

I. 디지털 시스템의 개요

1. 디지털 시스템과 아날로그 시스템
2. 디지털 시스템의 특징

오늘날 반도체 및 컴퓨터 등의 전자 관련 산업 분야의 눈부신 발전은 우리의 일상 생활 환경까지도 급속도로 변화시키고 있다. 이에 따라, 요즈음은 디지털 시대라고도 표현한다. 주변의 TV, VTR 등의 가전 제품에서부터 컴퓨터, 자동 제어 기기, 의료용 기기, 산업용 기기 등 대부분의 시스템이 디지털화되어 있다.

이 단원에서는 신호의 형태에 따라 분류되는 디지털 시스템(digital system)과 아날로그 시스템(analog system)의 의미와 차이점에 대해 알아보고, 실생활에서 활용하는 기기들을 비교하여 본다. 그리고 디지털 시스템의 특징과 디지털 IC의 분류 및 특성에 대하여 학습하기로 한다.



PC 카메라의 멀티 기능

1 디지털 시스템과 아날로그 시스템

학습 목표

1. 디지털 신호와 아날로그 신호의 정의를 이해하고 차이를 설명할 수 있다.
2. 디지털 시스템과 아날로그 시스템에 대하여 알고, 예를 들어 비교 설명할 수 있다.

1. 디지털 신호와 아날로그 신호

산업 사회에서 널리 사용되고 있는 전기·전자 기기들은 사용되는 신호의 형태에 따라 디지털 시스템과 아날로그 시스템으로 분류된다.

디지털 시스템은 디지털 신호를 사용하고 아날로그 시스템은 아날로그 신호를 사용한다. 디지털 신호는 물리적인 양을 숫자, 문자와 같은 기호로 나타내는 방법으로, 그 값은 불연속적이다. 아날로그 신호는 물리적인 양에 비례하는 크기를 미터계와 같은 계기류의 연속적인 값으로 표시한다. 디지털 신호와 아날로그 신호를 그림 I-1에 나타내었다.

그림 I-1

디지털 신호와 아날로그 신호

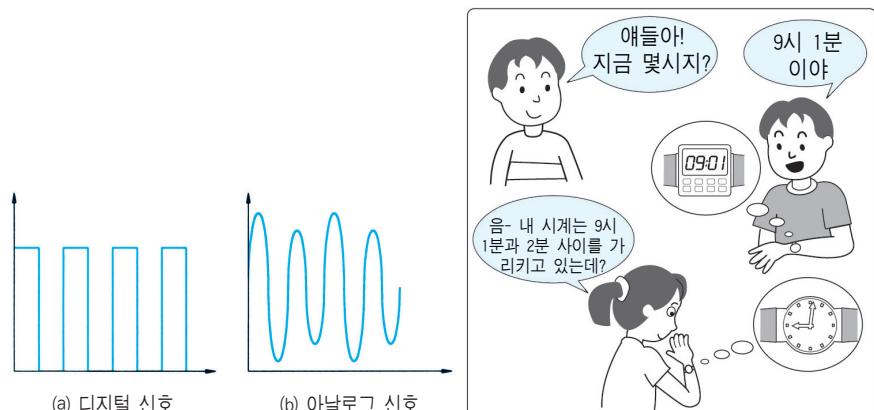


그림 I-1 (a)의 신호와 같이 디지털 정보를 처리하는 디지털 회로는 신호의 값이 대응되는 값에 도달할 때에만 반응되어 변화한다. 따라서, 신호값에 따른 정보의 처리가 명확하여 신뢰도가 높다. 반면, 그림 I-1 (b)의 신호와 같이 아날로그 정보는 미세한 변화만 있어도 이에 대한 출력의 변화가 있게 되므로

그림 I-2

디지털 기기와 아날로그 기기



신호의 값이 연속적으로 처리되어 정확한 구분이 어렵다.

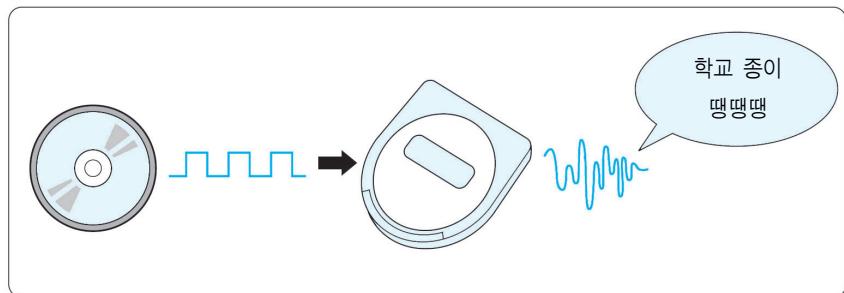
우리 생활 주변에서 살펴보면 온도계, 시계, 회로 시험기 등의 각종 계측기에서 그 크기를 숫자로 표시하는 디지털형과 지침(눈금) 표시식의 아날로그형을 쉽게 발견할 수 있다. 그림 I-2에 두 계측 기기를 비교하였다.

