

3. Coenning F. Understanding ITU-T Error: Performance Recommendations/ Acterna. – Application Note 62. – 2001. – 20 p.
4. Pierre Brétilon Video in digital TV networks Quality monitoring/ Pierre Brétilon, Jamal Baïna, Gabriel Goudezeune // EBU Technical review – 2000. – p. 1-14
5. Dominique Méry The challenge of QoS for digital television services/ Dominique Méry, Dominique Cansell, Cyril Proch, Denis Abraham, Patrick Ditsch // EBU Technical Review. – 2005. – № 302. – p. 1-11.
6. Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2): ETSI EN 302 755. – Sophia, France: ETSI, 2009. – 164 p.
7. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2): ETSI TR 102 831. – Sophia, France: ETSI, 2010. – 217 p.

Надійшла до редакції
1.02.2013 р.

УДК 621.317.7

М.Й. БУРБЕЛО, С.М. МЕЛЬНИЧУК, В.О. КОШКАЛДА, М.М. ВЕНГЕР

Вінницький національний технічний університет

СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШВИДКОЗМІННИХ ТРИФАЗНИХ НЕСИМЕТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Запропоновано спосіб вимірювання параметрів швидкозмінних трифазних несиметричних навантажень, який можна використати для побудови швидкодіючих вимірювальних каналів установок динамічної компенсації реактивної потужності з симетруванням навантажень, а також пристроїв релейного захисту електричних мереж від несиметричних режимів, в основу якого покладено властивість протифазності коливань миттєвих потужностей.

Ключові слова: несиметричні навантаження, миттєва потужність, вимірювальні канали.

A method for measurement of rapidly-phase asymmetric load, which can be used to build high-speed measurement channels installations dynamic reactive power compensation with load balancing and relay protection of power grids asymmetric mode, which is based on property antiphase instantaneous power fluctuations.

Keywords: asymmetric load, instantaneous power, measurement channels.

Вступ

Необхідність отримання інформації про параметри швидкозмінних несиметричних навантажень без найменшого затримування в часі виникає в установках динамічної компенсації реактивної потужності [1–3], в пристроях релейного захисту для виявлення обривів проводів, незамикання або нерозмикання фази комутаційними пристроями або перегорання плавких запобіжників [4–8].

Для аналізу несиметричних режимів трифазних електричних мереж з ізольованою нейтраллю напругою 6, 10, 35 кВ використовують комплексну повну потужність і умовну потужність зворотної послідовності [9, 10]

$$\underline{S} = 3 \left(\dot{U}_1^* I_1 + \dot{U}_2^* I_2 \right) = 1,5 \left(\dot{U}_\alpha^* I_\alpha + \dot{U}_\beta^* I_\beta \right); \quad (1)$$

$$\underline{S}_2 = 3 \left(\dot{U}_1^* I_2 + \dot{U}_2^* I_1 \right) = 1,5 \left(\dot{U}_\alpha^* I_\alpha - \dot{U}_\beta^* I_\beta \right), \quad (2)$$

де $\dot{U}_1, \dot{U}_2, I_1, I_2$ – комплексні напруги та комплексні спряжені струми відповідно прямої та зворотної послідовностей; $\dot{U}_\alpha, \dot{U}_\beta, I_\alpha, I_\beta$ – комплексні напруги та комплексні спряжені струми в ортогональній системі координат Кларка.

В [3] розроблено швидкодіючі вимірювальні канали для отримання інформації про активну та реактивну складові повної потужності $\underline{S} = P + jQ$, а в [9, 10] – про дійсну та умовну складові умовної потужності зворотної послідовності $\underline{S}_2 = P_2 + jQ_2$, при побудові яких використано підхід, що оснований на інтегруванні добутку миттєвих напруг і струмів на ковзному інтервалі часу тривалістю пів періоду ($T/2$):

$$P(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t p(t) dt; \quad Q(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t q(t) dt; \quad (3)$$

$$P_2(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t p_2(t) dt; \quad Q_2(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t q_2(t) dt, \quad (4)$$

де $p(t) = (u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta)$, $q(t) = (u_\alpha' i_\alpha + u_\beta' i_\beta)$ – миттєві активна та реактивна потужності;
 $p_2(t) = (u_\alpha i_\alpha - u_\beta i_\beta)$, $q_2(t) = (u_\alpha' i_\alpha + u_\beta' i_\beta)$ – миттєві дійсна та уявна складові умовної потужності зворотної послідовності; $u_\alpha(t), u_\beta(t), i_\alpha(t), i_\beta(t)$ – ортогональні складові напруги та струму;
 $u_\alpha'(t), u_\beta'(t), i_\alpha'(t), i_\beta'(t)$ – перетворення Гілберта ортогональних складових напруги та струму.

