

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНДУКТИВНИХ ЗАВАД НА СИСТЕМУ З НЕТРАДИЦІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Наведено класифікацію кондуктивних завад та причини їх виникнення в системах електрогенерації. Представлено моделювання роботи системи електроживлення у випадку дії прямокутних періодичних імпульсів зі змінною полярністю. Розглянуто роботу системи під час вмикання генератора періодичних завад прямокутних імпульсів змінної полярності зі змінними початковими параметрами. На основі вимірних даних при різних значеннях амплітуди імпульсів спотворення та періоду роботи генератора спотворення побудовано сімейства характеристик. Розроблено та проаналізовано алгоритм порядку дій при здійсненні аналізу впливу кондуктивних завад на систему еквівалентний генератор – еквівалентне навантаження. Представлено залежності обмінної потужності при різних кутах зсуву фаз при різних формах імпульсних сигналів.

Ключові слова: джерело кондуктивних завад, потужність Фризе, електромагнітна сумісність, обмінна потужність.

Вступ. Однією з ключових проблем роботи систем розсосередженої генерації з пристроями силової електроніки є нормальна робота системи під дією імпульсних періодичних завад. При роботі системи електроживлення використовуються різноманітні перетворювачі електроенергії, які є джерелом завад в мережі.

Через дію завад змінюється графік навантажувальної та передаточної характеристик, коливаються діючі значення робочого струму та амплітуди. Чим більша потужність використаного перетворювача, тим більші завади він вносить в систему, тому слід більш докладно дослідити питання впливу періодичних імпульсних завад на роботу системи електроживлення [1–4].

Кондуктивні завади можна поділити за наступними характеристиками [2–5]:

- 1) за характером поширення: симетричні(диференціальні), несиметричні (загального виду);
- 2) за тривалістю та регулярністю завади – безперервні (стаціонарна), короткотривалі, регулярні, випадкові;
- 3) за формою генерованої завади – моносинусоїдальні, полісинусоїдальні, імпульсні;
- 4) за енергетичним спектром перешкоди – вузькосмугові, широкосмугові;
- 5) за областю частот перешкоди – низькочастотні, високочастотні, радіочастотні.

Порушення функціонування технічних засобів, як і дію завад, неможливо передбачити. Це можна пояснити як наявністю великої кількості механізмів, що викликають завади, так і статичним характером завадостійкості у більшості пристроїв автоматики.

До причин виникнення в системі кондуктивних електромагнітних завад, тобто взаємного впливу пристроїв або кондуктивних елементів, можна віднести такі:

- напруга живлення з частотою 50 Гц;
- високочастотні та низькочастотні тактові сигнали;
- сигнали в проводах управління або лініях передачі даних;
- комутаційні процеси в індуктивності;
- розряди в моменти замикання або розмикання контактів.

Мета та завдання. Метою даного дослідження є аналіз впливу джерела кондуктивних завад на систему електроживлення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести моделювання системи електроживлення з генератором прямокутних завад зі зміною полярністю;
- побудувати графічні залежності, провести аналіз отриманих результатів та зробити відповідні висновки.

Матеріал і результати дослідження.

Для моделювання роботи системи під дією таких завад розглянемо випадок дії прямокутних періодичних імпульсів зі змінною полярністю. Слід зазначити, що імпульси завад можуть бути довільної

форми (трикутні, трапецеїдальні тощо) та періоду, тому візьмемо найпростіший для обрахування варіант періодичних прямокутних завад.

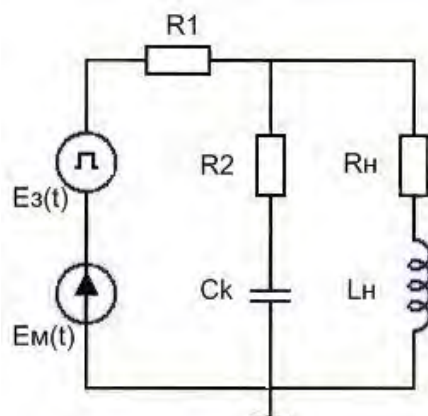


Рисунок 1 – Модель системи живлення з генератором імпульсних завад

Вирішення проблеми нормальної роботи системи під дією періодичних завад слід розглядати на моделі генератор – ємнісний компенсатор – навантаження, що є спрощеним виглядом роботи системи електроживлення з перетворювачами електроенергії. Використовуючи таку модель, зручно прослідкувати зміни в роботі компенсатора при подачі періодичних імпульсів завад в системі, в нашому випадку – періодичних прямокутних завад зі змінною полярністю [2, 5, 6].