2. 신호의 변환

음악을 녹음할 때 사용하는 카세트 테이프(cassette tape)는 아날로그 신호로 기록되어 있으며 콤팩트 디스크(compact disk, CD)는 디지털 신호로 기록되어 있다. 우리가 콤팩트 디스크의 내용을 카세트 테이프로, 카세트 테이프의 내용을 콤팩트 디스크에 서로 녹음할 수 있듯이, 아날로그 신호와 디지털 신호는 서로 변환이 가능하다.

아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 회로를 A/D 변환기, 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하는 회로를 D/A 변환기라 한다.

$$\begin{aligned} \text{(아날로그 신호)} &\Rightarrow \boxed{\text{A/D 변환기}} \Rightarrow \text{(디지털 신호)} \\ \text{(디지털 신호)} &\Rightarrow \boxed{\text{D/A 변환기}} \Rightarrow \text{(아날로그 신호)} \end{aligned}$$



콤팩트 디스크에 녹음된 노래를 청취할 때 내부의 디지털 신호는 D/A 변환기를 통하여 사람의 음성 신호(아날로그 신호)로 변환되어 우리가 들을 수 있게 되는 것이다.

우리가 사용하는 대부분의 범용 컴퓨터는 디지털 컴퓨터로서 논리 회로로 구성된 대표적인 전자 시스템이다. 이것은 참(true)과 거짓(false), 0과 1 등의 두 가지 값만의 논리적인 개념을 대응시키는 시스템으로 2진(binary) 디지털 회로라 하며, 디지털 신호가 사용된다. 즉, 디지털 세계에서는 0과 1의 기호로 모든 값을 표현하기 때문에 2진수로 정보 처리를 하는 것이다.

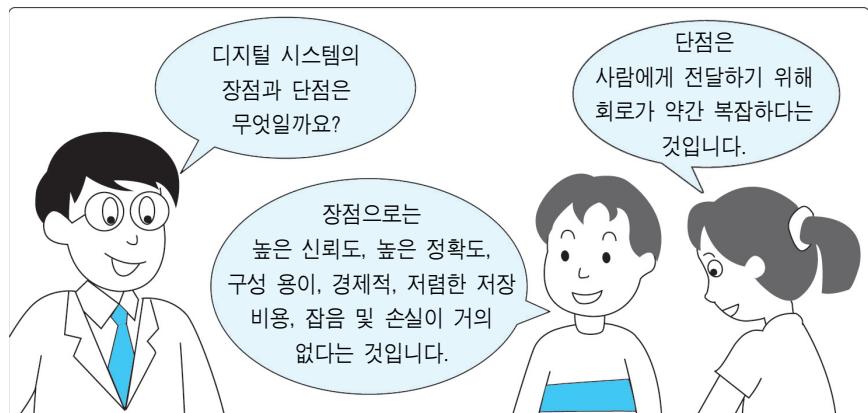
2 디지털 시스템의 특징

학습 목표

1. 디지털 시스템과 아날로그 시스템의 특성을 비교하여 장·단점을 알고, 이를 설명할 수 있다.
2. 디지털 집적 회로의 종류를 소자 수와 구조에 따라 각각 설명할 수 있다.
3. TTL과 CMOS형의 특성을 알고, 이를 설명할 수 있다.

1. 디지털 시스템의 장단점

요즈음의 통신 및 자료 처리, 자동 제어, 의료기 분야에 이르기까지 거의 모든 시스템들은 디지털로 구성되어 널리 이용되고 있다. 즉, 첨단 산업의 핵심은 디지털 시스템이라고 말할 수 있다. 그러므로 디지털 시스템이 가지고 있는 장점과 단점에 관하여 살펴보기로 한다.



첫째, 디지털 시스템은 신뢰도가 높다. 앞에서 살펴 본 바와 같이 디지털 시스템은 신호가 뚜렷이 구별되는 값으로 나타나므로, 신뢰도가 높은 반면, 아날로그 시스템은 잡음 및 전자파 등의 미세한 입력 변화에도 민감하게 반응한다.