Розроблені вимірювальні канали характеризуються високою швидкістю. Наявність інтегровального перетворення забезпечує зменшення впливу імпульсів напруги, а також несинусоїдності напруги та струму, однак приводить до появи динамічної похибки, зумовленої використанням інтегрування тривалістю пів періоду напруги живлення. Ставиться задача зменшення вказаної динамічної похибки шляхом побудови алгоритмів та структурних схем пристроїв для отримання інформації без затримки в часі.

Обґрунтування результатів

Поряд з (3), (4) активну, реактивну потужності та складові умовної потужності зворотної послідовності можна визначити і за формулами

$$P(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t p^*(t) dt; \quad Q(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t q^*(t) dt; \quad (5)$$

$$P_2(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t p_2^*(t) dt; \quad Q_2(t) = \frac{1}{T/2} \int_{t-T/2}^t q_2^*(t) dt, \quad (6)$$

де $p^*(t) = (u_\alpha' i_\alpha + u_\beta' i_\beta)$; $q^*(t) = -(u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta)$; $p_2^*(t) = (u_\alpha' i_\alpha - u_\beta i_\beta)$;
 $q_2^*(t) = -(u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta)$ – миттєві потужності, властивістю яких є протифазний характер коливань відносно потужностей відповідно $p(t), q(t), p_2(t), q_2(t)$.

У такому випадку можливість виключення інтегрування на ковзному інтервалі часу забезпечується використанням одночасно складових миттєвих потужностей $p(t)$ та $p^*(t)$, $q(t)$ та $q^*(t)$, $p_2(t)$ та $p_2^*(t)$, $q_2(t)$ та $q_2^*(t)$, що забезпечує взаємну компенсацію їх коливань на періоді напруги живлення:

$$P = 0,5(p(t) + p^*(t)); \quad (7)$$

$$Q = 0,5(q(t) + q^*(t)); \quad (8)$$

$$P_2 = 0,5(p_2(t) + p_2^*(t)); \quad (9)$$

$$Q_2 = 0,5(q_2(t) + q_2^*(t)). \quad (10)$$

Часові залежності $p(t), p^*(t), p_2(t)$ та $p_2^*(t)$, а також $p_\alpha(t) = u_\alpha i_\alpha, p_\beta(t) = u_\beta i_\beta$ зображено на рис. 1. Залежності $q(t), q^*(t), q_2(t)$ та $q_2^*(t)$, а також $q_\alpha(t) = u_\alpha' i_\alpha, q_\beta(t) = u_\beta' i_\beta$ зображено на рис. 2. Параметри несиметричного навантаження $\underline{S} = P + jQ = 513,3 + j172,4$ кВА, $\underline{S}_2 = P_2 + jQ_2 = -1,4 - j19,0$ кВА.

