국가기술자격 취득과 공기업 취업을 위한

전기공학 이론노트 Ⅰ

회로이론/전력공학/전기기기

김대호 저

도서출판 스카이미디어북스

머리말

1. 새로운 가치의 창조

많은 사람들은 꿈을 꾸고 그 꿈을 위해 노력합니다. 꿈을 이루기 위해서는 여러 가지 노력을 합니다. 결국 꿈의 목적은 경제적으로 윤택한 삶을 살기 위한 것이 됩니다. 그것을 위해 주식, 재테크, 펀드, 복권 등 여러 가지 가치창조를 위한 노력을 합니다. 이와 같은 노력의 성공 확률은 극히 낮습니다.

현실적으로 자신의 가치를 높일 수 있는 가장 확률이 높은 방법은 자격증입니다. 특히 전기분야의 자격증은 여러분을 기술자로서 새로운 가치를 부여하게 될 것입니다. 전기는 국가산업 전반에 걸쳐 없어서는 안 되는 중요한 분야입니다.

전기기사, 전기공사기사, 전기산업기사, 전기공사산업기사 자격증을 취득한다는 것은 여러분을 한 단계 업그레이드 하는 새로운 가치를 창조하는 행위입니다. 더불어 전기분야 기술사를 취득할 경우 여러분은 전문직으로서 최고의 기술자가 될수 있습니다.

스스로의 가치(Value)를 만들어가는 것은 작은 실천부터 시작됩니다. 지금 준비하는 자격증이 바로 여러분의 Name Value를 만들어가는 과정이며 결과입니다.

2. 인생의 패러다임

고등학교, 대학교 등을 통해 여러분은 많은 학습을 하였습니다. 그리고 새로운 학습에 도전하고 있습니다. 현대 사회는 학습하지 않으면 도태되는 평생교육의 사회입니다. 새로운 지식과 급변하는 지식에 맞춰 평생학습을 해야 합니다. 이것은 평생 직업을 갖질 수 있는 기회가 됩니다.

노력한 만큼 그 결실은 큽니다. 링컨은 자기가 노력한 만큼 행복해진다고 했습니다. 저자는 여러분에게 권합니다. 꿈과 목표를 설정하세요.

“ 꿈꾸는 자만이 꿈을 이룰 수 있습니다. 꿈이 없으면 절대 꿈을 이룰 수 없습니다.”

3. 학습을 위한 조언

이번에 발행하게 된 “전기공학 이론노트”는 전기분야 자격증의 필기의 기본서로서 필기시험에 필요한 핵심 요약과 해설을 제공합니다.

각 단원의 내용을 이해하고 문제를 풀어갈 경우 고득점은 물론 실기시험에서도 적용할 수 있는 지식을 쌓을 수 있습니다.

여러분은 합격을 위해 매일 매일 실천하는 학습을 하시길 권합니다. 일주일에 주말을 통해 학습하는 것보다 매일 학습하는 것이 효과가 좋고 합격률이 높다는 것을 저자는 수많은 교육과 사례를 통해 알고 있습니다. 따라서 독자 여러분에게 매일 일정한 시간을 정하고 학습하는 것을 권합니다.

시간이 부족하다는 것은 핑계입니다. 하루 8시간 잠을 잔다면, 평생의 1/3을 잠을 잔다는 것입니다. 잠자는 시간 1시간만 줄여보세요. 여러분은 충분히 공부할 수 있는 시간이 있습니다. 텔레비전 보는 시간 1시간만 줄여보세요. 여러분은 공부할 시간이 더 많아집니다. 시간은 여러분이 만들 수 있습니다. 여러분 마음 먹기에 따라 충분한 시간이 생깁니다. 노력하고 실천하는 독자여러분이 되시길 바랍니다.

끝으로 이 도서를 작성하는데 있어 수많은 국내외 전문서적 및 전문기술회지 등을 참고하고 인용하면서 일일이 그 내용을 밝히지 못하였으나, 이 자리를 빌어 이들 저자 각위에게 깊은 감사를 드립니다.

전기분야 자격증을 준비하는 모든 분들에게 합격의 영광이 있기를 기원합니다.

이 도서를 출간하는데 있어 먼저는 하나님께 영광을 돌리며, 수고하여 주신 도서출판 스카이미디어북스 임직원 여러분께 심심한 사의를 표합니다.

저자 씀

저자소개

김 대 호

한양대학교, 대학원(전기공학전공) 졸업

건축전기설비기술사

국가전문자격 평생교육사

전기분야 기사, 산업기사, 기능사

다음카페 Sysop (http://cafe.daum.net/pekor)

네이버카페 Sysop (http://cafe.naver.com/pekor)