Проаналізуємо вплив імпульсних завад на роботу компенсатора реактивної потужності (C_k). За допомогою генератора синусоїдальної напруги мережі ($E_M(t)$) та генератора періодичних імпульсів завад ($E_3(t)$) будемо подавати живлення в систему та прямокутні завади змінної полярності. Для остаточного аналізу за допомогою методу накладання ми об'єднаємо графіки роботи двох генераторів та проаналізуємо зміни відносно системи без впливу імпульсів спотворень. Будемо мати ($E_\Sigma(t)$):

$$E_\Sigma(t) = E_\zeta(t) + E_i(t).$$

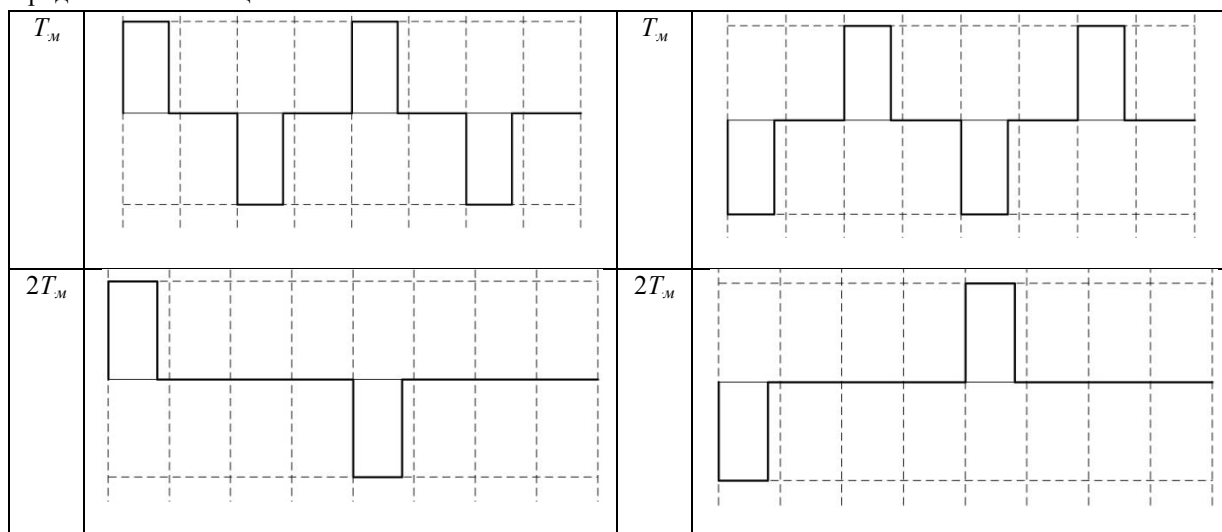
Для того, щоб визначити, як впливають періодичні прямокутні завади на роботу системи електроживлення, будемо змінювати параметри роботи генератора імпульсів завад ($E_\zeta(t)$) та генератора живлення мережі ($E_i(t)$), а саме: фазу імпульсу завад (φ), тривалість імпульсу завад ($T_{имп}$), період роботи генератора завад (T_3) відносно періоду роботи генератора живлення (T_M), шпаруватість (γ) та амплітуду імпульсу завад (U_3) відносно амплітуди синусоїдального генератора (U_M). Для визначення впливу завад на синусоїдальний генератор і подальшого порівняння результатів знайдемо струм на компенсаторі (I_k) без дії імпульсів завад. Зміна заданих параметрів впливає на миттєві та діючі значення робочих струмів та напруг як у навантаженні, так і в компенсаторі, що спотворює графіки їх навантажувальних та керувальних характеристик.

Розглянемо роботу системи під час вмикання генератора періодичних прямокутних імпульсів змінної полярності. Для цього розглянемо роботу системи при трьох сталих значеннях періоду роботи генератора завад відносно $E_\zeta(t)$ періоду роботи генератора мережевої напруги $E_i(t)$: 1) $T_3=0,5T_M$; 2) $T_3=T_M$; 3) $T_3=2T_M$ (таблиця 1) та трьох сталих значеннях амплітуди імпульсів завад U_3 відносно амплітуди генератора живлення U_M : 1) $U_3 = U_M$, $U_3 = 0,5U_M$, $U_3 = 1,5U_M$. Будемо брати до уваги один період роботи генератора живлення і генератора завад.

