Синусоидалы емес периодты сигналдарды Фурье қатарына жіктеу. Синусоидалы емес периодты сигналдардың әрекеттік орташа мәндері және қуаттары. Олардың спектрі. Синусоидалы емес периодты ток тізбектерін есептеу. Синусоидалы емес токтың активті, реактивті және толық қуаттары.

Түзу сызықты тізбекке периодты синусоидалы емес э.қ.к, кернеу және ток әсер еткен кезде жүретін құбылыстарды зерттеу жұмыстарын жеңілдетуге болады, ол үшін э.қ.к, кернеуін немесе ток қисықтарын Фурье тригонометриялық қатарына жіктеме болғаны.

Әрбір периодты функциясы Дирихле шарттарын қанағаттандыратын болса онда олардың тригонометриялық қатарға жіктелетіндігі белгілі:

$$f(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty}\left(a_k \cos k\omega_1 t + в_k \sin k\omega_1 t\right),$$

$$f(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \sin\left(k\omega_1 t + \psi_k\right).$$

Фурье қатарының коэффициенттері: $a_0 = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\,dt,$

$$a_k = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\cos k\omega_1 t\,dt, \qquad в_k = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\sin k\omega_1 t\,dt, \qquad c_k = \sqrt{a_k^2 + в_k^2}, \quad tg\psi_k = \frac{a_k}{в_k},$$

мұндағы Т – синусоидалы емес функцияның периоды,

ω_1 - негізгі толықсу жиілігі,

k - гармоника нөмірі,

a_0 - периодты синусоидалы емес $f(t)$ функциясын тұрақты құраушысы,

a_k , $в_k$ - Фурье қатарының коэффициенті.

Фурье қатары комплекстік түрде: $f(\omega t) = \sum \frac{\underline{A}_k}{2} e^{jk\omega t}$

$\underline{A}_k$ - Фурье қатарының комплекстік коэффициенті:

$$\underline{A}_k = \frac{2}{T}\int_0^T f(\omega t) e^{-jk\omega t} d\omega t = A(k\omega) e^{j\alpha(k\omega)}$$

$A(k\omega)$ - коэффициенттердің $k\omega$ тәуелділігін **амплитудалық спектрі** деп аталады, $\alpha(k\omega)$ коэффициенттің $k\omega$ тәулділігін **фазалық спектрі** деп аталады.

Егер периодты қисық кандайда болмасын симметрия түріне   ие болатын болса, онда оны   Фурье қатарына жіктеген кезде олардың   кейбір құраушысы болмайды.

1.Егер $f(t)$ функция жұп болса, яғни ординат өсіне қатысты $f(t) = f(-t)$, симметриялы болса, онда, тек тұрақты құраушысы және косинусоидалы құраушысы болады:

$$f(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos k\omega_1 t$$

2. Егер $f(t)$ функция тақ болса, яғни координат басына қатысты $f(t) = -f(-t)$ симметриялы болса, онда тек синусоидал құраушылары ғана болады:

$$f(t) = \sum_{k=1}^{\infty} в_k \sin k\omega_1 t$$

3. Егер уақытқа қатысты екі периодтарды біріктірген кезде $f(t)$ функциясы абсцисс өсіне қатысты симметриялы болса, яғни $f(t) = -f(t+\pi)$, онда тек тақ гармониктері ғана болады.

Периодты өзгермелі синусоидал емес шама әрекеттік мәнімен сипатталады. Периодты синусоидалы емес токтың әрекеттік мәні

$$i(t) = I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} I_{mk} \sin(k\omega_1 t + \psi_k) \qquad I = \sqrt{I_0^2 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{I_{mk}^2}{2}} = \sqrt{I_0^2 + \sum_{k=1}^{\infty} I_k^2}.$$

Осыған ұқсас кернеу және э.қ.к үшін келесі түсініктер енгізіледі

$$U=\sqrt{U_0^2+\sum_{k=1}^{\infty}U_k^2},\ E=\sqrt{E_0^2+\sum_{k=1}^{\infty}E_k^2}.$$

Периодты синусоидалы емес токтың активті қуаты, жеке гармониктерінің активті қуаттарының қосындысына тең:

$$P=\sum_{k=0}^{\infty}U_kI_k\cos\varphi_k=\sum_{k=0}^{\infty}P_k.$$

Осы сияқты периодты синусоидалы емес шамалары бар тізбекте реактивті қуат жеке гармониктерінің реактивті қуаттарының қосындысына тең:

$$Q=\sum_{k=1}^{\infty}U_kI_k\sin\varphi_k=\sum_{k=1}^{\infty}Q_k.$$

Толық қуат кернеумен токтың әрекеттік мәндерінің көбейтіндісіне тең:

$$S=U\,I=\sqrt{\sum_{k=0}^{\infty}U_k^2\sum_{k=0}^{\infty}I_k^2}.$$

Кернеу және ток қисықтарының біреуінде бар , ал басқа қисықта болмайтын гармониктер активті және реактивті қуат шамаларына әсер етпейді, бірақ бұл гармониктері бар функциялардың әрекеттік мәнін арттырады, сондықтан да тізбектегі периодты синусоидал емес шамалары бар активті және реактивті қуаттарының квадрат қосындысы, толық қуат квадратына тең емес:

$$S \neq \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad S^2 + T^2 = P^2 + Q^2$$

мұндағы Т – бұрмалану қуаты .

Бұрмалану қуаты, кернеу мен ток қисықтары пішіндерінің айырмашылық дәрежесін сипаттайды. Егер тізбектегі кедергі активті болса, онда кернеу мен ток қисықтары кезіндегіге ұқсас .

$$Q = 0, \quad T = 0$$

Электр тізбектеріне гармониқалық емес әсер ету кезіндегі есептеу әдістері.

Тізбек кірерінде синусоидалы емес э.қ.к. және токтары әсер еткендегі есептерді келесі реттілікпен жүргізу қажет.

1. Берілген э.қ.к. және ток көздерін Фурье қатарына жіктеу.
2. Беттестіру принципін қолдану, тізбектегі токты және кернеуді әрбір гармониктер үшін жеке-жеке есептеу. Э.қ.к. немесе токтың әрбір құраушысы үшін баламалы орынбасарлық сұлбасы құрастырылады, және бірінші гармоникаға қарағанда индуктивтік кедергі үшін k гармоникаға k рет үлкен, ал сыйымдылық үшін k ретке кіші болады:

$$X_{Lk} = k\omega_1 L = kX_{L1},$$

$$X_{ck} = \frac{1}{k\omega_1 C} = \frac{X_{c1}}{k}.$$

3. Қортынды ток немесе кернеу беттестіру жолымен алынған дербес токтардың және кернеулердің жеке-жеке гармониктерінің әрқайсысынан табылады, мысалы қандай болсада тармақтағы ток үшін:

$$i = I_0 + i_1 + i_2 + ... + i_n.$$