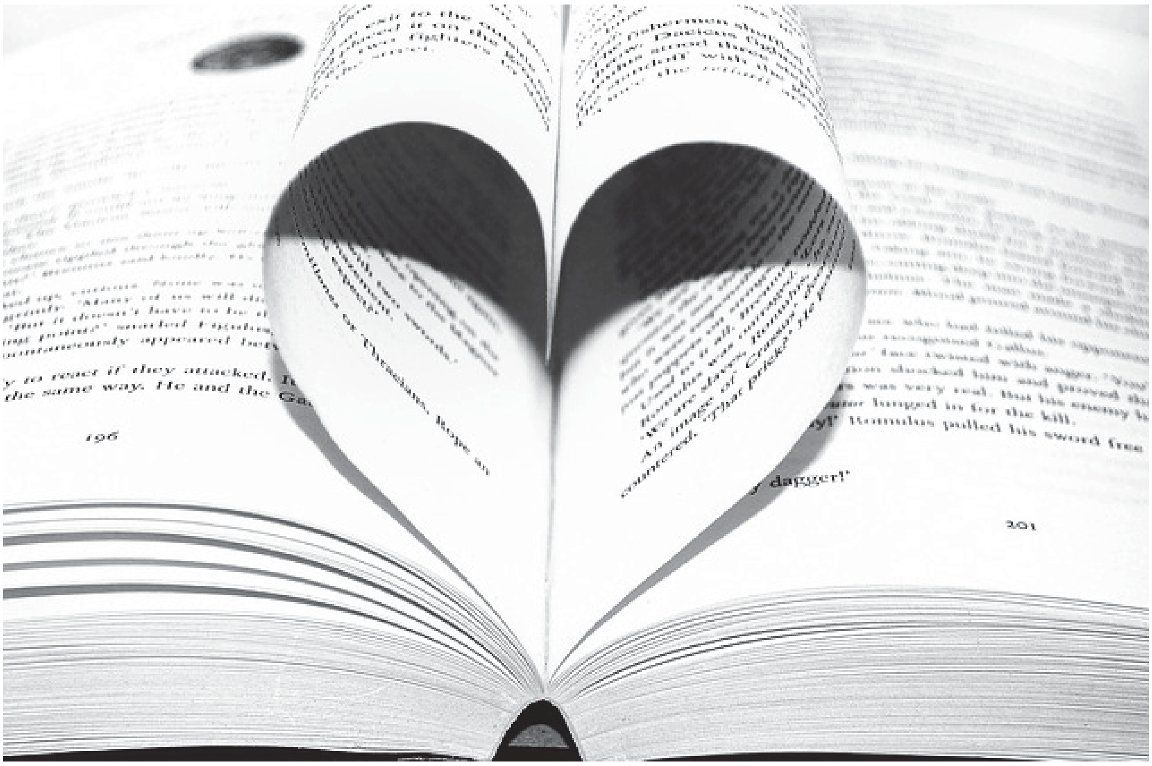
스카이미디어 평생교육원 교수

한국폴리텍대학 겸임교수

도서출판 Skybook 편수위원

도서출판 스카이미디어북스 편수위원

목차



전기공학기초

1.방정식과 함수

방정식과 함수(function) : 등식[1]중 미지의 어떤 값(미지수)을 포함하는 경우 그 미지수가 상수라면 이를 방정식이라 한다. 또 등식 안의 미지수가 변수일 경우는 함수(function)라고 부른다.

상수(constant) : 자연에서의 그 값이 변치 않고 늘 일정하게 유지되는 수 또는 량

변수(variable) : 자연에서 그 값이 항시 변할 수 있는 수 또는 량

예) 방정식 : $3x+5=11$, 미지수가 2로 정해진다.

예) 함수 : $y=3x+1$, 미지수가 다양한 값을 나타낸다.

---

1) 등식이란 등호(=)를 기준으로 좌항과 우항이 서로 같음을 의미한다.

함수는 x, y 등 미지수가 2개 이상이 있게 되며, 이를 나타내면 다음과 같다.

$$y = f(x)$$

여기서 f는 function의 첫 글자를 따서 만든 함수라는 의미의 문자를 나타낸다. 이것은

"y는 x의 함수이다"

를 의미한다. 여기서 x를 독립변수라 하며, y를 종속변수라 한다. 이것은 x의 값이 먼저 결정되면 y의 값이 결정되기 때문이다.

[주] 독립변수와 종속변수의 개념은 회로의론의 4단자 정수 부분에서 언급한다.

상수가 a, b이고 x, y가 변수인 함수는 $y = ax + b$가 된다.

독립변수가 x인 1차식의 함수가 된다. 여기서 a는 함수의 기울기[2)]가 되며, b는 y의 절편이라 한다. 예를 들어보면 그림1 은 1차함수 그래프를 나타낸 것이며, 식은

$$y = 3x + 1$$

이 된다. 여기서 3은 기울기이며, 1은 y의 절편이 된다.

절편은 이 함수가 y축을 지나가는 위치가 되며, x가 0 일 경우 y의 값이 된다. 여기서 기울기(구배)는 그림1 의 직각삼각형에서 높이를 밑변으로 나는 값이므로 3/1 이 된다.

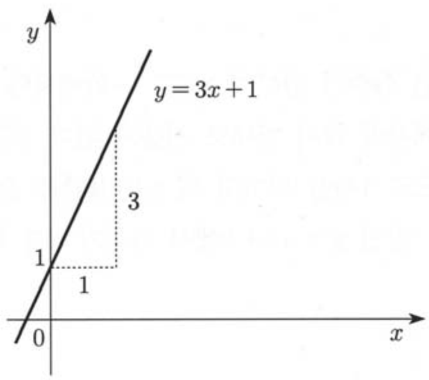


그림 1 1차함수 그래프

1차함수 $y = ax + b$에서 $b = 0$이면 $y = ax$가 된다. 이때 a를 비례상수라 한다. 이것은 y

2) 기울기란 직각 삼각형에서 높이를 밑변으로 나눈 것을 말한다.

의 값이 x의 값에 a배변하기 때문이다.

[주] 비례상수의 개념은 전기분야 자격증을 취득하기 위해서는 많은 법칙이 있으며 이러한 법칙을 이해하는 데 기본이 되는 개념이 된다.