Таблиця 1 – Графічні залежності завад

T_3	Вигляд завади	T_3	Вигляд завади
$0,5T_M$		$0,5T_M$	

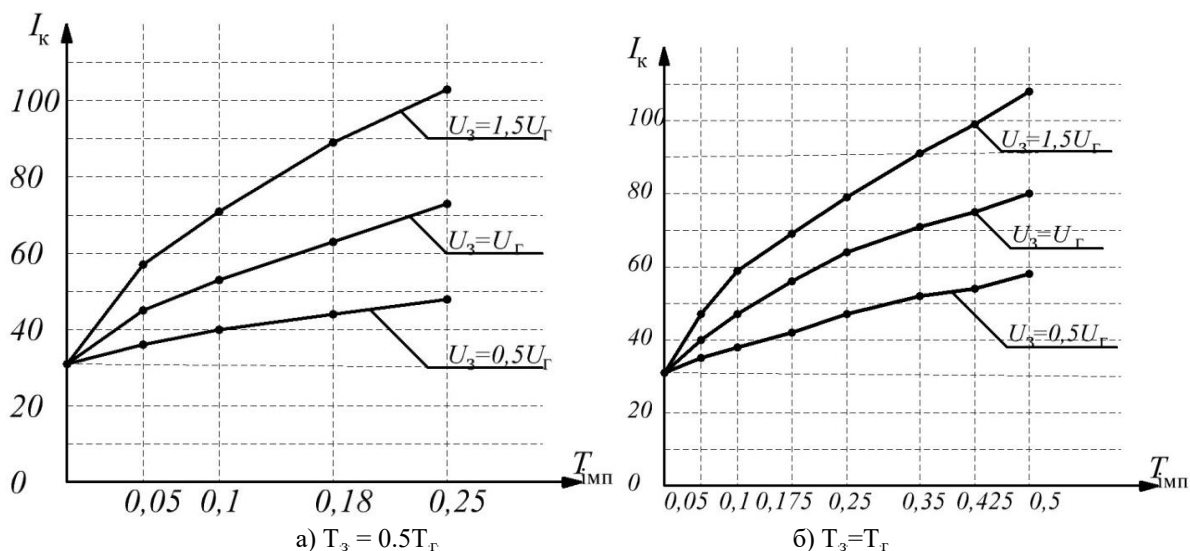
Продовження таблиці 1.



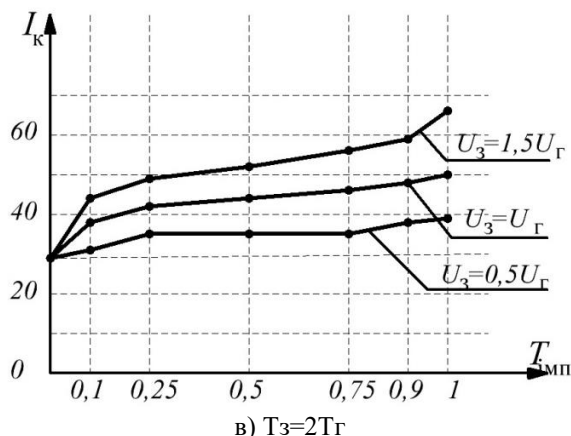
На основі вимірних даних при різних значеннях амплітуди імпульсів спотворення та періоду роботи генератора спотворення побудуємо сімейства характеристик, за якими можна спостерігати зміну струму на компенсаторі реактивної потужності при зміні описаних вище параметрів. Такий аналіз покаже, який параметр має найбільший вплив на роботу системи електроживлення під дією прямокутних періодичних завад.

Загалом, отримані сімейства характеристик вказують на те, що струм на компенсаторі поступово збільшується за експоненціальним законом при збільшенні амплітуди генератора завад та при збільшенні тривалості імпульсів. При подальшому збільшенні періоду роботи генератора завад його вплив на роботи системи нівелюється.

За наведеними графіками (рис. 2.1-2.2) можна зробити висновок, що зі збільшенням тривалості імпульсу завад $T_{имп}$ пропорційно збільшується і діюче значення струму на компенсаторі. При збільшенні періоду роботи генератора завад T_3 спостерігається тенденція до зменшення миттєвого значення струму на компенсаторі реактивної потужності. Зі збільшенням амплітуди імпульсів завад U_3 збільшуються і діючі значення струму на компенсаторі незалежно від тривалості імпульсу завад



а) $T_3 = 0.5T_r$ б) $T_3 = T_r$
Рисунок 2.1 – $I_k = f(T_{имп})$, синфазна робота генераторів

