

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ НА НЕСИНУСОИДАЛНИ ВЕЛИЧИНИ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ПРОМИШЛЕНИ МРЕЖИ

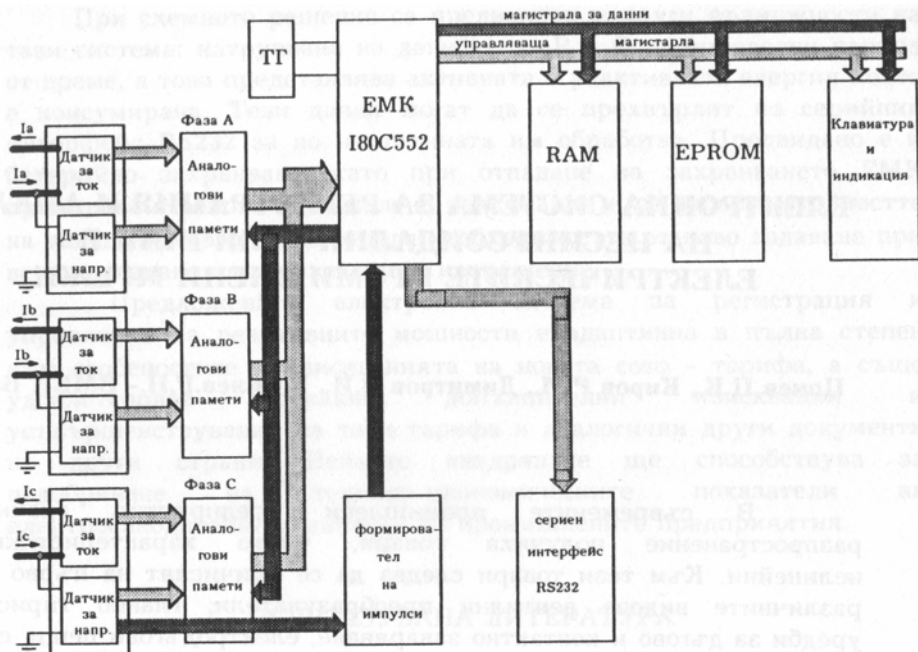
Цонев Ц.К., Киров Р.М., Димитров В.Й., Василев.Р.Н.- ВМЕИ Варна

В съвремените промишлени предприятия значително разпространение получиха товари, чиито характеристики са нелинейни. Към тези товари следва да се причислят на първо място различните видове вентилни преобразуватели, главно тиристорни уредби за дъгово и контактено заваряване, електродъгови пещи, силови магнитни усилватели и трансформатори и т.н. Тези товари водят до възникване на несинусоидални режими в ЕСС на ПП.

Всички хармоници въздействат на всички видове електрическо оборудване, намиращо се на достатъчно голямо разстояние от мястото на генерирането им. Тези въздействия се изразяват в неправилно сработване на отговорна управляваща и защитна апаратура, претоварване на силовите апарати и системи. Много често продължителното съществуване на деформирана крива на напрежението довежда до разрушаване на силовите кондензатори.

Възникващите в резултат на висшите хармоници икономически загуби са обусловени главно от влошаването на енергитическите показатели, снижаване на надежността на електрическите мрежи и съкращаване срока на службата на електрооборудването. В някои случаи при оценката на тези загуби имат значение и влошаване на качеството и намаляване на количеството на произвежданата продукция. Затова прогресивното внедряване на вентилните електрозадвижвания и електротехнологии обуславя важността и актуалността от решаването на проблема с висшите хармоници в ел. мрежи.

В настоящия доклад се предлага електронна система за регистриране и анализ в реално време на висши хармоници на тока и напрежението в промишлените мрежи. Блок-схемата на системата е показана на фиг.1.



