

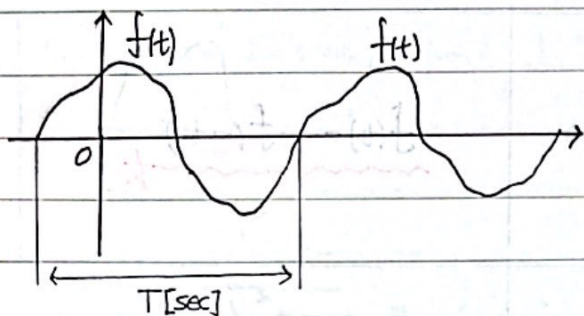
CH9. 비정현파 교류

NO.

DATE.

1. 비정현파 교류

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



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

$f=0$

발전기에서
만드는 기본파형

기본파의 n 배 (nf)가 되는
파형 (1조파, 2조파...)

1) 푸리에 급수에 의한 비정현파의 전개

n 조파는 기본주파수의 n 배가 되고, 당연히 ω 도 n 배가 된다.

비정현파 (= 왜형파)를 여러개의 정현파의 합으로 표시하는 방법

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

2) 비정현파 교류 계수

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

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

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

2. 비정현파 교류의 대칭성 ~ 비정현파 푸리에분석

	파형	대칭조건	계수
정현대칭파 (기함수파, 원점대칭, sin파)		$f(t) = -f(-t)$ ★	$a_0 = 0$ $a_n = 0$ $b_n = \text{존재}$ ★
여현대칭파 (우함수파, y축대칭, cos파)		$f(t) = f(-t)$ ★	$a_0 = \text{존재}$ $a_n = \text{존재}$ $b_n = 0$ ★
반파대칭파		$f(t) = -f(\frac{T}{2} + t)$ ★	$a_0 = 0$ $a_n = \text{존재}$ $b_n = \text{존재}$ ★ 홀수항만 존재
정현·반파대칭파		$f(t) = -f(-t)$ $f(t) = -f(\frac{T}{2} + t)$	$a_0 = 0$ $a_n = 0$ $b_n = \text{존재}$ 홀수항만 존재
여현·반파대칭파		$f(t) = f(-t)$ $f(t) = -f(\frac{T}{2} + t)$	$a_0 = 0$ $a_n = \text{존재}$ $b_n = 0$ 홀수항만 존재

3. 비정현파 교류의 실효값

1. 실효값

★ 각 파의 실효값 제곱의 합의 제곱근

$$\text{ex) } u(t) = \underbrace{V_0}_{\text{직류성}} + \underbrace{V_{m1} \sin \omega t}_{\text{기본파}} + \underbrace{V_{m2} \sin 2\omega t}_{2\text{ 고조파}} + \underbrace{V_{m3} \sin 3\omega t}_{3\text{ 고조파}} + \dots \text{로 주어진다.}$$

$\omega = 2\pi f \times 2$

전압의 실효값은

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

전류도 동일

2. 왜형률

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

$$\star \text{왜형률} = \frac{\text{(전체) 전 고조파의 실효치}}{\text{기본파의 실효치}} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots}}{V_1}$$

4. 비정현파 교류의 n고조파 직렬 임피던스

$$\star 1. \text{ R-L 직렬: } Z_n = R + j\underbrace{n\omega L} = \sqrt{R^2 + (\underbrace{n\omega L})^2} \quad [\Omega]$$

$$\star 2. \text{ R-C 직렬: } Z_n = R - j\underbrace{\frac{1}{n\omega C}} = \sqrt{R^2 + (\underbrace{\frac{1}{n\omega C}})^2} \quad [\Omega]$$

$$\star 3. \text{ n 고조파 직렬 공진주파수: } f_n = \frac{1}{2\pi n \sqrt{LC}} \quad [\text{Hz}]$$

$$\star \text{ n 고조파 공진조건: } n\omega L = \frac{1}{n\omega C}$$

5. 비정현파 교류전력

1. 유효전력 (소비, 평균, [W]...)

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

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

// $\cos \theta = \text{역률} = \text{위상차}$

$$// \underbrace{V_0 I_0 \cos 0^\circ}_1 = V_0 I_0$$

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

2. 무효전력 [Var]

$$P_f = \underbrace{V_1 I_1 \sin \theta_1}_{\text{기본파}} + \underbrace{V_2 I_2 \sin \theta_2}_{\text{2차 고파}} + V_3 I_3 \sin \theta_3 + \dots$$

// $V_0 I_0 \sin \theta_0$ 에서 θ_0 는 위상이 0 이므로

$$\sin 0^\circ = 0 \text{ 따라서 } V_0 I_0 \sin \theta_0 = 0$$

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

3. 피상전력 [VA]

$$\underline{P_a = VI [VA]} \quad \star \quad \left\{ \begin{array}{l} V = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + \dots} [V] \\ I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots} [A] \end{array} \right.$$

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

4. 역률 X 무효율

$$\star \cos \theta = \frac{P}{P_a} = \frac{P}{VI} = \frac{\text{유효}}{\text{피상}} \rightarrow \text{역률}$$

$$\star \sin \theta = \frac{P_r}{P_a} = \frac{P_r}{VI} = \frac{\text{무효}}{\text{피상}} \rightarrow \text{무효율}$$

6. 상리전에 따른 고전파 차수 (n 고전파 상수)

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

* 2. 기본파타 동일방향 : $h = 3n+1$ = 1, 4, 7, 10...

* 3. 기본파타 반대방향 : $h = 3n-1$ = 2, 5, 8, 11... 단, $n = 0, 1, 2, 3, 4$

* 상수 = 상리전, h (하모닉스) = 고전파