$y = -3x + 1$의 그래프를 그리면 그림2와 같이 된다.

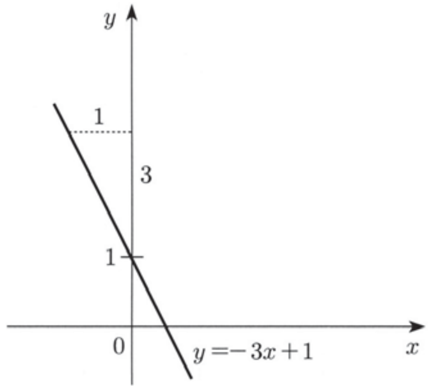


그림 2 $y = -3x + 1$의 그래프

함수가

$$y = ax^2 + bx + c$$

인 경우는 상수가 a, b, c이고, x의 최고차수가 2이기 때문에 2차 함수라 한다.

여기서 $b = c = 0$이라면 $y = ax^2$이 되며, 상수 a에 따라서 함수의 형태가 결정된다. 즉, a가 0보다 큰 경우와 작은 경우 그림3과 같이 그릴 수 있다.

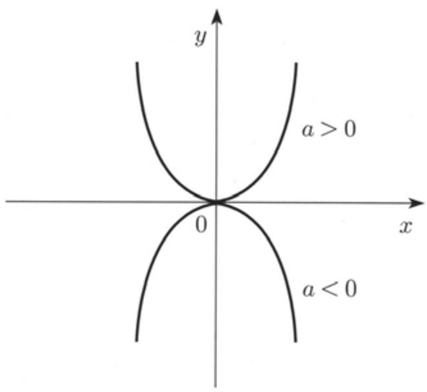


그림 3 $y = ax^2$의 그래프

1.2 역함수

$y=f(x)$의 함수를 $x=f(y)$의 함수로 나타낼 때 이를 역함수(reverse function)라고 한다. 이것을 다시 정리해주면 $y=f^{-1}(x)$의 형태가 된다.

$y=3x$ 의 역함수는 $y=\dfrac{1}{3}x$ 이 된다. 이것은 $y=x$의 그래프에서 서로 대칭으로 그려지며, 그림4와 그릴 수 있다.

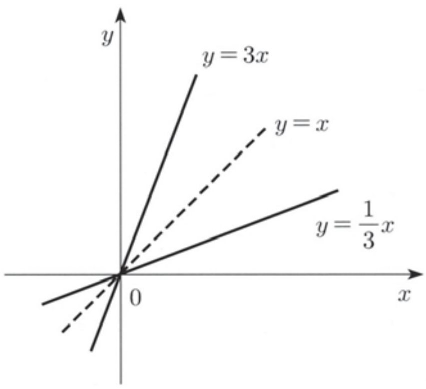


그림 4 역함수의 그래프

1.3 지수

a를 n번 곱한 것을 a의 n제곱이라 한다. 여기서 n을 지수라 한다.

지수는 100000000 등과 같이 큰 수를 간단하게 10^8 으로 나타내기 위해 사용한다. 여기서 10은 밑(base)라고 하며, 8은 지수(exponent)라고 한다.

120000 는 1.2×10^5이 된다. 전기공학에서는 이와 같이 큰 수를 지수로 사용하며, 3승 단위롤 끊어 사용하는 경우가 많다.

즉, 전압이 높은 경우에는 345000[V]의 전압은 345[kV] 등으로 통상사용하며, k(킬로,kilo) 는 10^3이기 때문이다. 표 1에서 전기공학의 단위를 나타내었다.

표 1 전기공학의 단위

량	위치	읽는법	단위의 관계
전압	kV	킬 로 볼 트	1 [kV]=1000 [V]=10^3 [V]
	V	볼 트	
	mV	밀 리 볼 트	1 [mV]=0.001 [V]=10^{-3} [V]
	μV	마이크로볼트	1 [μV]=0.000001 [V]=10^{-6} [V]
전류	A	암 페 어	
	mA	밀리암페어	1 [mA]=0.001 [A]=10^{-3} [A]
	μA	마이크로암페어	1 [μA]=0.000001 [A]=10^{-6} [A]
저항	Ω	옴	
	kΩ	킬 로 옴	1 [kΩ]=1000 [Ω]=10^3 [Ω]
	MΩ	메 가 옴	1 [MΩ]=1000000 [Ω]=10^6 [Ω]

[주] 단위는 대소문자를 구분하므로 주의하여야 한다.

지수는 다음과 같은 법칙이 성립하며, 이를 지수법칙이라 한다.

$$a^n a^m = a^{n+m}$$

$$(a^n)^m = a^{nm}$$

$$(ab)^n = a^n b^n$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \text{ 단, } b \neq 0$$

$$\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m} \text{ 단, } n > m$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$a^0 = 1$$

지수를 함수로 나타낼 수도 있다. 이것은 함수가 지수의 형태를 취하고 있을 때를 말하며, 이를 지수함수(exponential function)라 한다.