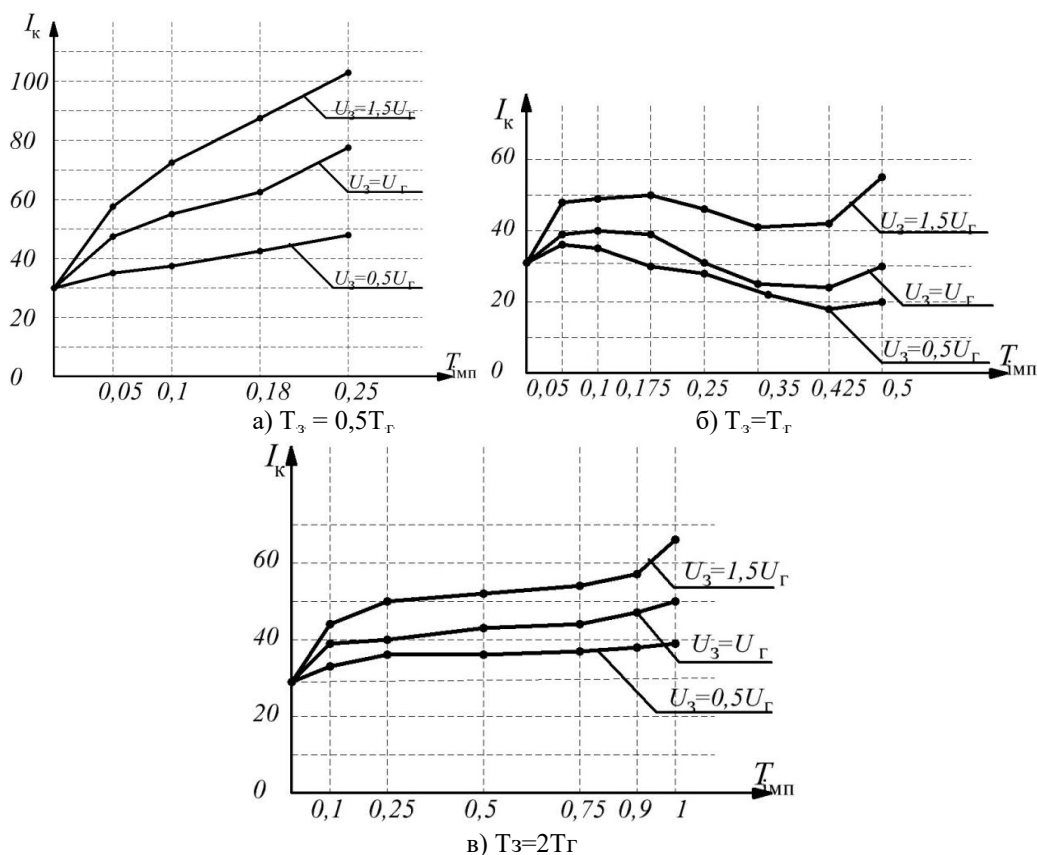


в) $T_3=2T_{\Gamma}$

Рисунок 2.2 – $I_k = f(T_{\text{имп}})$, синфазна робота генераторів

Можна зробити висновок, що залежність діючих струмів у компенсаторі має прямо пропорційний характер відносно тривалості імпульсів генератора завад $T_{\text{имп}}$ та відносно амплітуди імпульсів спотворень T_3 (при співпадінні фаз імпульсів завад та фази синусоїди живлення). Це можна пояснити збільшенням площі під графіком напруги завдяки накладанню графіка імпульсів завад на графік напруги живлення мережі.

При зміні полярності імпульсів завад спостерігаються подібні зміни в роботі системи (рис. 3), як було описано вище. Очевидна відмінність є тільки при однаковому періоді роботи генератора живлення $E_i(t)$ та генератора завад $E_c(t)$. При співпадінні фази імпульсів спотворення з синусоїдальною напругою живлення отримаємо найбільшу різницю значень струму, що на рисунку 4 відображено відрізком з найбільшою різницею між графіками за значенням струму. В цілому режим роботи системи має незначні зміни відносно зміни полярності імпульсів завад, і головні описані закономірності мають місце у випадку зі зміною полярності роботи генератора імпульсів.



в) $T_3=2T_{\Gamma}$

Рисунок 3 – $I_k = f(T_{\text{имп}})$, протифазна робота генераторів

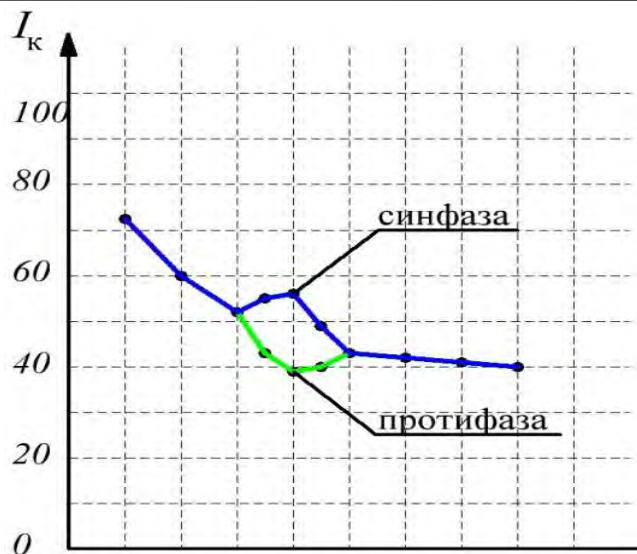


Рисунок 4 – Залежність діючого значення струму на компенсаторі від періоду роботи генератора завад

Отримані графіки показують збільшення пікового імпульсного значення струму та значне спотворення графіка напруги живлення. Цього ефекту можна позбутися введенням в систему фільтруючих пристроїв, які будуть фільтрувати високочастотну складову напруги живлення. Також увагу слід приділити роботі системи при рівних періодах генератора завад та генератора живлення. Значення струму в такому режимі може мати найбільш протилежне значення через співпадіння або не співпадіння фаз роботи генераторів.

