

ИЗПОЛЗВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ИЗОБРАЗЯВАЩИЯ ВЕКТОР НА ТОКА И НАПРЕЖЕНИЕТО ЗА ОЦЕНКА НА НЕСИМЕТРИЯТА В ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ

Гинко Георгиев
Бургаски свободен университет

Анотация: В доклада са представени експериментални резултати от реални заснемания на изобразяващия вектор на напрежението и тока, както и фазните токове при работа на несиметричен товар, захранван от синхронен генератор. Доказано е, че изобразяващият вектор е мощен инструмент който може да послужи за бърза качествена оценка на процесите и явленията които се пораждат в такава електроснабдителна система.

Ключови думи : изобразяващ вектор, несиметрия

USING THE CAPABILITIES OF THE SPACE VECTOR OF CURRENT AND VOLTAGE FOR ASSESSMENT OF UNBALANCE IN ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS

Ginko Georgiev
Burgas Free University

Abstract: The experimental results from the space vector on the current and voltage, also phasing current when working on unbalanced load are presented. It has been proven that the space vector is a powerful tool that can serve as a qualitative assessment on the process and the phenomena in such a power supply system.

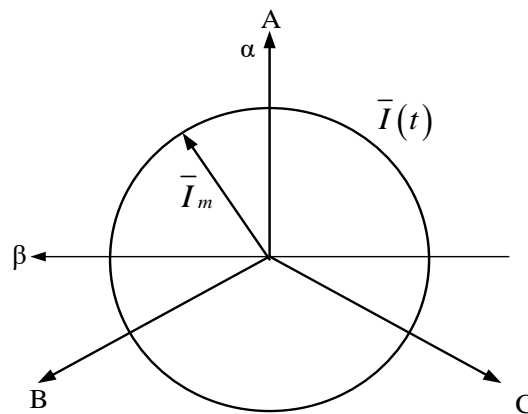
Keywords : space vector, unbalance

Въведение.

Наличието на токова и напреженова несиметрия в електроснабдителните системи (ЕСС) на захранването води до появата на негативни последици свързани с влошаване на работата останалите потребители. Това особено силно влияе върху работата на въртящите се електрически машини, основно асинхронни двигатели. Поражда се влошаване на развиваните двигателни моменти, намаляване на оборотите, повишаване на хлъзгането и тока и от там електрическите загуби. Обратната последователност на тока поражда допълнителни вибрации и механични натоварвания в роторите на машините. Наличието на несиметрия води и до влошаване на процеса на компенсация на реактивните товари

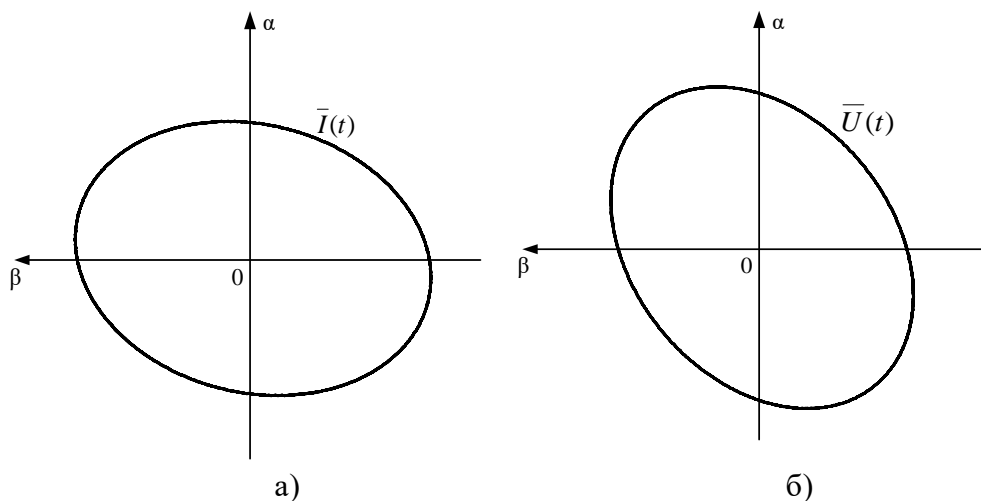
Приложение на изобразяващия вектор за оценка смущенията предизвикани от несиметрично натоварване.

