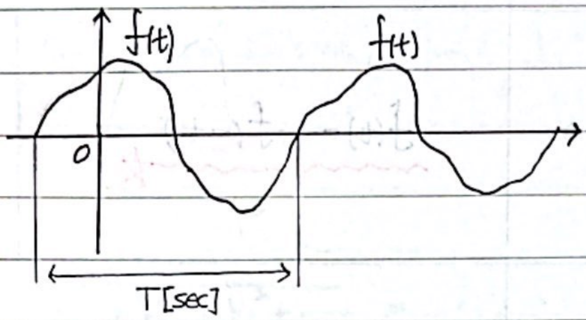
NO. DATE.

CH9. 비정현파 교류

1. 비정현파 교류

· 정현파 교류 이외의 교류를 모두 '비정현파' 또는 '왜형파'라 한다.



· 비정현파가 생기는 이유는 발전기에서 '직류성분' + '기본파' + '고조파'가 포함되어 일그러짐.

직류성분 → $f=0$

기본파 → 발전기에서 만드는 기본파형

고조파 → 기본파의 n배 (nf)가 되는 파형 (1고조파, 2고조파 …)

→ n고조파는 기본주파수의 n배가 되고, 당연히 ω도 n배가 된다.

1) 푸리에 급수에 의한 비정현파의 전개

· 비정현파 (= 왜형파)를 여러개의 정현항의 합으로 표시하는 방법

$$f(t) = \underbrace{a_0}_{\text{직류분 계수}} + \sum_{n=1}^{\infty} \underbrace{a_n}_{\cos\text{항의 계수}} \cos n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} \underbrace{b_n}_{\sin\text{항의 계수}} \sin \omega t$$

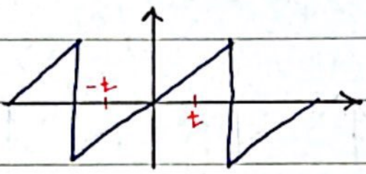
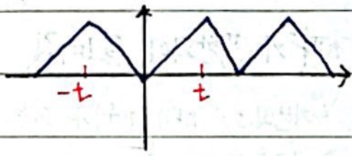
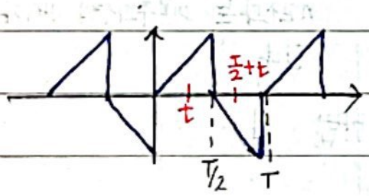
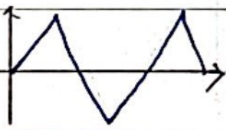
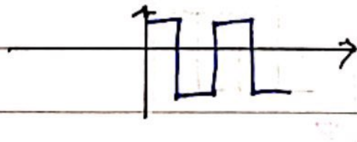
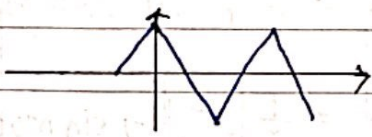
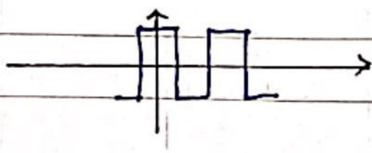
2) 비정현파 교류계수

1) 직류분 계수 a_0 : $a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\,dt$ = 평균값

2) cos항의 계수 a_n : $a_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\cos n\omega t\, d\omega t = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(t)\cos n\omega t\, d\omega t$

3) sin항의 계수 b_n : $b_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\sin n\omega t\, d\omega t = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(t)\sin n\omega t\, d\omega t$

2. 비정현파 교류의 대칭성 ~ 비정현파 푸리에분석

	파 형	대칭조건	계 수
정현대칭파 (기함수파, 원점대칭, sin파)		$f(t) = -f(-t)$ ☆	$a_0 = 0$ $a_n = 0$ b_n = 존재 ☆
여현대칭파 (우함수파, y축 대칭, cos파)		$f(t) = f(-t)$ ☆	a_0 = 존재 a_n = 존재 $b_n = 0$ ☆
반파대칭파		$f(t) = -f\left(\frac{T}{2}+t\right)$ ☆	$a_0 = 0$ a_n = 존재 b_n = 존재 홀수항만 존재 ☆
정현·반파대칭파	 	$f(t) = -f(-t)$ $f(t) = -f\left(\frac{T}{2}+t\right)$	$a_0 = 0$ $a_n = 0$ b_n = 존재 홀수항만 존재
여현·반파대칭파	 	$f(t) = f(-t)$ $f(t) = -f\left(\frac{T}{2}+t\right)$	$a_0 = 0$ a_n = 존재 $b_n = 0$ 홀수항만 존재

NO. DATE.