Згідно методу окремих складових, оригінал струму на інтервалі $i_i(t)$ знаходиться як різниця перехідного струму $i_{pi}(t)$ (результат роботи генератора на інтервалі, який розглядається) і вільного струму $i_{vi}(t)$ (результат роботи генераторів на всіх інших інтервалах, окрім того, що розглядається) [5–10]:

$$i_i(t) = i_{pi}(t) - i_{vi}(t)$$

Розрахунок здійснюється на основі формул визначення струмів на інтервалах для різних видів функцій змін параметрів еквівалентного генератора та еквівалентного навантаження за наступними етапами:

1. Визначення початкових часових констант моделі $\{Г\}$ – $\{Н\}$.
2. Побудова графіків $U_T(t)$, $R_H(t)$, визначення періодів роботи генератора та навантаження, формування матриць моментів комутацій T_U , T_R , аналіз синхронності перемикачів генератора та навантаження для визначення спільних моментів комутацій.
3. Визначення початкових параметрів системи на інтервалах та представлення їх у вигляді матриць початкових параметрів напруги U_{MI} та опору R_{MI} .
4. Визначення параметрів струмів навантаження на інтервалах через матриці параметрів вільних та перехідних струмів на поточному періоді, проведення розрахунків для кожного наступного інтервалу періоду T_T .

Для того, щоб розглянути вплив завад різної форми, розглянемо обмінні процеси в системі електроживлення. Обмінна потужність [9–16]:

$$Q_{iA} = \frac{2}{T} \int_0^{t^+} u(t) i_p(t) dt;$$

$$\text{де } u(t) = U_m \sin(\omega t); i_o(t) = i(t) - i_a(t); i(t) = \frac{4I_m}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(2k-1)(3\omega t + \varphi)}{2k-1};$$

$$i_a(t) = \frac{u(t)P}{U_D^2}; \quad P = \frac{1}{2} \int_0^T u(t)i(t)dt.$$

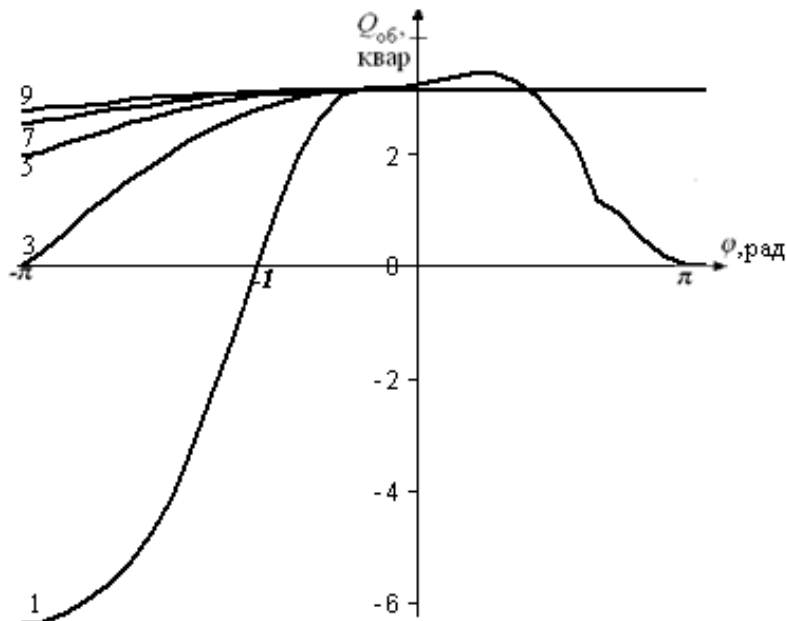


Рисунок 5 – Змінна обмінної потужності при дії третьої гармоніки прямокутної форми сигналу та з зсуві фаз між напругою та струмом $\varphi = \pi / 2$

Як видно з наведених графіків, у випадку дії лише основної гармонічної складової сигналу (рис. 4, а) функція $Q_{iA}(\varphi)$ для всіх типів сигналу змінюється майже однаково, проте максимальні відхилення між прямокутним сигналом та синусоїдальним перевищує 50 %, тоді як для трикутного сигналу не перевищує 35%.

Залежність впливу третьої гармонічної складової на залежність $Q_{iA}(\varphi)$ (рис. 5) зростає від нуля, і при значенні кута зсуву фаз $\varphi \approx -0,3$ рад залежності не змінюються і розташовані паралельно одна до одної і до горизонтальної осі. Відхилення як при дії прямокутного сигналу, так і при дії трикутного сигналу складає приблизно 36%.

Для гармонік п'ятої та вищих (рис. 5) функція $Q_{iA}(\varphi)$ прямує до прямої паралельної горизонтальній осі, й відхилення різних сигналів від синусоїдального зменшується.