지수 함수도 독립변수와 종속변수가 있으며 다음과 같이 나타낸다.

$$y = a^x$$

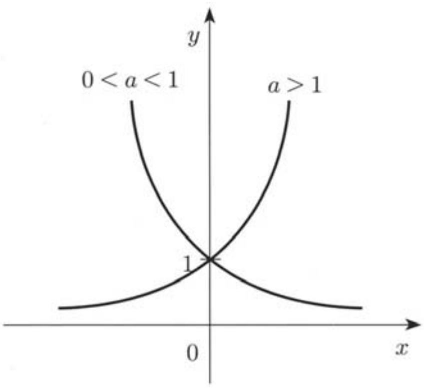


그림 5 지수함수의 그래프

1.4 로그

$$2^x = 8$$

인 방정식을 풀어보자. 이때 x를 구하려면 8을 지수로 표현하여 2^3으로 나타내어야 한다. 즉,

$$2^x = 2^3 \text{ 이므로 } x = 3$$

이 된다. $2^x = 5$ 등은 위와 같은 방법으로 풀이 할 수 없게 된다. 이 경우 미지수 x를 찾기 위해 로그(logarithm)라는 것을 이용한다.

$$2^x = 5$$

에서 양변을 로그를 취하면

$$\log_2 2^x = \log_2 5$$

여기서 $\log_2 2 = 1$ 이므로 $x = \log_2 5$가 된다.

따라서 일반적으로 로그는 $x = \log_a b$로 나타내며, a를 밑, b를 진수라 한다. 즉, x는 a를 밑으로 하는 b의 로그라 호칭하게 된다.

이것은 $a^x = b$에서 나온 것 이므로 $a^x = b$는 $x = \log_a b$ 와 같게 된다.

일반적으로 많이 사용하는 수는 십진수 이며, 이 십진수의 10을 밑으로 하는 로그를 상용로그라 하며 $\log_{10}$ 으로 나타내거나 10을 생략하여 log로 나타낸다.

공학에서는 e를 밑으로 하는 무리수를 사용하는 것이 일반적인 자연현상을 더 쉽게 접근하고 오차를 줄일 수 있기 때문에 e를 사용한다.

$$e = \lim_{z \to 0}(1+z)^{1/z}$$

로 정의 되며 그 값은 2.71828…… 이 된다. 이 무리수를 밑으로 사용하는 것을 자연로그라 한다. $\log_e$ 또는 ln으로 나타낸다. ln이란 자연로그의 영어명칭 natural logarithm에서 첫 글자를 사용한 것이다. 전기공학에서는 일반적으로 미분과 적분에서 자연로그를 많이 사용한다.

로그는 다음과 같은 법칙이 성립하며, 이를 로그법칙이라 한다.

$$\log_{10} xy = \log_{10} x + \log_{10} y$$

$$\log_{10} \frac{x}{y} = \log_{10} x - \log_{10} y$$

$$\log_{10} x^n = n \log_{10} x$$

[주] 지수법칙과 로그법칙은 전기공학에서 이용되는 부분이 있으므로 기억하는 것이 바람직하다.

1.5 삼각함수

1.5.1 각도

각도를 나타내는 방법은 도수법과 호도법이 있다. 도수법(deg)은 원을 1/360로 나누어 그 한 조각을 기본 단위로 하여 1° (deg)로 나타낸다. 즉, 원의 1주기는 360° 에 해당한다. 호도법(rad)은 반지름에 대한 원호의 길이의 비를 나타낸 것이다.

$$\theta = \frac{l}{r} \ \text{[rad]}$$

여기서 원의 둘레는 $\pi D = 2\pi r$ 이므로 이를 대입하면 원의 1주기는

$$\theta = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \ \text{[rad]}$$

이 된다.

[주] 전기공학에서는 각도를 rad으로 사용하는 것이 대부분이며, 이를 deg로 환산하여 사용하는 경우도 있다.

1.5.2 삼각비

삼각비는 그림6의 각 변의 길이 a, b, c에 의해 결정된다.

$$\sin\theta = \frac{a}{c} \qquad \csc\theta = \frac{c}{a}$$

$$\cos\theta = \frac{b}{c} \qquad \sec\theta = \frac{c}{b}$$

$$\tan\theta = \frac{a}{b} \qquad \cot\theta = \frac{b}{a}$$

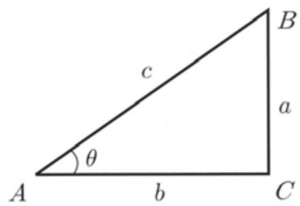


그림 6 직각삼각형

[주] 간단한 내용이지만 이를 간과하여 실전에서 어려움을 생기는 경우가 많이 있으므로 꼭 기억하는 것이 바람직하다.

그림6에서 θ를 알고 있을 경우 각 변의 길이를 구하면 다음과 같다. 이 부분은 전기공학에서 사용되는 아주 기본적인 삼각함수가 된다.