фиг.1

Действието на отделните блокове е следното:

- ТГ - тактов генератор осигуряващ тактовия сигнал 12MHz на ЕМК.
- ЕМК I80C552 - едночипов микрокомпютър с вградени 3 таймера, 10 - битово АЦП с 8 аналогови входа;
- EPROM - външна памет в която е записана обслужващата програма;
- RAM - външна памет в която се разполагат масивите за данните от измерванията, междинните и крайните резултати;
- клавиатура и индикация - дава се възможност за избор на информацията, която ще бъде представена визуално, както и за работа в диалогов режим;
- датчик за ток - преобразува тока на съответната фаза във напрежение. Използуван е токов трансформатор с електронна компенсация.;
- датчик за напрежение - понижава входното напрежение до стойност която влиза в обхвата на АЦП;
- аналогови памети - запомнят моментните стойности на тока и напрежението под действието на стробиращия импулс подаден от ЕМК.

- формирова̀тел на импулси - генерира импулс с продължителност един период, който се подава на входа на таймер 1 на ЕМК за измерване на периода на напрежението.;

- сериен интерфейс RS232 - осъществява обмяна на информация между системата и външни устройства за по нататъшна обработка на информацията;

Действието на системата като цяло е следното: Информацията от датчиците постъпва на входовете на аналоговите памети. На входа на формирова̀теля на импулси се подава сигнала от датчика за напрежение на едната фаза. ЕМК измерва продължителността на периода периодично и го разделя на 64 интервала (достатъчни за пресмятане на хармониците до 31). След това ЕМК подава стробиращ импулс за запомняне на моментните стойности на аналоговите памети и стартира АЦП за измерване на трите тока и трите напрежения. След измерване на определен брой периоди се преминава към обработка на данните.

За обработката на данните е разработена методика основаваща се на "Бързото преобразование на Фурие" (БПФ). Направени са някои подобрения за да се осигури по-голямо бързодействие с оглед обработката на данните да се извършва в реално време. Основа на всеки алгоритъм на БПФ се явява математическото представяне на прехода от едномерно в двумерно пространство.

Дискретното преобразуване на Фурие (ДПФ) на сигнала с крайна продължителност $X(n)$, $0 \leq n \leq N-1$ е определено като [2]

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-j(2\pi/N)nh}, \quad k=0,1,2,3,\dots,N-1$$

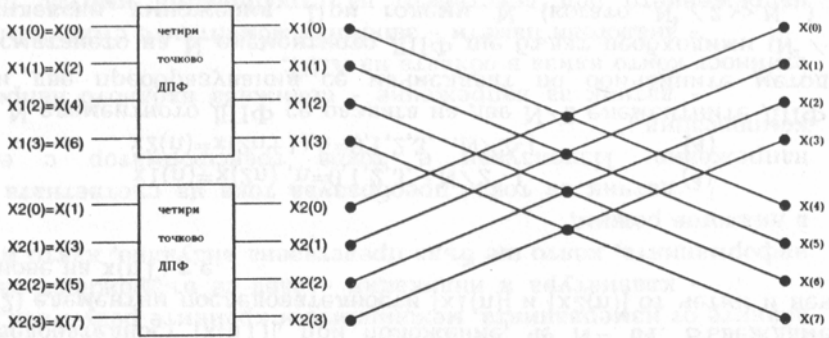
Да разгледаме описаната методика за N елементна последователност $[x(nT)]$, при положение, че $N=64$. Въвеждаме две $(N/2)$ елементни последователности $[x_1(n)]$ и $[x_2(n)]$ от четни и нечетни членове на $x(nT)$ т.е.

$$x_1(n) = x(2n), \quad n=0,1,2,3,\dots,N/2-1 \quad (4)$$

$$x_2(n) = x(2n+1), \quad n=0,1,2,3,\dots,N/2-1 \quad (4)$$

N елементното ДПФ се разлага на две $N/2$ елементните ДПФ. Ако тези две преобразувания се изчисляват по обичайните методи за пресмятането на N елементното ДПФ ще бъдат необходими $(N^2/2+N)$ комплексни умножения. При големи N (когато $N^2/2 \gg N$) това позволява да се съкрати времето за изчисляване с 50%.