При решаване на възникващата несиметрия се прилагат редица начини и технически средства, даващи възможност да се оцени степента на несиметрия чрез измерване и определяне по метода на Фортескю токовете с права и обратна последователност в трифазните трипроводникови системи с изолирана неутрала. Съществува обаче и възможност за експресно диагностициране и оценка на несиметричното натоварване в ЕСС. То може да се извърши по един обобщен подход посредством прилагането теорията на изобразяващия вектор ($\bar{I}_1, \bar{I}_2, \bar{I}_3, \bar{I}_4$). Посредством преобразуването на трите фазни величини на тока и напрежението от координатна система „a,b,c“ в координатна ортогонална неподвижна система „ $\alpha\beta$ “ може да се реализират по безспорен практически-приложен начин ходограф на изобразяващия вектор на напрежението и тока. Формата на ходографа носи в себе си информация за степента на несиметрия на тези величини. На фиг.1 е отразен ходограф на изобразяващия вектор на тока при отсъствие на несиметрия.



Фиг.1

В случай на пълна симетрия в токовото натоварване на ЕСС, ходографа на „изобразяващия вектор” на тока представлява окръжност с радиус равен на „ I_m ”. При наличие на несиметрия в тока и напрежението в трифазната ЕСС техните ходографи имат вида показан на фиг. 2



Фиг. 2

От фигурите се вижда, че при наличие на несиметрия в електрическите величини напрежение и ток, ходографите се преобразуват в елипси. Това се дължи на следните обстоятелства. Симетричните съставлящи на напрежението и тока съгласно разложението на Фортескю формират ходографи на изобразяващите вектори на напрежението, респективно на тока по права и обратна последователности. Тъй като те са симетрични системи, техните ходографи представляват окръжности. Сумарният изобразяващ вектор под действие на двете съставки се формира като векторна сума от изобразяващите вектори описващи ходографите на напрежението и тока за правите и обратните последователности. Така например при несиметрия в токовото натоварване за резултативния изобразяващ вектор на тока е справедливо равенството :

$$\bar{I}(t) = \bar{I}_1(t) + \bar{I}_2(t)$$

където: $\bar{I}_1(t)$ и $\bar{I}_2(t)$ представляват изобразяващите вектори на тока за правата и обратна последователности на несиметричния ток

при което :
$$\bar{I}_1(t) = 2/3 (ia_1 + a \cdot i_{b1} + a^2 \cdot i_{c1})$$

a и a^2 - представляват оператори, които завъртат съответните величини на 120 и 240 градуса.

$$\bar{I}_2(t) = 2/3 (ia_2 + a \cdot i_{b2} + a^2 \cdot i_{c2})$$

Моментните стойности на токовете „ i “ с индекс „1“ са токове с права последователност ,а токовете „ i “ с индекс „2“ с обратна последователност

Поради факта, че тези два изобразяващи вектора се въртят с еднаква честота, но в противоположни посоки, се формира резултативен ходограф на изобразяващия вектор, който представлява елипса. Съотношението между голямата и малка ос се явява критерий за степента на несиметрия на съответната величина- ток или напрежение

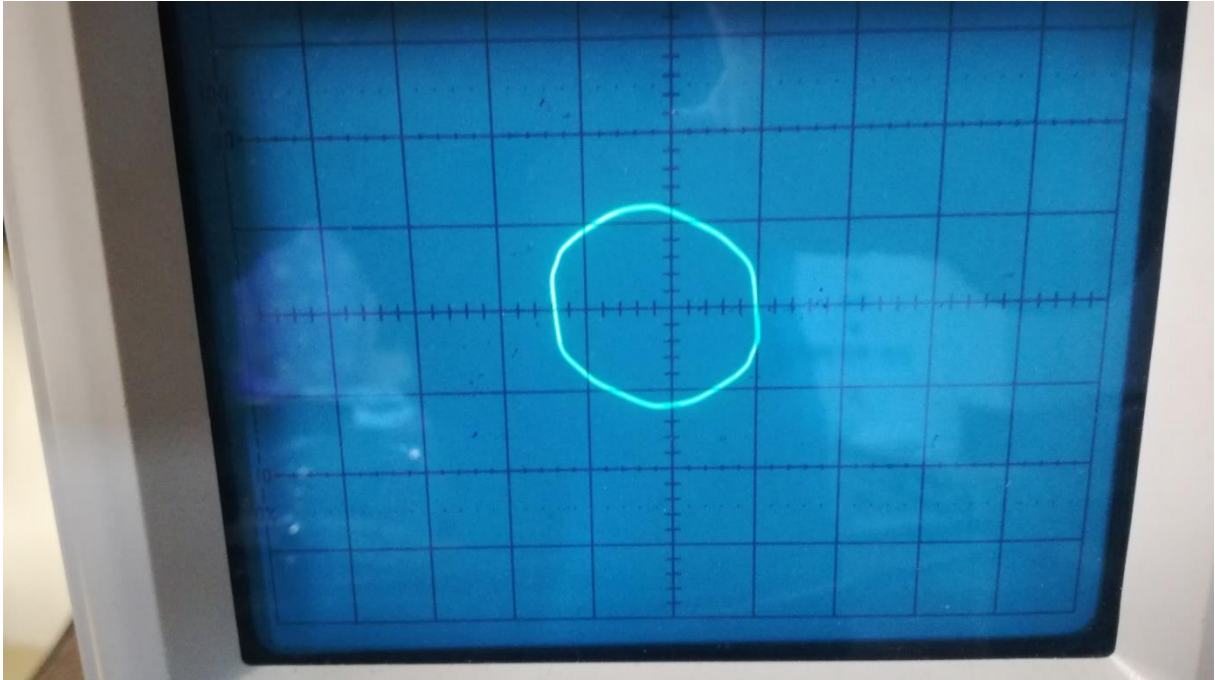
Описание на схемата за изследване.