$$a = c\sin\theta$$

$$b = c\cos\theta$$

$$a = b\tan\theta$$

1.5.3 삼각함수

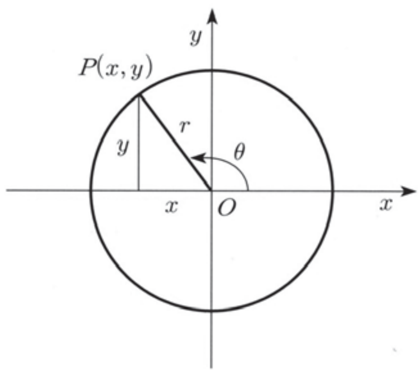


그림 7 삼각함수

삼각함수(trigonometric function)란 그림7과 같이 직각삼각형이 있을 경우 $\sin\theta$를 구해보면

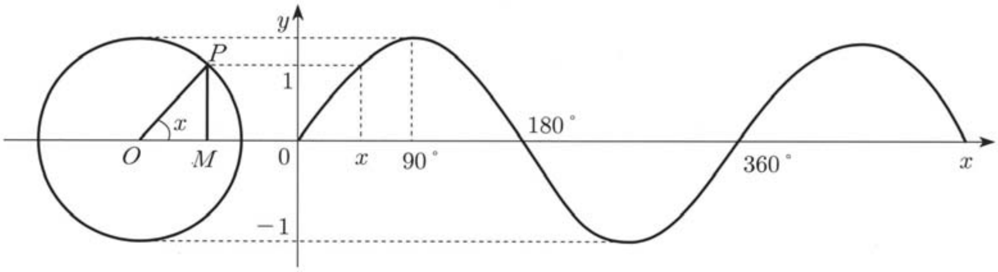
$\sin\theta = \frac{y}{r}$ 가 된다. 이를 살펴보면 상수 r과 변수 x, y에 의해 구성되는 함수의 형태를 취하고 있으므로 이를 삼각함수라 한다. 이들 사이의 관계를 정리해보면 다음과 같다.

$$\csc\theta = \frac{r}{y} = \frac{1}{\frac{y}{r}} = \frac{1}{\sin\theta}$$

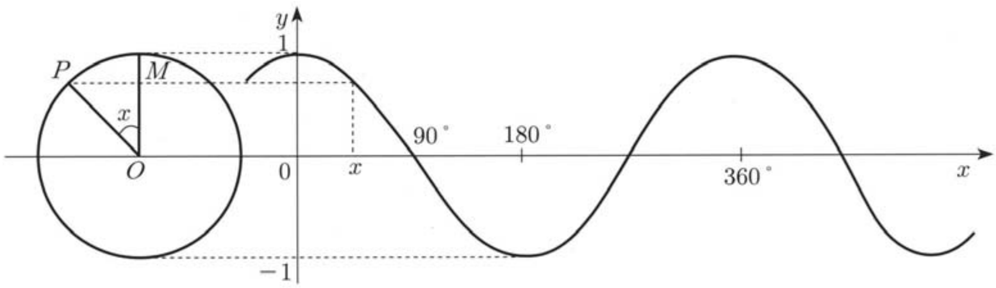
$$\tan\theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{y}{r}}{\frac{x}{r}} = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

$$\sin^2\theta + \cos^2\theta = \left(\frac{y}{r}\right)^2 + \left(\frac{x}{r}\right)^2 = \frac{x^2+y^2}{r^2} = \frac{r^2}{r^2} = 1$$

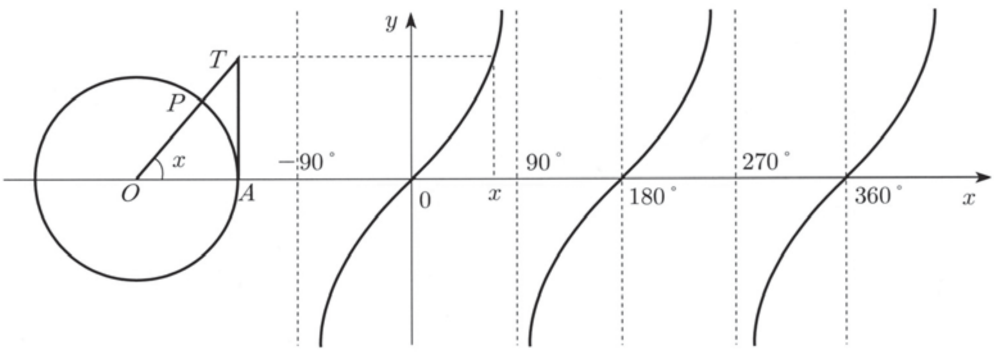
여기서 $\sin^2\theta = (\sin\theta)^2$을 의미한다.



sin곡선



cos곡선



tan곡선

그림 8 삼각함수의 그래프

삼각함수도 함수 이므로 $y=f(x)$의 형태를 가지고 있다. 즉, 독립변수 x, 종속변수 y를 지닌 함수로 다음과 같이 표현된다.

$$y=\sin x$$

$$y=\cos x$$

$$y=\tan x$$

삼각함수도 원함수에 대한 역함수가 존재한다는 것은 $y=f(x)$의 역함수 $y=f^{-1}(x)$가됨을 의미한다.

$y=\sin x$ 에서 역함수는 $x=\sin y$ 가 된다. 이것을 y에 대하여 정리하여야 하는데 이 경우 이것을 일반식으로 정리하기는 용이하지 않다.

$x=\sin y$ 에서 y를 구하기 위해 sin으로 나눌 수 없기 때문이다.

이것을 해결하기 위해 역삼각함수(inverse trigonometric function)가 필요하게 되고, 이것을 $\underline{\sin^{-1}}$[3]로 나타낸다.

$$y=\sin^{-1}x$$

$y=\sin x$와 $y=\sin^{-1}x$를 그래프로 그리면, 그림9와 같이 된다.