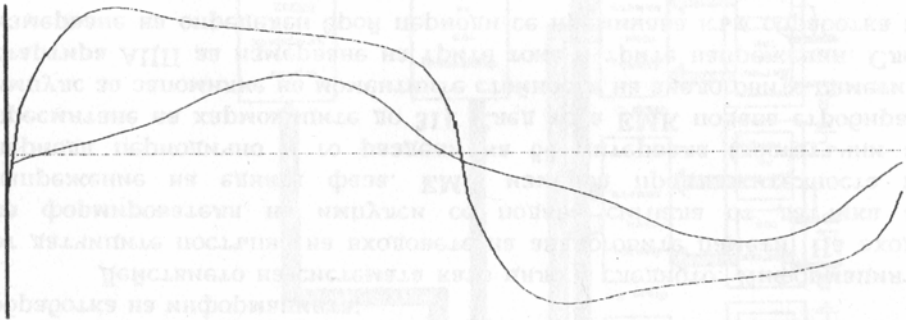
На фиг.2 като насочен граф е представена последователността от операции при изпълнение на 8 елементно ДПФ с използването на 2 четириелементни преобразувания [3].



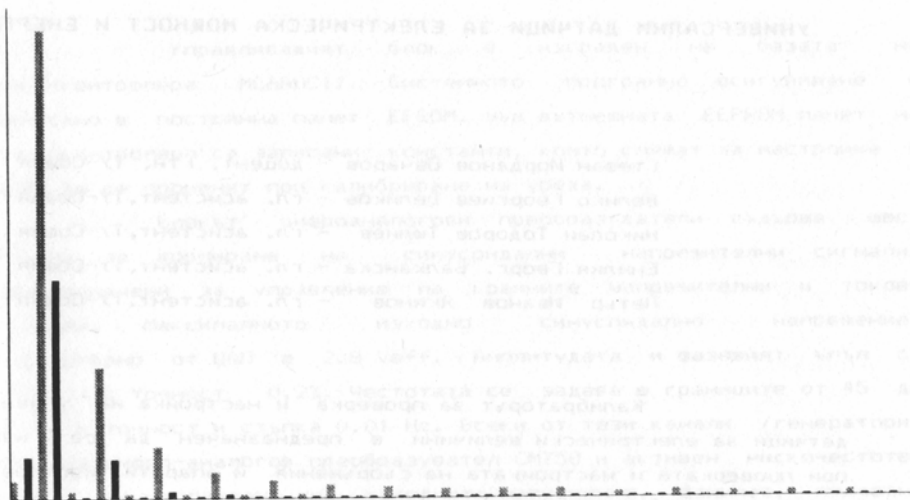
фиг.2

В програмата създадена на база алгоритъм на БПФ комплексните изчисления се избягват като получава умножение единствено на число с константа. Аритметичните операции са сведени до 4 умножения и 4 събирания за всяка една стойност, което позволява изчисляването на нивата на хармониците до 31 със избрания микрокомпютър да става в реално време.

Изходна информация на системата са амплитудите и фазите на токовете и напреженията, и коефициентите на несинусоидалност на токовете и напреженията (фиг.4).



фиг.3



фиг.4

На фиг.4 е показана хистограмата получена при хармоничния анализ (отделно освен графично се получават и числените стойности на изхода). А на фиг.3 е показан входния сигнал заснет с експерименталния образец, представляващ в единият случай тока, а в другият - напрежението на живачна лампа, чиято обработка дава резултатите представени на фиг.(4).

ИЗПОЛЗУВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Gold B., Rader C., „DIGITAL PROCESSING OF SIGNALS”, McGraw-Hill, New York, 1969.
2. Каракехайов З., Григоров С. "Едночипови микро-компютри", Техника, София, 1992г.
3. Голдберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н., "Цифровая обработка сигналов", Радио и связь, Москва, 1985г.