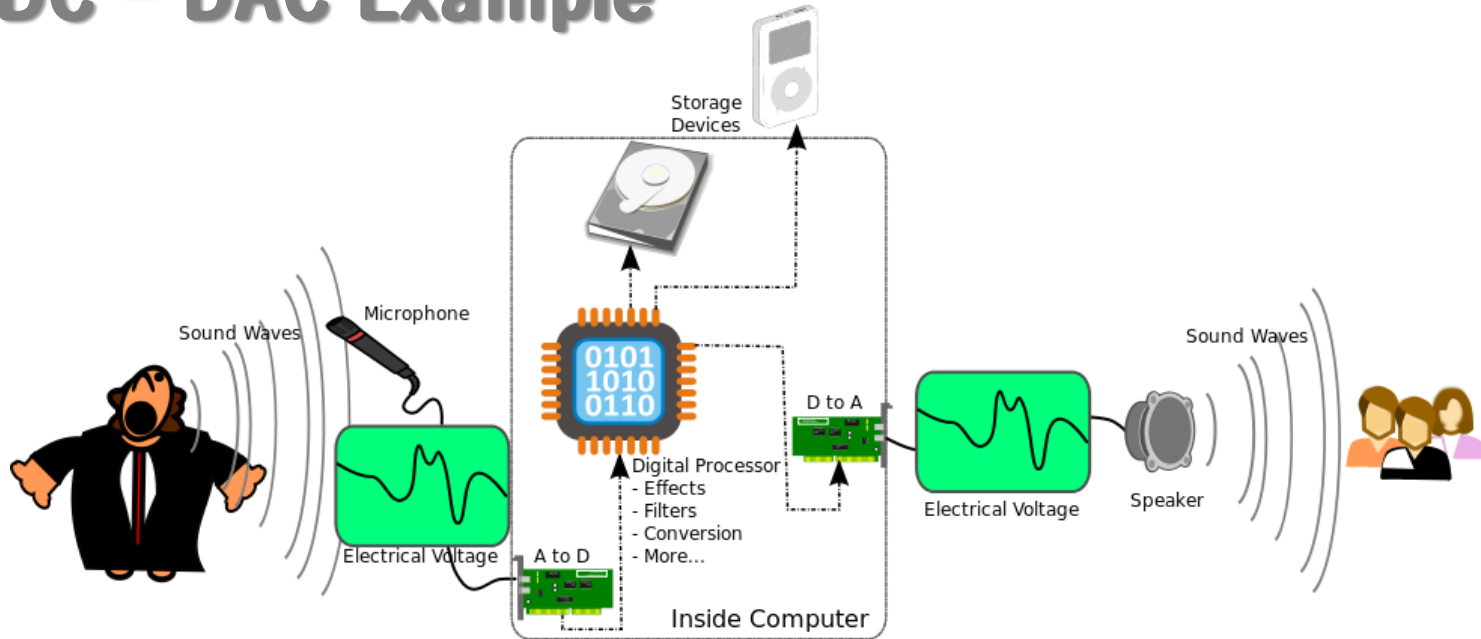
표본화 (sampling)	<ul style="list-style-type: none">• 샤논(Shannon)의 표본화 정리(sampling theorem) 신호의 최고 주파수의 2배 이상의 빈도로 샘플링 하면 샘플링된 데이터로부터 원본 데이터를 복원할 수 있음• 사람의 음성인 경우 1초 동안에 8000번 샘플링필요. ($2 \times 4\text{KHz} = 8\text{KHz}$)
양자화 (quantization)	<ul style="list-style-type: none">• 펄스의 진폭의 크기를 디지털 양으로 변환• 이 과정에서 불가피한 양자화 잡음이 발생• 신호레벨의 수를 늘려 줄일 수 있으나, 데이터의 양이 많아지는 단점이 있음
부호화 (coding)	<ul style="list-style-type: none">• 부호화는 양자화한 값을 2진 디지털 부호로 변환• 일반적으로 전화 음성에서는 8비트로 부호화

□ 아날로그-디지털 변환과정의 예



5. ADC와 DAC

● ADC – DAC Example



5. ADC와 DAC

● 신호변환의 예

	아날로그 신호	디지털 신호
아날로그 정보 (신호)	<p>음성 → 전화 → 아날로그 신호</p>	<p>아날로그 신호 → CODEC → 디지털 신호</p>
디지털 정보 (신호)	<p>디지털 정보 → MODEM → 아날로그 신호</p>	<p>디지털 신호 → 부호화 장치 → 디지털 신호</p>

1. 아날로그 신호와 디지털 신호의 차이점은 ?
2. 주파수와 주기의 관계는?
3. ADC, DAC의 적용 사례는 ?