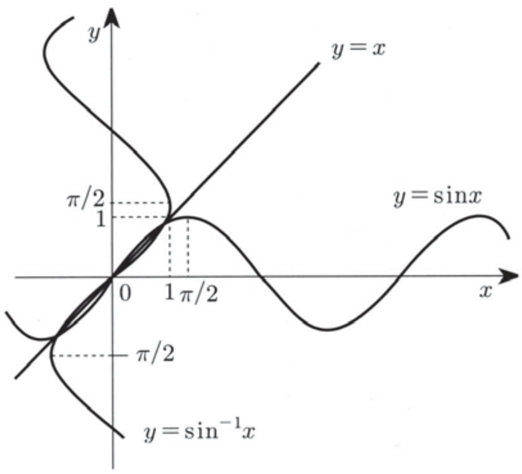


그림 9 역삼각함수

3) 아크싸인으로 읽는다

1.6 단위

자주 이용하는 단위는 길이, 질량, 시간 등이며, 이것을 묶어 단위계라 부른다. 단위계에는 MKS 단위계, CGS단위계, 영국단위계, 국제표준단위계 등이 있다.

MKS 단위계는 m, kg, sec를 사용하며, CGS 단위계는 cm, g, sec를 사용한다.

영국단위계는 ft, $slug$, sec를 사용한다. 이것을 하나의 단위계로 사용하기 위한 것이 국제표준단위계이며, SI (Le Systeme International d'Unites)단위계라 한다. SI단위계는 m, kg, sec, A, K, mol, cd, lx 등을 사용하는 것은 MKS단위계와 같으나 접두어를 붙어 단위를 크기를 변경할 수 있다.

즉, m는 cm, mm 등으로 변경할 수 있다.

표 2 SI단위계의 접두어

접두 미터법	미터법 기호	10의 누승	접두 미터법	미터법 기호	10의 누승
기가(giga)	G	10^9	밀리(milli)	m	10^{-3}
메가(mega)	M	10^6	마이크로(micro)	μ	10^{-6}
킬로(kilo)	K	10^3	나노(nano)	n	10^{-9}
			피코(pico)	p	10^{-12}

1.7 스칼라(scalar)와 벡터(vector)

물리량 중에는 크기만으로 충분히 그 뜻을 전달하는데 충분한 것들이 있다. 이것을 스칼라량이라 한다. 그러나 속도, 힘 등은 크기만으로 그 뜻을 전달하는 것이 어렵고 방향까지 고려해야 그 뜻을 전달할 수 있다. 이것을 벡터량 이라 한다.

스칼라(scalar)는 크기만으로 결정되는 양(길이, 온도, 체적, 질량, 일, 에너지, 전위, 전력 등)으로 A, a, $\overline{\mathrm{A}}$, $\overline{\mathrm{OP}}$와 같이 이탤릭체 문자 또는 문자에 선분 기호를 붙여서 표현한다. 반면 벡터(vector)는 크기와 방향으로 결정되는 양(변위, 힘, 속도, 가속도, 전계, 자계 등)으로 $\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{a}$, $\overrightarrow{\mathrm{A}}$, $\overrightarrow{\mathrm{OP}}$로 고딕체 문자 또는 문자에 화살표를 붙여서 표현한다.

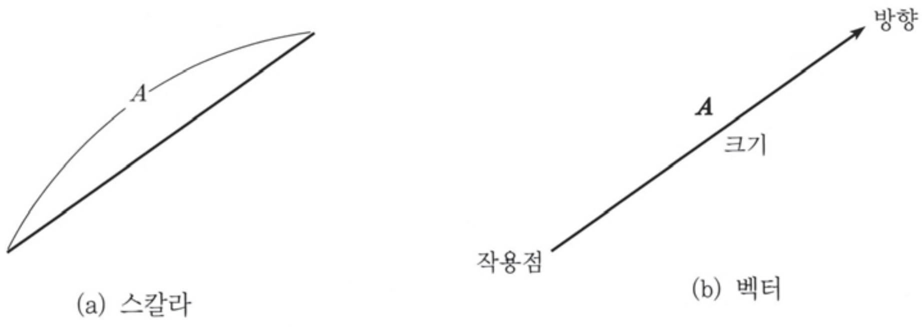


그림 10 스칼라와 벡터

[주] 전기공학은 일반적으로 벡터량으로 해석하는 경우가 많다. 따라서 벡터의 개념을 정확히 하는 것이 바람직하다. 벡터는 삼각함수를 이용한다.

1.7.1 벡터의 합성

벡터를 합할 경우는 벡터를 분해하여 동일한 성분끼리 합과 차를 구하여 연산한다. 벡터는 직교좌표의 경우 그림11과 같이 표한다.

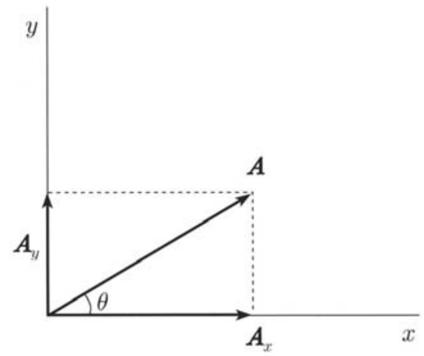


그림 11 벡터의 분해

벡터 $\boldsymbol{A}$는 $\boldsymbol{A_x}$와 $\boldsymbol{A_y}$로 분해할 수 있다. 직각삼각형으로부터 삼각함수의 기본적인 내용을 적용하면, $\boldsymbol{A_x} = \boldsymbol{A}cos\theta$가 되며, $\boldsymbol{A_y} = \boldsymbol{A}sin\theta$가 된다.

또 $\boldsymbol{A}$는 절댓값[4]으로 그 크기를 나타내면 $|A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ 가 된다.