Синхронен генератор захранва симетричен и несиметричен товар. Токовете и напреженията се следят от мрежов анализатор. Освен това през токовите трансформатори трифазната система abc се преобразува в двуфазна $\alpha\beta$ и ходографите на изобразяващия вектор на тока и напрежението се наблюдават на осцилоскоп. Изследванията са направени за симетрично и несиметрично натоварване на ЕСС.

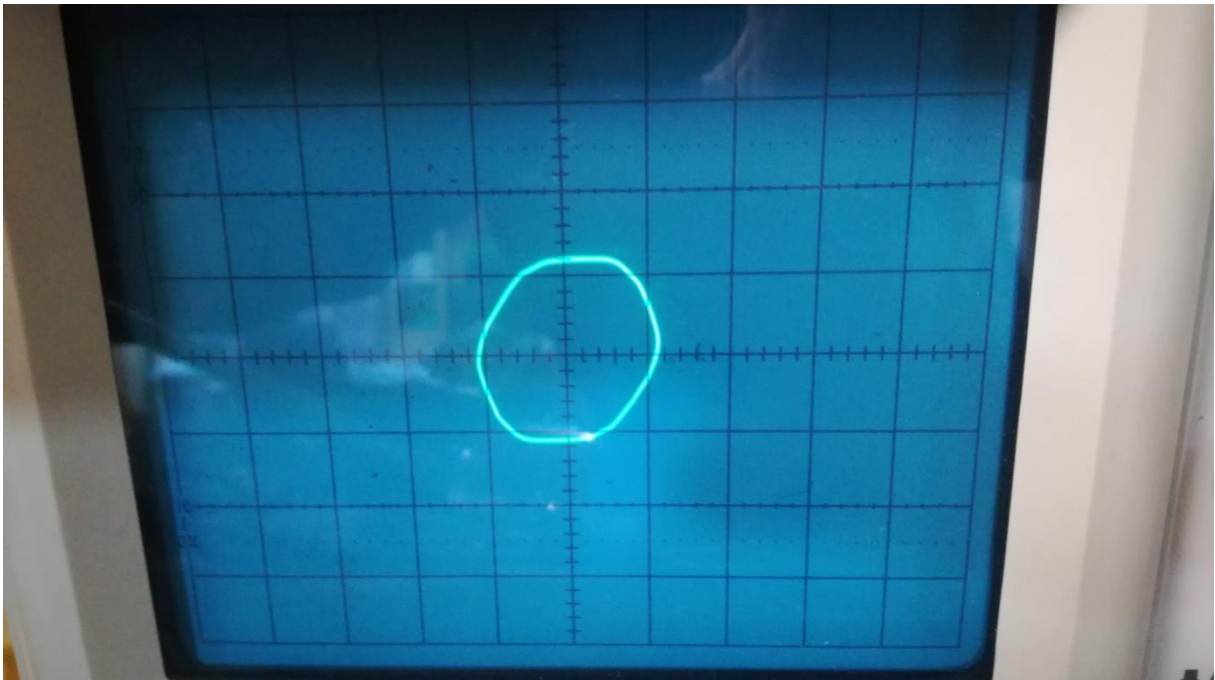
Резултати от изследванията:

I. Осцилограми на напреженията

На фиг. 3 и фиг.4 са показани осцилограми на ходографи на изобразяващия вектор на напрежението, съответстващи на фиг. 2б.