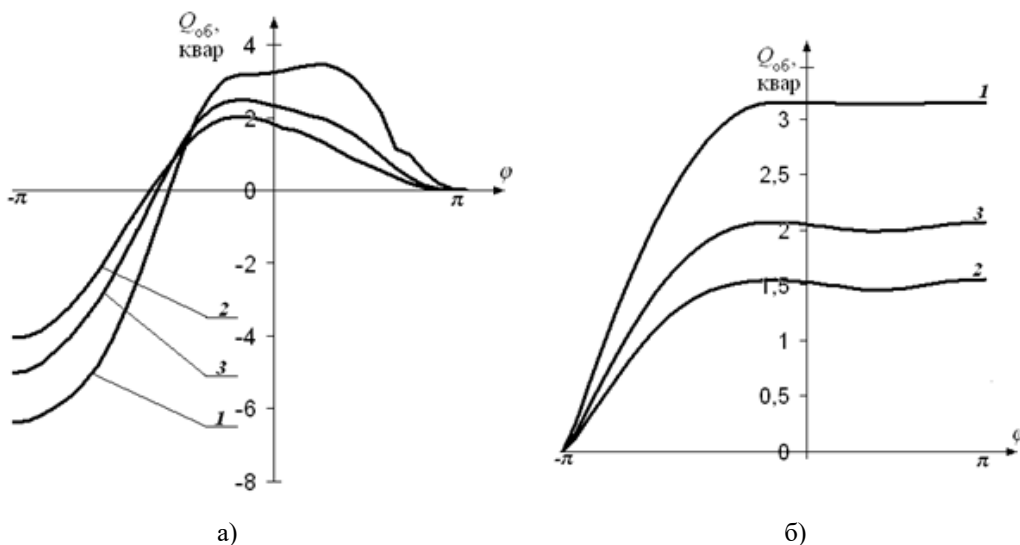


Рисунок 6 – Залежність обмінної потужності від кута зсуву фаз при дії

основної гармонічної складової джерела перешкод

1 – прямокутний імпульсний сигнал; 2 – трикутний імпульсний сигнал;

3 – синусоїдальний сигнал

Провівши кореляційний аналіз отриманих результатів для математичного співставлення графіків з різнотипним збурювальним сигналом, виявилось, що незалежно від того, які сигнали співставлялися, залежності обмінної потужності від кута зсуву фаз є корельованими, тобто для спрощення розрахунків можна виконувати заміну синусоїдального сигналу перешкоди на прямокутний або трикутний сигнали з однаковими амплітудами та частотами. Також, як видно з рисунків, на діапазоні кута $\varphi[-\pi;0]$ для вищих та основної гармонічних складових струмів обмінна потужність зростає і досягає певного пікового значення, а на діапазоні кута $\varphi[0;\pi]$ при дії вищих гармонік обмінна потужність не змінюється або змінюється несуттєво, а при дії основної гармоніки продовжує зростати до свого максимуму, після чого збігається в нуль. Така тенденція спостерігається для всіх періодичних, різних за формою сигналів похибки. Також, виходячи з розрахунків, можна визначити умови, при яких обмінна потужність буде дорівнювати нулю, що означає її повну взаємокомпенсацію, а не відсутність обмінних процесів у системі. Дане дослідження дозволить розробити алгоритм аналізу впливу не лише періодичних сигналів різної форми, але також випадкових імпульсних сигналів.

Висновки.

Одним з найбільш оптимальних шляхів розв'язання подібних задач у моделях генератор – навантаження (здійснення інженерних розрахунків при проектуванні, вибір оптимальних параметрів елементів систем з перетворювачами електроенергії, оптимізація процедур у системах керування, кількісний та якісний аналіз вихідних характеристик та проведення енергоаудиту систем з перетворювачами електроенергії тощо) є розширення використання аналізу на основі методу окремих складових.

Даний метод дозволяє формувати в аналітичній формі співвідношення між періодами функції напруги генератора T_G та функції зміни параметрів навантаження T_H , а також визначати аналітичний розклад сигналів струму навантаження у гармонічний спектр, аналітичні вирази активної потужності P , реактивної потужності Q , потужності Фризе Q_F , а також створює можливості для здійснення параметричного аналізу роботи системи з перетворювачами електроенергії при зміні початкових параметрів генератора та навантаження, зміні закону керування тощо.