그림11과 같이 분해 할 경우 합성을 하는 것은 cos성분 과 sin성분으로 각각 합한

4) 수학에서 절댓값(切對-, 영어: absolute value)이란, 어떤 실수 a를 수직선에 대응시켰을 때, 수직선의 원점에서 실수 a까지의 거리를 의미한다. 이것을 기호로 |a|로 나타낸다.

다음 절댓값을 구하는 방법으로 합성한다. 이것은 그림12와 같이 평행사변형법 또는 삼각형법으로 구한 것과 같은 결과를 가져온다.

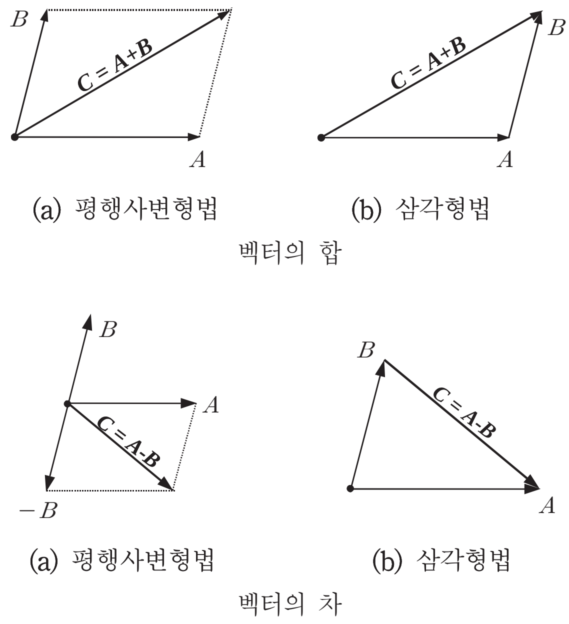


그림 12 벡터의 합과 차

1.7.2 벡터의 곱셈

벡터의 곱셈은 내적과 외적이 있다.

내적은 벡터 A와 B 의 스칼라곱 또는 내적은 $A \cdot B$ 로 표시하며 같은 단위벡터 성분들의 곱으로 계산된다.

$$\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = AB\cos\theta = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

이것은 벡터의 단위벡터의 곱에서 이유를 찾을 수 있다.

$$\boldsymbol{i} \cdot \boldsymbol{i} = \boldsymbol{j} \cdot \boldsymbol{j} = \boldsymbol{k} \cdot \boldsymbol{k} = 1$$

$$\boldsymbol{i} \cdot \boldsymbol{j} = \boldsymbol{j} \cdot \boldsymbol{k} = \boldsymbol{k} \cdot \boldsymbol{i} = 0$$

$$\boldsymbol{j} \cdot \boldsymbol{i} = \boldsymbol{k} \cdot \boldsymbol{j} = \boldsymbol{i} \cdot \boldsymbol{k} = 0$$

여기서 단위벡터는 크기가 1이고 방향만을 갖는 벡터로 $\boldsymbol{a}$로 표현하며 $a = \frac{\boldsymbol{A}}{|A|} = \frac{\boldsymbol{A}}{A}$ 가 된다. 그림13의 직각좌표계에서는 x, y, z의 방향의 $\boldsymbol{i}$, $\boldsymbol{j}$, $\boldsymbol{k}$를 단위벡터로 한다.

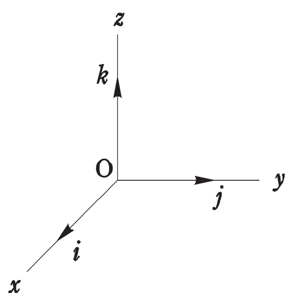


그림 13 단위벡터

외적의 경우는 $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}| = AB\sin\theta$ 로 계산한다.

$$\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B} = (A_x\boldsymbol{i} + A_y\boldsymbol{j} + A_z\boldsymbol{k}) \times (B_x\boldsymbol{i} + B_y\boldsymbol{j} + B_z\boldsymbol{k})$$

$$= (A_yB_z - A_zB_y)\boldsymbol{i} + (A_zB_x - A_xB_z)\boldsymbol{j} + (A_xB_y - A_yB_x)\boldsymbol{k}$$