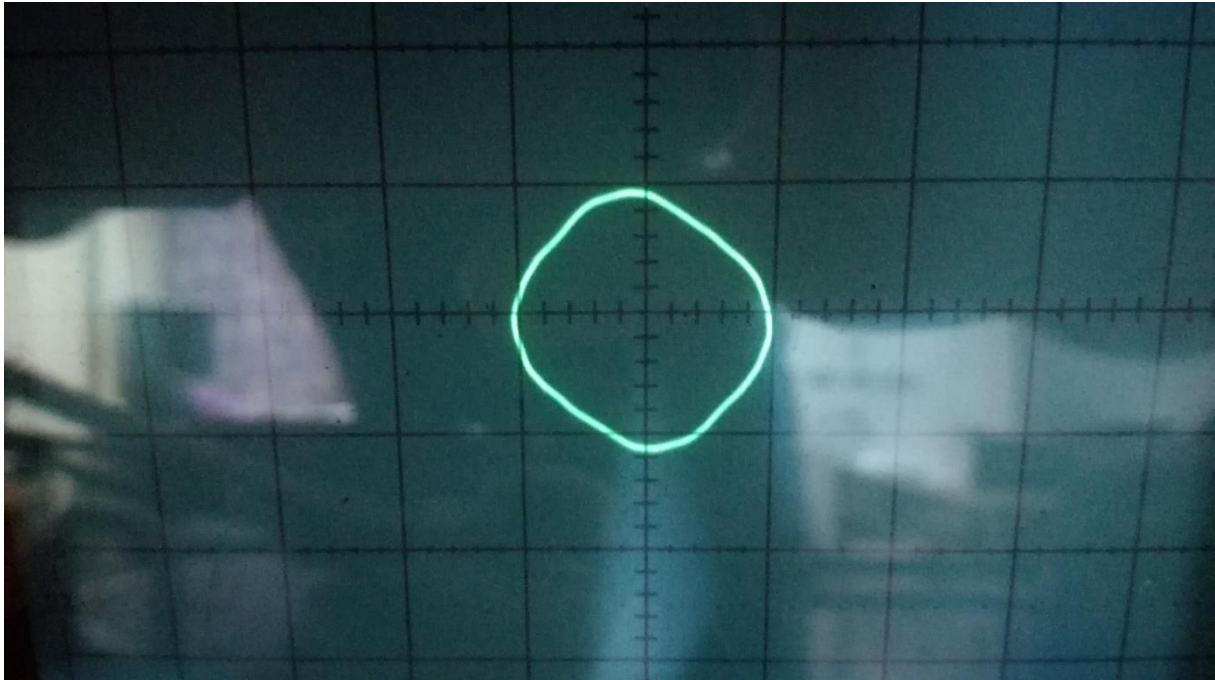
Фиг.3. Ходограф на изобразяващия вектор на напрежението при симетрия



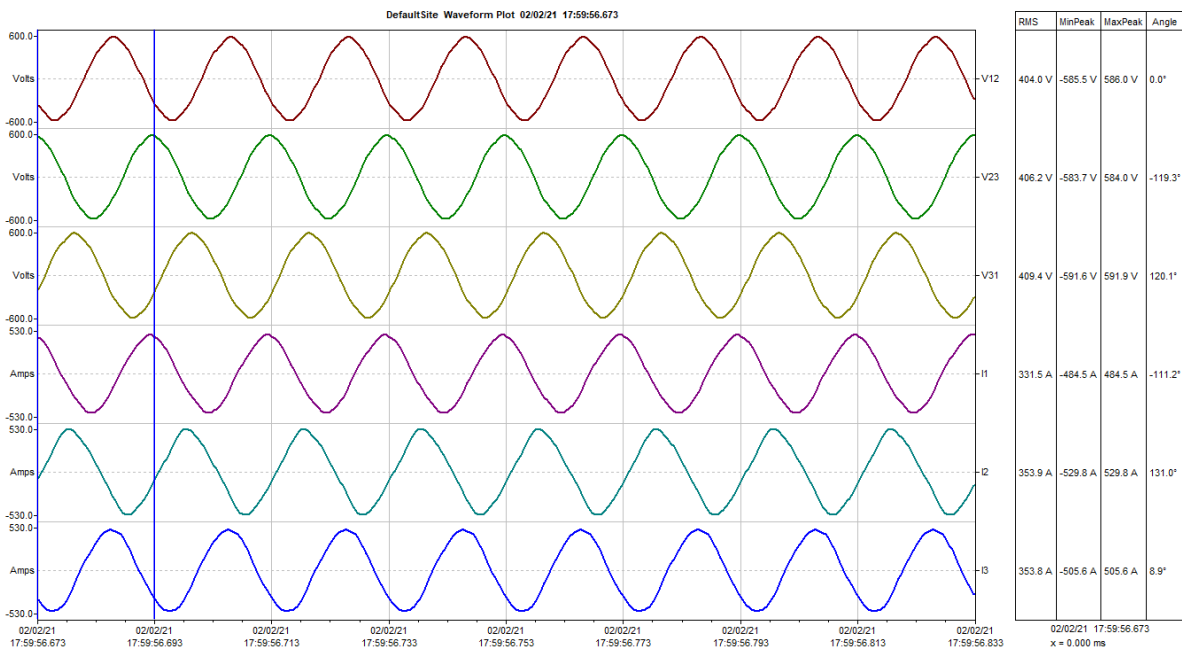
Фиг.4 Ходограф на изобразяващия вектор на напрежението при несиметрия

