

高調波に対する電力機器（整流器、コンデンサ）の影響

電源が正弦波で、負荷が線形負荷なら、負荷への電流には高調波は生じない。
しかし、実際には以下のように様々な原因で高調波が生じる。

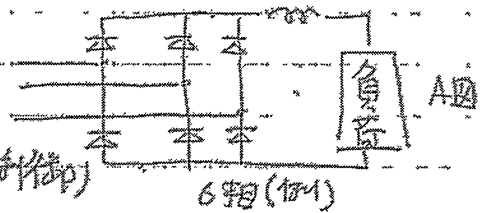
主な原因

・変圧器の励磁電流（ひびき波）によるもの。

・整流回路等（6相、12相）～A図

・位相制御による半導体応用（V₁制御、PWM制御）

・家電製品、OA機器、コンデンサ、インバータ電源等～B図

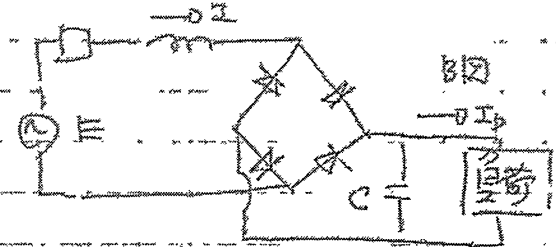


6相(124)

・高調波の計算（フーリエ級数法）

C図（正弦波形状の $i(t)$ ）の $i(t)$ は $i_m \sin \omega t$ とする。
→ 偶数項は 0 の場合が多い。

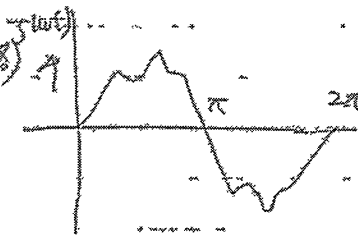
$$(1) \quad i(t) = I_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{I_n^2 + I_{-n}^2} \sin(n\omega t + \theta_n - \frac{\theta_n}{n})$$



(1) 式中 I_0 は直流分を示し、 n は高調波の次数

$n = 1, 2, 3, \dots$ を示す。(1) 式は一般式（計算省略）

今、D図に(1)式を適用すると $I_0 = 0, I_n = 0$ 。

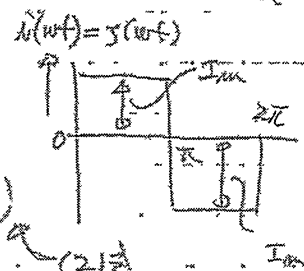


C図

$$I_n = \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} I_m \sin n\omega t \, d\omega t = \frac{4 I_m}{\pi n} \quad (2)$$

(2) 式を(1)式へ代入すると

$$i(t) = \frac{4 I_m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin n\omega t}{n} = \frac{4 I_m}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \dots \right)$$



(例) D図

Q1式

$$\left(\frac{1}{5} \sin 5\omega t + \frac{1}{7} \sin 7\omega t + \dots \right)$$

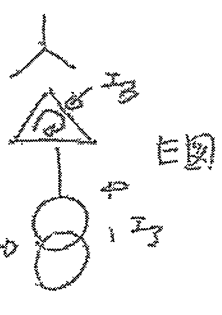
上式が無限級数となる。

高調波で大きいのは3次の $\frac{4 I_m}{\pi} \times \frac{1}{3} \sin 3\omega t$ であり、電力設備（キル設備）にあり、電力変圧器がY-Δ結線であるので、3次電流 I_3 とあり、 I_3 はΔ（デルタ）内を還流する。～E図

また、並列回路ではコンデンサ（キル設備）に注ぎこむ。

したがって5次（高調波）の $\frac{4 I_m}{\pi} \times \frac{1}{5} \sin 5\omega t$ は2

キル設備内の電力用コンデンサは直列リアクトル（L）を設置している。



E図

高調波 → 並列接続

高調波(5次)を I_5 (発生) と見做す図となる。

・直列リアクトルが設置されていない場合について

電圧降下(%)は $|Z_C| = \frac{1}{5\omega C}$ [Ω] であり $I_5''(A)$ 成分

の周波数が5倍であるから、 $\frac{1}{5\omega C}$ とインピーダンスが低下

$I_5''(A)$ が流れ込む。1次側基本波には電圧が加わらず

$I_5''(A)$ が増加し、電圧降下が容量オーバーとなる。この事に対応するため、直列リアクトルを設置し、 δR のインピーダンス $|Z_L| = 5\omega L$ とすること

δR (直列リアクトル) と δC (電圧降下) をセット機器として設置し、高調波対策としている。

1次側 δR と δC はインピーダンスの整合をとっているため、別々に(インピーダンスの整合をとれている)として設置しても高調波対策とはならず、 δR の発熱や、 δC の容量オーバーなどが生じることが必要。

現在 6/0型 ($\delta R - \delta C$) で δC の定格電圧 200V が主に採用されているが、

高調波が多い地域では 8/0型、13/0型と定格電圧が高い機器を、採用の多いとある。

次回予定 - 交流回路の過渡現象計算
(計算 - クラス変換(数学))

山下電気保安管理事務所