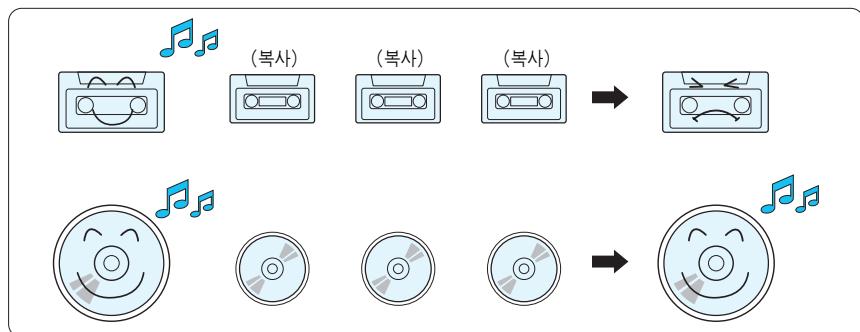
둘째, 디지털 시스템은 출력이 숫자로 표시되므로, 측정 오차가 없어 정확도가 높다. 그러나 아날로그 시스템은 사람의 눈 판독에 따른 한계성과 사람에 따른 오차로 인하여 정확도가 낮다. 또, 디지털 시스템은 회로를 추가하여 필요한 만큼의 정밀도를 높일 수 있으나 아날로그 시스템은 정밀도를 높이기가 매우 어렵다.

셋째, 디지털 시스템이나 아날로그 시스템은 주로 집적 회로(integrated circuit, IC)로 구성되는데, 아날로그 집적 회로보다는 디지털 집적 회로의 제작이 훨씬 용이하고 다양하며, 디지털 시스템은 아날로그 시스템에 비해 구성하기가 용이하고 경제성이 높다.

넷째, 디지털 신호는 반도체 등의 기억 장치가 발달되어 저렴한 비용으로 저장할 수 있다.

다섯째, 디지털 시스템은 잡음에 강하고 손실이 거의 없다. 예를 들어 마이크를 통한 음성 신호를 아날로그 전기 신호로 변환할 때를 보자. 마이크로 입력되는 것은 음성 신호뿐만 아니라 숨소리, 바람 소리 등 주변의 잡음과 마이크 자체의 내부 잡음까지도 입력되어 원래의 음성 신호는 많이 일그러지게 된다. 또, 신호가 전기 회로를 통과할 때 전기 저항 등에 의해 세력이 약해지므로 원래 음성 신호의 손실이 발생하게 된다. 그러나 디지털 신호는 전압의 크기가 아닌 레벨로 값을 나타내므로 0, 1의 신호가 바뀌는 현상은 거의 없다고 할 수 있다. 즉, 아날로그 시스템에 비하여 잡음과 손실이 거의 없다.

여섯째, 아무리 좋은 정보나 자료라 해도 디지털 신호는 마치 암호와 같아서 사람이 판독하기가 매우 어렵다. 그러므로 사람의 눈이나 귀로 신호를 전달하기 위해서는 아날로그 신호로 다시 바꾸지 않으면 안 된다. 따라서, 디지털 시스템은 양질의 재생이 가능하지만 D/A 변환기 등이 필요하여 회로가 복잡해진다.



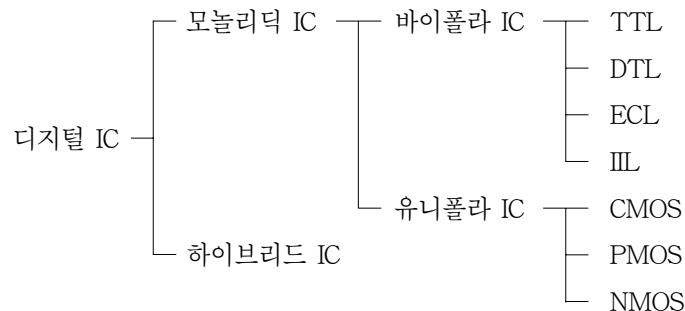
2. 디지털 집적 회로

집적 회로는, 트랜지스터, 다이오드, 저항, 콘덴서 등으로 만들어진 전자 회로를 작은 칩(chip) 위에 구성한 것이다. 집적 회로를 구성 소자의 수에 따라 구분하면, 한 개의 기판 위에 소자 수가 100개(게이트 수는 약 12개) 이하인 것을 소규모 집적 회로(small scale integration, SSI)라 하고, 소자 수가 100~1000개인 것을 중규모 집적 회로(medium scale integration, MSI)라 하며, 소자 수가 1000~10,000개 이하인 것을 고밀도 집적 회로(large scale integration, LSI)라 한다. 그리고 소자 수가 10,000개 이상인 것을 초고밀도 집적 회로(very large scale integration, VLSI)라 한다.