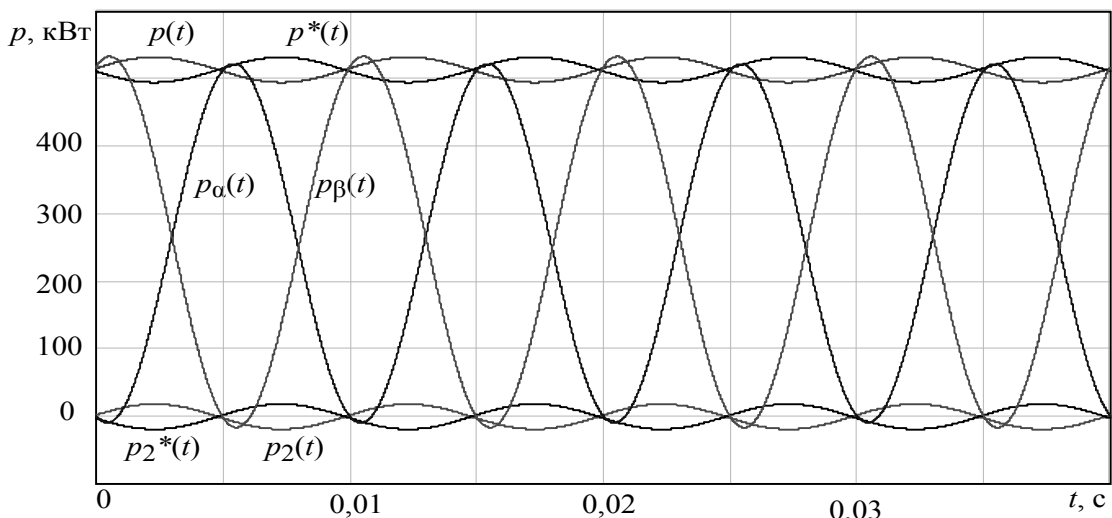


Рис. 1. Формування потужностей $P(t), P_2(t)$

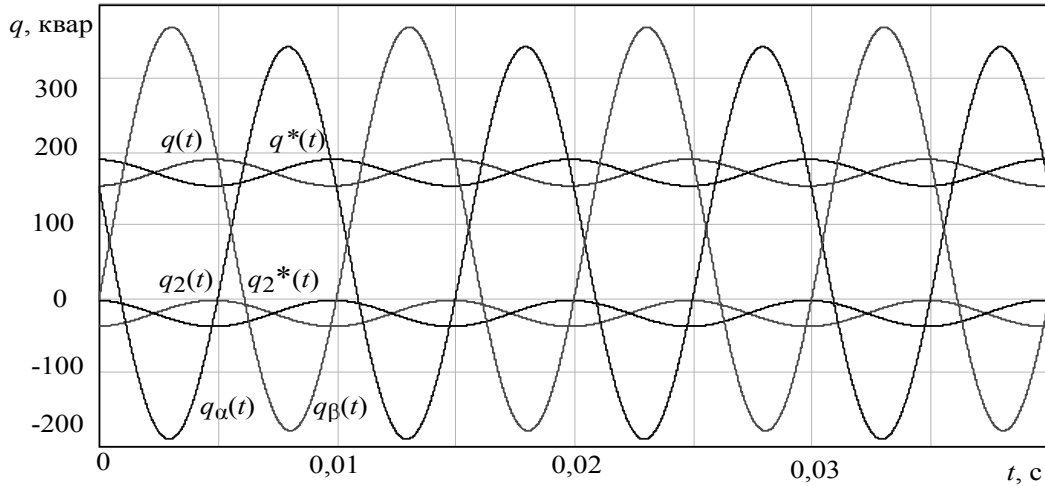
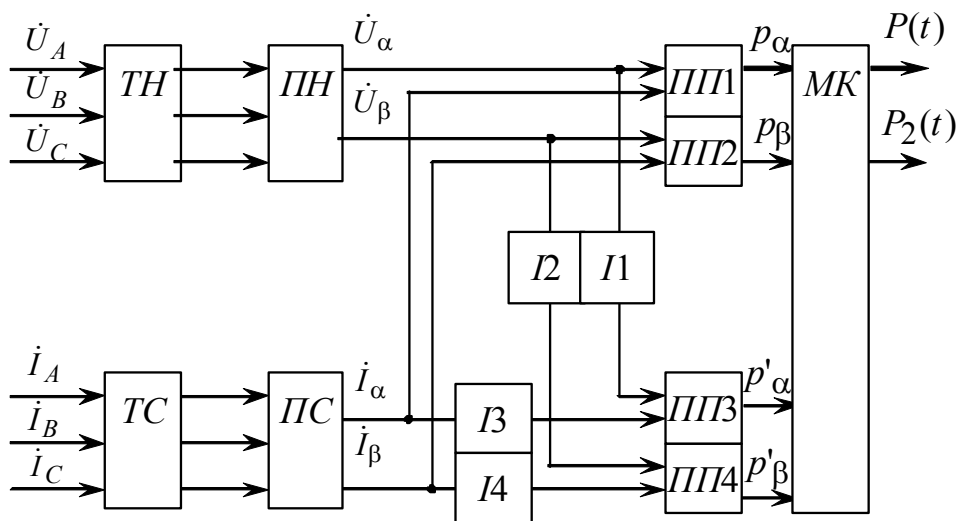
Рис. 2. Формування потужностей $Q(t)$, $Q_2(t)$ 

Рис. 3. Структурна схема швидкодіючого вимірювального каналу активної потужності (дійсної складової умовної потужності зворотної послідовності)

З наведених рисунків наглядно видно, що миттєві потужності $p(t)$ та $p^*(t)$, $p_2(t)$ та $p_2^*(t)$, а також $q(t)$ та $q^*(t)$, $q_2(t)$ та $q_2^*(t)$ взаємно компенсують свої змінні складові і дозволяють шляхом підсумовування визначити значення потужностей P , P_2 , Q , Q_2 без затримки в часі на періоді напруги живлення.

На рис. 3 зображено структурну схему швидкодіючого вимірювального каналу активної потужності (дійсної складової умовної потужності зворотної послідовності), який складається з трансформатора напруги $ТН$, трансформаторів струму $ТС$, перетворювачів напруг $ПН$ та струмів $ПС$, перетворювачів потужності $ПП1 \dots ПП4$, інтеграторів $І1 \dots І4$, мікроконтролера $МК$.

Аналогічно будують швидкодіючий вимірювальний канал реактивної потужності (уявної складової умовної потужності зворотної послідовності).