3. 비정현파 교류의 실효값

1. 실효값

☆ 각 파의 실효값 제곱의 합의 제곱근

ex) $v(t) = \underbrace{V_0}_{\text{직류분}} + \underbrace{V_{m1} \sin \omega t}_{\text{기본파}} + \underbrace{V_{m2} \sin \overset{2\omega = 2\pi f \times 2}{2\omega} t}_{\text{2고조파}} + \underbrace{V_{m3} \sin 3\omega t}_{\text{3고조파}} + \cdots$ 로 주어진다면,

전압의 실효값은

☆ $V_{rms} = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \cdots} = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{V_{m1}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{V_{m2}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{V_{m3}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \cdots}$ ☆

전류도 동일

2. 왜형률

· 기본파 실효치에 대한 고조파 실효치 , 비정현파가 정현파에 대하여 일그러지는 정도를 나타내는 값

☆ 왜형률 $= \dfrac{\overset{(\text{전체})}{\text{전 고조파의 실효치}}}{\text{기본파의 실효치}}$ ☆ $= \dfrac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \cdots}}{V_1}$

4. 비정현파 교류의 n고조파 직렬 임피던스

☆ 1. R-L 직렬 : $Z_n = R + jn\omega L = \sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}$ [Ω]

☆ 2. R-C 직렬 : $Z_n = R - j\frac{1}{n\omega C} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{n\omega C}\right)^2}$ [Ω]

☆ 3. n고조파 직렬 공진주파수 : $f_n = \dfrac{1}{2\pi n\sqrt{LC}}$ [Hz]

☆ n고조파 공진조건 : $n\omega L = \frac{1}{n\omega C}$

morning glory

NO. DATE.

5. 비정현파 교류전력

1. 유효전력 (소비, 평균, [W] ...)

· 같은 성분끼리 계산 (직류분은 직류분끼리, 기본파는 기본파끼리, n차 고조파는 n차 고조파끼리..)

· $P = \underbrace{V_0 I_0}_{\text{직류분}} + \underbrace{V_1 I_1}_{\text{기본파}} \cos\theta_1 + \underbrace{V_2 I_2}_{\text{2차 고조파}} \cos\theta_2 + V_3 I_3 \cos\theta_3 + \cdots$

// $\cos\theta$ = 역률 = 위상차

// $V_0 I_0 \underbrace{\cos 0°}_{1} = V_0 I_0$

$$\therefore P = V_0 I_0 + \sum_{n=1}^{\infty} V_n I_n \cos\theta_n = I^2 R \ [W]$$

2. 무효전력 [Var]

· $P_r = \underbrace{V_1 I_1}_{\text{기본파}} \sin\theta_1 + \underbrace{V_2 I_2}_{\text{2차 고조파}} \sin\theta_2 + V_3 I_3 \sin\theta_3 + \cdots$

// $V_0 I_0 \sin\theta_0$ 에서 DC는 위상이 0이므로 $\sin 0° = 0$ 따라서 $V_0 I_0 \sin\theta_0 = 0$

$$\therefore P_r = \sum_{n=1}^{\infty} V_n I_n \sin\theta_n \ [Var]$$

3. 피상전력 [VA]

· $P_a = VI \ [VA]$

$$V = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + \cdots} \ [V]$$

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \cdots} \ [A]$$

, 비정현파에서는 $P_a = \sqrt{P^2 + P_r^2}$ 성립 X

4. 역률 & 무효율

☆ $\cos\theta = \frac{P}{P_a} = \frac{P}{VI} = \frac{\text{유효}}{\text{피상}}$ → 역률

☆ $\sin\theta = \frac{P_r}{P_a} = \frac{P_r}{VI} = \frac{\text{무효}}{\text{피상}}$ → 무효율

NO. DATE.

6. 상회전에 따른 고조파 차수 (n 고조파 상순)

1. 각상이 동위상인 경우 : $h = 3n = 3, 6, 9 \dots$

2. 기본파와 동일방향 : $h = 3n+1 = 1, 4, 7, 10 \cdots$

3. 기본파와 반대방향 : $h = 3n-1 = 2, 5, 8, 11 \cdots$ 단, $n = 0, 1, 2, 3, 4$

* 상순 = 상회전, h (하모닉스) = 고조파