이와 같이 집적 회로를 사용하면 각각의 소자를 사용하는 것보다 크기가 작고 소비 전력이 적으며, 신뢰도가 높고 가격이 저렴하다는 장점이 있다.

그림 I-3은 디지털 집적 회로를 구조에 따라 분류한 것이다.

그림 I-3
디지털 집적 회로의 분류



3. 디지털 집적 회로의 특성

TTL(transistor transistor logic)과 CMOS(complementary metal oxide semiconductor)의 겉모양은 비슷하나 구조나 전기적인 특성은 크게 다르다. TTL은 NPN형 트랜지스터, CMOS는 전계 효과 트랜지스터(FET)를 중심으로 만들어졌다. 그리고 TTL의 규격에는 74 시리즈(일반용)와 54 시리즈(군용)가 있으며 CMOS에는 4000 시리즈와 고속 CMOS형 74HC 시리즈가 많이 사용된다.

TTL과 CMOS의 전기적 특성을 비교하면 표 I-1과 같다.

여기서, 전달 지연 시간은 게이트 입력 단자에 신호가 들어와 출력 단자로 나오기까지 걸리는 시간이며, 문턱 전압은 논리 신호 0과 1을 구분하는 경계 전압이고 팬 아웃은 게이트 출력 단자에 접속할 수 있는 최대 입력 단자의 수를 말한다.

표 I-1
TTL과 CMOS의 비교

특성 \ 종류	TTL	CMOS
전달 지연 시간	짧다(10ns)	길다(약 150ns)
문턱 전압	낮다(약 1.5V)	높다(약 2.5V/전원 전압 5V시)
소비 전력	많다	적다
입력 저항	낮다	높다
동작 전압	5V	3~18V
팬 아웃	적다	많다

단원 학습 정리

1. 디지털 시스템과 아날로그 시스템

① 디지털 신호와 아날로그 신호

- (1) 디지털 신호 : 물리적인 양을 기호로 표시하는 방법(숫자, 문자 등으로 표시). 불연속적으로 뚜렷이 구분되므로 신뢰도가 높다.
- (2) 아날로그 신호 : 물리적인 양에 비례하는 크기를 연속적인 값으로 표시. 연속적으로 처리되어 정확한 구분이 어려우나 미세한 변화만 있어도 이에 대한 출력의 변화가 있다.

② 신호의 변환

- (1) D/A 변환 : 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환
- (2) A/D 변환 : 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환

2. 디지털 시스템의 특징

① 디지털 시스템의 장단점

- ① 신뢰도가 높다.
- ② 정확도가 높다.
- ③ 구성이 용이하고 경제성이 높다.
- ④ 저렴한 비용으로 저장할 수 있다.
- ⑤ 잡음에 강하고 손실이 거의 없다.
- ⑥ 회로가 복잡해진다(단점).

② 디지털 집적 회로

- 1) 집적 회로 : 트랜지스터, 다이오드, 저항, 콘덴서 등으로 만들어진 전자 회로를 작은 칩(chip) 위에 구성한 것

단원 종합 문제

1. 디지털 신호와 아날로그 신호의 의미를 설명하여 보자.
2. 음악이 녹음되어 있는 카세트 테이프는 여러 단계로 복사하여 사용하면 음질이 현저히 떨어지고, 콤팩트 디스크는 여러 단계로 복사하여 사용하여도 오리지널 콤팩트 디스크와 별로 음질의 차이가 없다. 그 이유를 조사하여 보자.
3. 디지털 시스템이 아날로그 시스템에 비하여 가지고 있는 장점과 단점을 열거하여 보자.
4. 집적 회로의 장점과 단점에 대하여 열거하여 보자.
5. 다음 중에서 바이폴라 집적 회로가 아닌 것은?
 - ① TTL
 - ② CMOS
 - ③ DTL
 - ④ ECL
 - ⑤ III
6. TTL과 CMOS의 구조 및 전기적인 특성을 비교하여 설명하여 보자.
7. CMOS형 IC는 알루미늄 포일 등에 싸서 보관한다. 그 이유가 무엇인지 설명하여 보자.
8. 팬 아웃(fan out)이란 무엇을 말하는지 설명하여 보자.