Список використаної літератури

1. Неактивная мощность в электроэнергетических системах / А.А.Шпота, Д.В. Орлов, Р.А. Набиуллин, А.А. Планков. // Омский государственный технических университет.
2. Жарков Ф.П. Об одном способе определения реактивной мощности / Ф.П. Жарков. // Наука. – 1984. – №2. – С. 73–81.
3. Жуйков В.Я. Енергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами / В.Я. Жуйков, С.П.Денисюк. – Київ 2010. – 264 с.
4. Костин М.О. Ознака наявності обмінної потужності в силових електричних тягових колах системи потійного струму / М.О. Костин, О.Г. Шейкина. – 2012. – С. 98–102
5. Баланс энергий в электрических цепях / [В.Е. Тонкаль, А.В. Новосельцев, С.П. Денисюк та ін.]. – Киев: Наук. думка, 1992. – 312 с.
6. Кириленко, О.В. Особливості забезпечення електромагнітної сумісності в електричних мережах України [Текст] / О.В. Кириленко, С.П. Денисюк, О.Б. Рибіна // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. праць. – К.: ІЕД НАНУ, 2007. – № 1(16), Частина 1. – С. 27–30.
7. Journals, B., EMC and Smart Grid applications / B. Journals // IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine. – 2010.
8. Oliveira, P.M.D., Reactive Power Response of Wind Generators Under an Incremental Network-Loss Allocation Approach [Текст] / P.M.D. Oliveira, P.M. Jesus., E.D. Castronuovo, M.T. Leao // IEEE Transactions on Energy Conversion, June. 2008, – № 2 (23), С. 612–621.
9. Verma, S.P. Smart Grid, Its Power Quality and Electromagnetic Compatibility [Текст] / S.P. Verma, P. Kumar, Noor-ul-Islam. // MIT International Journal of Electrical and Instrumentation Engineering. – 2012. – №1. – С. 55–64.
10. Akagi H., Watanabe E.H., Aredes M. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning [Текст] / H. Akagi, E.H. Watanabe, M. Aredes // New York: Wiley. – 2007. – 380 с.
11. Leszek, S., Czarnecki, K. Instantaneous Reactive Power p-q Theory and Power Properties of Three-Phase Systems [Текст] / S. Leszek, K. Czarnecki // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2006. – 21. – С. 362–367.

12. Загирняк, М.В. Анализ процессов преобразования энергии в электромеханических системах / М.В. Загирняк, Д.И. Родькин // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. – 2012. – 3(19). – С. 30–36
13. Загирняк, М.В. Направления развития теории мгновенной мощности и ее применение в задачах электромеханики [Текст] / М.В. Загирняк, Д.И. Родькин, А.П. Черный, Т.В. Коренькова // *Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика»*. – 2011. – С. 347–354.
14. Денисюк, С.П. Аналіз взаємного впливу елементів системи електроживлення з перетворювачами [Текст] / С.П. Денисюк // *Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. праць*. – К.: ІЕД НАНУ. – 2007. – № 2(17). – С. 13–17.
15. Костин, Н.А. Методы определения составляющих полной мощности в системах электрической тяги [Текст] / Н. А. Костин, А. В. Петров // *Технічна електродинаміка. Тем. вип.«ПСЕ –2011»*. – 2011. – 3. – С. 53–59.
16. Жемеров, Г.Г. Система составляющих полной мощности и энергетических коэффициентов на основе р-ч-г теории мощности [Текст] / Г.Г Жемеров, Д.С. Крылов, Д.В. Тугай // *Технічна електродинаміка, тематичний випуск. Проблеми сучасної електротехніки*. – 2004. – Ч. 1. – С. 69–74.
17. Жуйков В.Я. Развитие методу окремих складових для розрахунку складних електронних систем / В.Я. Жуйков, С.П. Денисюк, Г.В. Мельничук // *Техн.електродинаміка, темат. вип. «Проблеми сучасної електроніки»*, 2008. – Ч.3, – С.3–8.
18. Денисюк С.П. Розрахунок електромагнітних процесів у системах з перетворювачами електричної енергії для технологічних систем з циклічно змінюваними параметрами / С.П.Денисюк, Г.В.Мельничук, П.С.Колесник // *Праці ІЕД*. – 25. – 2010.

D.Horenko, G. Melnychuk

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

ANALYSIS OF THE IMPAKT OF CONDUCTIVE NOISE ON SYSTEMS WITH NON-TRADITIONAL SOURCES OF ELECTRICITY

Classification of conducted interference and their causes in systems of power generation. The modeling work of the power supply system in case of rectangular periodic pulses with variable polarity. The work of the system during the on-time generator periodic interference of rectangular pulses of alternating polarity with variable initial parameters. Based on the measured data at various values of the pulse amplitude distortion and the period of operation of the generator distortion built family characteristics. Designed and analyzed the algorithm of the procedure for the analysis of the influence of conducted interference on the system is equivalent to the generator – equivalent load. The dependence of exchange capacities at various angles of phase shift in various forms of pulsed signals.

Key words: source of conducted interference, power Freeze, electromagnetic compatibility, the exchange capacity.