II. Осцилограми на токовете.

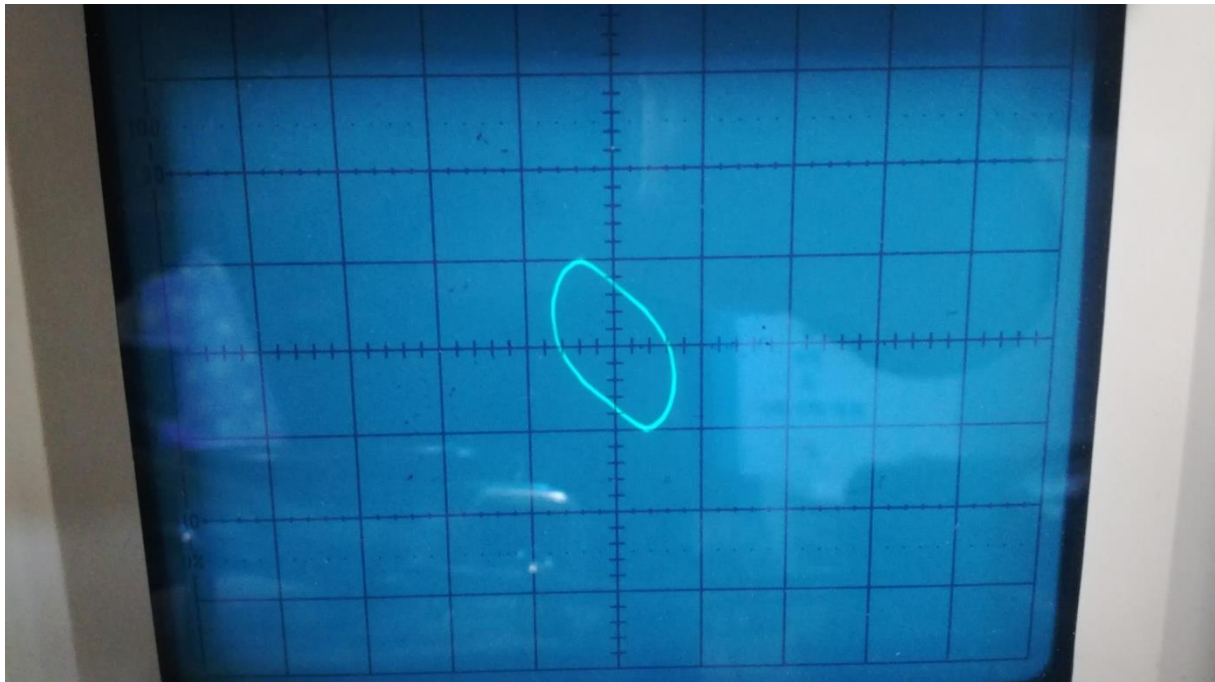
На следващите фигури са показани осцилограми на изобразяващия вектор на тока и записи от мрежовия анализатор на съответните фазни и линейни величини.