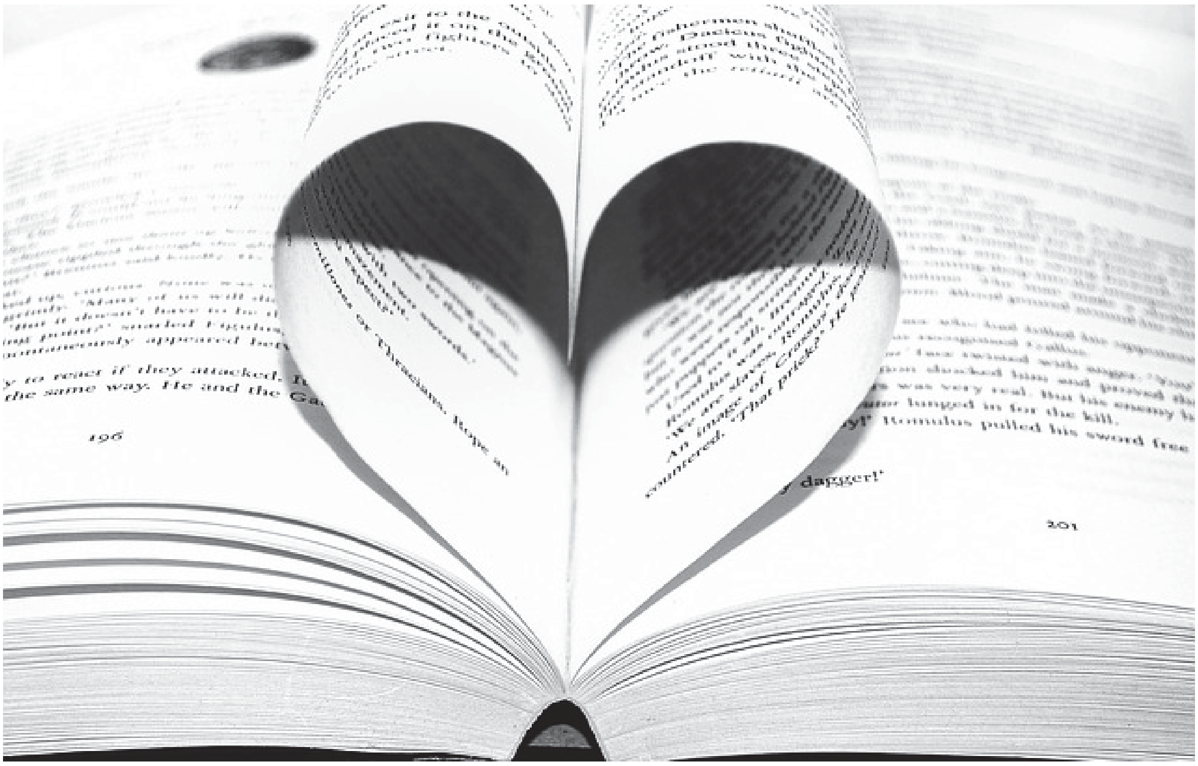
이 경우 단위벡터는 다음과 같다.

$$\boldsymbol{i} \times \boldsymbol{j} = \boldsymbol{k}, \quad \boldsymbol{j} \times \boldsymbol{k} = \boldsymbol{i}, \quad \boldsymbol{k} \times \boldsymbol{i} = \boldsymbol{j}$$

$$\boldsymbol{j} \times \boldsymbol{i} = -\boldsymbol{k}, \ \boldsymbol{k} \times \boldsymbol{j} = -\boldsymbol{i}, \ \boldsymbol{i} \times \boldsymbol{k} = -\boldsymbol{j}$$

$$\boldsymbol{i} \times \boldsymbol{i} = \boldsymbol{j} \times \boldsymbol{j} = \boldsymbol{k} \times \boldsymbol{k} = 0$$

[주] 벡터곱과 스칼라곱은 전기자기학에서 다루며, 이 부분은 자기학을 이해하는 기본이 된다.



회로이론(回路理論)

1. 직류회로

1. 전류

모든 물질은 분자 또는 원자의 결합으로 되어 있으며, 원자핵과 전자를 가지고 있다. 전자 (電子, electron)는 음의 전하를 띠고 있으며, 원자 내부에서 핵 주위에 분포하며 공전한다. 이러한 전자가 어떤 형태로던 이동할 수 있다. 고체 내에서도 이동할 수 있으며, 기체 방전의 형태로도 이동할 수 있고, 반도체에서도 이동할 수 있다. 특히 도체 내에서 일정한 방향으로 이동하는 것을 특히 전류라고 정의한다. 이러한 전류의 크기는 다음과 같이 정의한다.

$$I = \frac{Q}{t}\ [\mathrm{A}]\ \text{또는}\ Q = I \cdot t\ [\mathrm{C}]$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt}\ [\mathrm{A}]\ \text{ 또는 }\ q = \int_0^t i\, dt\ \ [\mathrm{C}]$$

여기서 I : 전류, Q : 전기량(전하량), t : 시간

이 식은 단위 시간당 이동한 전기량(전자는 전기량을 가지고 있기 때문이다)을 의미한다. 전류의 단위는 SI 단위계로 암페어(Ampere : [A])이다.

2. 전압의 정의

도체 내에서 전자가 이동하기 위해서는 에너지가 필요하게 된다. 이러한 에너지를 얻기 위해서는 전기적인 위치에너지의 차이가 필요하게 된다. 이것을 전위차라 한다.

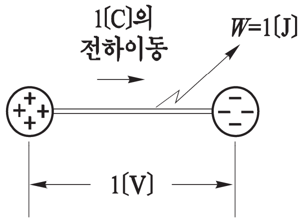


그림 1 전압의 정의

$$V = \frac{W}{Q}\,[\mathrm{V}]\ \text{ 또는 }\ W = QV\ [\mathrm{J}]$$

$$v = \frac{dw}{dq}\,[\mathrm{V}]\ \text{ 또는 }\ w = \int v\ dq[\mathrm{J}]$$

여기서 V : 전압, W : 에너지(일), Q : 전기량(전하량)

그림 1에서와 같이 한쪽에는 양의전하 한쪽에는 음의 전하가 존재하는 경우 두 곳은 전기적이 위치에너지의 차이가 존재하게 된다. 이 전위차 때문에 전하가 이동하게 된다.

이 두 점간의 에너지 차를 전압 V라 하며 단위 전하(Q)가 이동해서 일(W)을 하게 될 때 1[C]의 전하가 한 일로 정의된다.

3. 옴의 법칙

옴의 법칙(Ohm's law)[5)]은 전압과 전류, 그리고 전류의 흐름을 방해하는 저항성분의 관

5) 옴의 법칙은 전압과 전류의 관계를 나타내는 법칙으로 회로이론에서 전압과 전류와 저항의 값을 산출하는