References

1. The inactive power in electric power systems / A.A. Shpot, D.V. Orlov, R.A. Nabiullin, A.A. Plankov. // Omsk state technical University. (Rus.)
2. F. Zharkov, P. one way to determine reactive power / P.F. Zharkov. // *Science*. – 1984. – №. 2. – S. 73-81. (Rus.)
3. Zhuikov, V.Y. Energetics Procesi in electionic Coly s klicovymi elements / V.Y. Zhuykov, S.P. Denysiuk. – Kyiv 2010. – 264 p. (Ukr.)
4. Kostin, M.O. Oznaka nayavnost obmenno paternost in the powerplant elektrichnih of TEGoVA kolah system patinage the Struma / M.O. Costin, O.G. Sheykina. – 2012. – P. 98–102. (Ukr.)
5. The balance of energies in electrical circuits / [Tonkal V. E., Novoseltsev A.V., S.P. Denysiuk TA IR.]. – Kiev: Sciences. Dumka, 1992. 312. (Rus.)
6. Kyrylenko, O.V. Features zabezpechennya electromagneto cumshot in elektrichnih the traps of Ukraine [Text] / O.V. Kyrylenko, S.P. Denysuk, and O. B. RIBA // *PR. I n-Tu elektrodinamiki NAN Ukrainy: ZB. Sciences.]*. – K.: NASU ED, 2007. – № 1(16), Part 1. – S. 27–30. (Ukr.)
7. Journals, B., EMC and Smart Grid applications / B. Journals // *IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine*. – 2010.
8. Oliveira, P.M.D., Reactive Power Response of Wind Generators Under an Incremental Network-Loss Allocation Approach [Text] / P.M.D. Oliveira, P.M. Jesus., E.D. Castronuovo, and M.T. Leao // *IEEE Transaction on Energy Conversion*, June. 2008, – № 2 (23), P. 612-621.
9. Verma, S.P. Smart Grid and Its Power Quality and Electromagnetic Compatibility [Text] / S.P. Verma, P. Kumar, Noor-ul-Islam. // *MIT International Journal of Electrical and Instrumentation Engineering*. – 2012. – No. 1. – P. 55-64.

10. Akagi, H., Watanabe, E. H., Aredes, M. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning [Text] / H. Akagi, E.H. Watanabe, M. Aredes // New York: Wiley. – 2007. – 380 с.
11. Leszek, S., drew Mego, K. Instantaneous Reactive Power p-q Theory and Power Properties of Three-Phase Systems [Text] / S. Leszek, K. drew Mego // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2006. – 21. – P. 362-367.
12. Zagirnyak, M. V. Analysis of processes of energy conversion in Electromechanical systems / M. V. Zagirnyak, D. I. Rodkin // Electromechanics I energozberigayuchi system. – 2012. – 3(19). – S. 30–36. (Rus.)
13. Zagirnyak, M. V. directions of development of the theory of instantaneous power and its application in problems of electrical engineering [Text] / M. V. Zagirnyak, D. I. Rodkin, A. P. Black, T. V. Korenkova // Minur. Sciences.-tech. Conf. "Problems avtomatizovanih Electroprivod. Teoriya I Praktika". – 2011. – S. 347-354. (Rus.)
14. Denysiuk, S. P. Annals vzaimnogo vpliva elements system electrozeilen s peretvorjuvach [Text] / C. P. Denysiuk // PR. I n-Tu elektrodinamiki NAN Ukrainy: ZB. Sciences.]. – K.: NASU ED. – 2007. – № 2(17). – S. 13–17. (Ukr.)
15. Kostin, N.. Methods for determining the components of the total power in electric traction systems [Text] / N. A. Kostin, A. V. Petrov // Technon elektrodynamika. The. VIP."The DOG -2011". – 2011. – 3. – S. 53-59. (Rus.)
16. Gumerov, G.G. System components with full power and energy coefficients based on p-q-r power theory [Text] / G.G Gumerov, D.S. Krylov, D.V. Tugay // Technon Elektrodynamika, tematyczny the issue. Problems Suchasna elektrotehniki. – 2004. – Part 1. – P. 69-74. (Rus.)
17. Zhuikov, V. Ya. Rozvytok method okremih of warehouses for rozrahunkiv folding electronic systems / V. Y. Zhuykov, S. P. Denysiuk, G. V. Melnychuk // Tech.Elektrodynamika, themed slots. VIP. "Problems Suchasna elektronke", 2008. – № 3, – P 3–8. (Ukr.)
18. Denysiuk, S. P. Rozrahunkiv electromagnetic process have systems s peretvorjuvach elektricno ENERГ for technologicznyh systems s cycle zminyuvati parameters / S. P. Denysiuk, G. V. Melnychuk, P. S. Kolesnik // Pratsi ED. – 25. – 2010. (Ukr.)

УДК 621.31

Д.С. Горенко, Г.В. Мельничук

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНДУКТИВНЫХ ПОМЕХ НА СИСТЕМУ С НЕТРАДИЦИОННЫМИ
ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Приведена классификация кондуктивных помех и причины их возникновения в системах электрогенерации. Представлено моделирование работы системы электропитания в случае действия прямоугольных периодических импульсов с переменной полярностью. Рассмотрена работа системы во время включения генератора периодических помех прямоугольных импульсов переменной полярности с переменными начальными параметрами. На основе измеренных данных при различных значениях амплитуды импульсов искажения и периода работы генератора искажений построено семейства характеристик. Разработан и проанализирован алгоритм порядка действий при осуществлении анализа влияния кондуктивных помех на систему эквивалентный генератор – эквивалентная нагрузка. Представлены зависимости обменной мощности при различных углах сдвига фаз, при различных формах импульсных сигналов.

Ключевые слова: источник кондуктивных помех, мощность Фризе, электромагнитная совместимость, обменная мощность.

Надійшла 15.11.2016

Received 15.11.2016