Висновок

Запропоновано спосіб вимірювання параметрів швидкозмінних трифазних несиметричних навантажень: активної, реактивної потужностей, а також дійсної та уявної складових умовної потужності зворотної послідовності, в основу роботи яких покладено властивість протифазності коливань миттєвих потужностей.

Література

1. Матур Р. М. Статические компенсаторы для регулирования реактивной мощности / Р. М. Матур. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 155 с.
2. Варецкий Ю. О. Режимы электрических сетей и систем электропитания с статическими тиристорными компенсаторами (методология анализа): Дис. ... доктора техн. наук: 05.14.02. – Львів, 1999. – 301 с.
3. Бурбело М. Й. Динамична компенсація реактивної потужності в перехідних режимах електроприводів / М. Й. Бурбело, А. В. Гадай: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2010. – 104 с.

4. Нагай В. И. Релейная защита ответственных подстанций электрических сетей / В. И. Нагай. – М. : Энергоатомиздат, 2002. – 312 с.
5. Руководство по применению реле AREVA MiCOM P12x: P12x/RUAP F75.
6. Руководство по применению реле AREVA MiCOM P521: P521/RUAP B11.
7. Поляков В. Е. Самонастраивающаяся токовая защита / В. Е. Поляков, М. Я. Клецель, К. И. Никитин // Изв. вузов. Энергетика. – 1989. – №9. – С. 44–46.
8. Клецель М. Я. Резервная защита линий, реагирующая на разность модулей токов фаз и их приращений / М. Я. Клецель, К. И. Никитин // Электричество. – 1993. – №10. – С. 23–26.
9. Бурбело М. Й. Вимірювальні канали для установок динамічної компенсації реактивної потужності та симетрування навантажень / М. Й. Бурбело, О. В. Бабенко, М. В. Никитенко // Вісник НУ “Львівська політехніка” Електроенергетичні та електромеханічні системи. – 2010. – № 666. – С. 14–18.
10. Бурбело М. Й. Вимірювання параметрів несиметричних швидкозмінних трифазних навантажень / М. Й. Бурбело, С. М. Мельничук, М. В. Никитенко // Технічна електродинаміка. – 2011. – № 2. – С. 54–56.

Надійшла до редакції
28.2.2013 р.

УДК 621.436:656.6.001.24

В. Н. ОВЧАРУК

Тихоокеанский государственный университет, Российская Федерация, e-mail: VOvcharuk@mail.khstu.ru

ЦИНЬ ХУНУ

Цинь Хуну – Чаньчуньский государственный университет, КНР, e-mail: hongwuqin@live.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНО ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

В работе приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований амплитудно-частотных характеристик образцов материалов и изделий. Рассматриваются возможные варианты по снижению флуктуационной погрешности при спектральном анализе сигналов акустической эмиссии. Приводится рекомендуемая методика корректировки и обработки спектральных функций.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, спектральный анализ, энергетическая характеристика, амплитудно-частотная характеристика.

V.N. OVCHARUK

Department of Automation and System Engineering, Pacific National University, Russia, e-mail: VOvcharuk@mail.khstu.ru

QIN HONGWU

Art. Lecturer State University Changchun (China), e-mail: hongwuqin@live.ru

INVESTIGATION OF FREQUENCY RESPONSE LINEARLY EXTENDED OBJECTS NDT

In this paper we present the results of theoretical and experimental study of the amplitude-frequency characteristics of samples of materials and products. The possible options for reducing the fluctuation of error in the spectral analysis of acoustic emission signals. The recommended method of correction and treatment of the spectral functions.

Keywords: acoustic emission, spectral analysis, the energy characteristic, of the amplitude-frequency response.

Возникающие при разрушении материала акустические возмущения - сигналы акустической эмиссии (АЭ) при распространении по образцу претерпевают значительные изменения [1]. Сигнал АЭ в точке приема представляет собой сумму сигналов, пришедших различными путями. В результате искажается не только форма сигнала. Длительность импульсных сигналов при прохождении по образцу увеличивается в сотни и тысячи раз. Спектр суммы сигналов равен сумме спектров [2], следовательно, эффективная ширина спектра суммарного сигнала увеличиваться не должна. Однако его неравномерность изменяется столь существенно, что остро встает вопрос анализа передаточной функции акустического тракта. Передаточные свойства акустического тракта описываются АЧХ, и классический путь исключения влияния частотных искажений заключается в расчете этой АЧХ и последующей корректировке СХ принятых сигналов.

Объекты контроля из металлов, керамики и других материалов с высокими упругими свойствами можно с очень малой погрешностью считать линейными системами. В общем случае модуль спектральной характеристики сигнала, снимаемого с выхода ПП, как показано в работе [3] определяется выражением:

$$S_{np}(\omega) = S_u(\omega) \cdot K_{mp}(\omega) \cdot K_{np}(\omega), \quad (1)$$