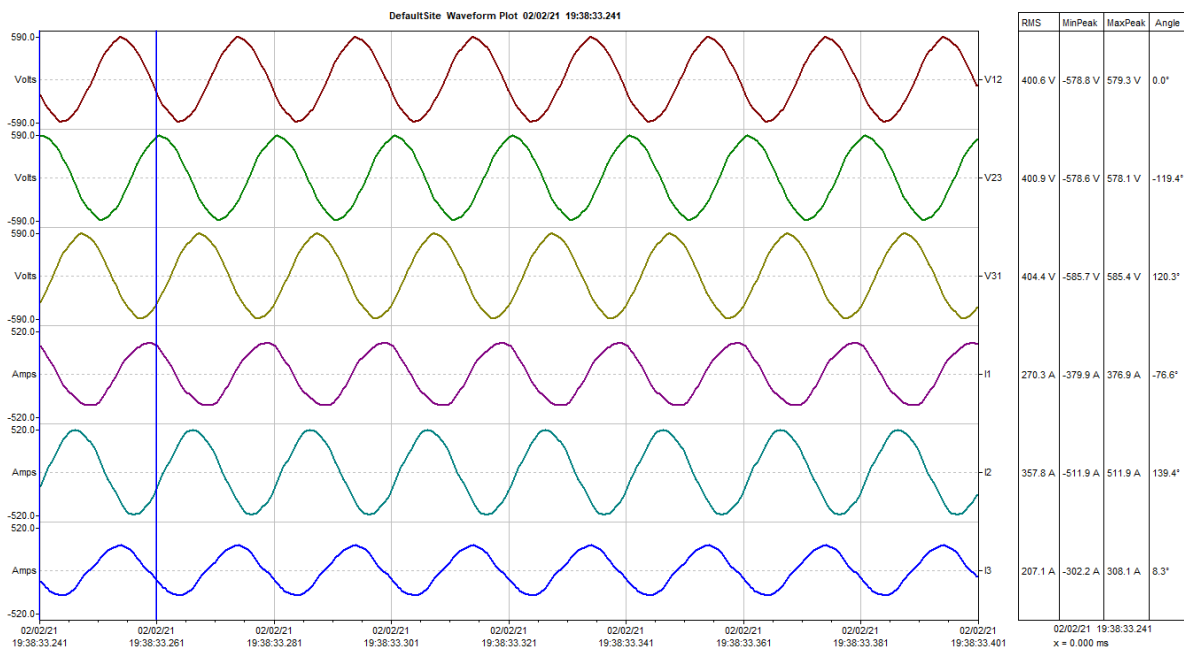
Фиг.5 Ходограф на изобразяващия вектор на тока при симетрично натоварване



Фиг.6 Фазни токове и линейни напрежения при симетрично натоварване



Фиг.7 Ходограф на изобразяващия вектор на тока при несиметрично натоварване



Фиг.8 Фазни токове и линейни напрежения при несиметрично натоварване

Заснетите осцилограми недвусмислено доказват, че по един експресен начин обзримо може да се извърши оценка за степента на несиметрия в ЕСС, като този

подход дава възможност за бърза качествена непосредствена оценка за състоянието на мрежата.

Разглежданията подлежат на развитие, като се потърсят допълнителни подходи-обект на последващи разработки и за количествена оценка на степента на несиметрия посредством обработка на ходографа на изобразяващия вектор, или на неговия модул без да се прилагат класическите методи за анализ и оценка на несиметрията посредством симетричните съставящи.

Изводи:

1. Заснетите осцилограми доказват еднозначната математическата връзка между изобразяващия вектор и фазните величини.
2. Показано е, че посредством ходографите на изобразяващия вектор на напрежението и тока може да се направи бърза качествена оценка на процесите и явленията които са характерни за електрически системи в които има изразена несиметрия.
3. Съотношението между голямата и малката ос се явява критерий за степента на несиметрия.

Литература

1. Георгиев Г. А. „Изследване на възможности за въздействие върху енергийната ефективност в корабни електроенергийни системи” Дисертация Варна 2012 г.
2. Петков П.Д. „Изследване на възможността за корекция на напрежението в автономна ел. станция при включен към нея мощен изправител посредством прилагане на импулсни въздействия” Дисертация Варна 1983 г.
3. Димитров Д.М. „Разработка на технология и технически средства за повишаване на енергийната ефективност в корабни електроенергийни системи” Дисертация Варна 2016 г.
4. Георгиев Г.А. „Използване възможностите на изобразяващия вектор за качествена оценка при работа на мощен неуправляем изправител” сп. „Компютърни науки и комуникации”, 2020 г.
5. К. Сейменлийски, П. Рахнев, С. Лецковска, П. Георгиев, Непрекъснат модел на състоянието на асинхронен двигател в установена координатна система с оси алфа и бета, Годишник БСУ, 2007, Том XVII, стр. 355-360, ISSN 1311-221 X, издателство ИРИТА ПРИНТ ООД.