

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
Институт электродинамики

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

(Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции,
Киев, сентябрь 1975 г.)

Часть 5

Киев – 1975

.....
.....
.....

С.П.ЛОХОВ

(Челябинский политехнический институт)

О РАЗЛОЖЕНИИ НЕСИММЕТРИЧНОГО НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО
ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ТОКА НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИИ
ПОНЯТИЯ «КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ»

В работе [2] ортогональное дополнение активной мощности до полной названо пассивной. В большинстве публикаций она разложена на реактивную мощность, мощности искажений и несимметрии. Известны формулы для составляющих полной мощности через действующие значения составляющих токов фаз сети [2, 5]. Для однофазной сети введено разложение мгновенных значений тока на составляющие [1, 3].

В общем случае ток фазы А многофазной сети может быть представлен

$$i_A = i_{aA} + i_{nA} = i_{aA} + i_{pA} + i_{uA} + i_{nA}, \quad (1)$$

где (слева направо) – ток фазы сети, его пассивная и реактивная составляющие, составляющие искажений и несимметрии. Определим составляющие (1) следующим образом. Токи активных составляющих симметричны, без сдвига повторяют форму напряжений, неизменны по амплитуде, потребляют из сети ту же активную мощность, что и все токи фаз. Пассивные составляющие дополняют активные составляющие до токов сети. Составляющая несимметрии, например, фазы А, определяется из соотношения

$$i_{a1A} = i_{aA} + i_{nA} \quad (2)$$

через активную составляющую тока фазы многофазной сети активную составляющую этого же тока при определении тока фазы как однофазного. При синусоидальном напряжении реактивные составляющие со сдвигом на четверть периода повторяют формы фазных напряжений, и каждая из них потребляет такую же реактивную энергию, как и токи соответствующих фаз раздельно. Токи искажений определяются из условия баланса составляющих в соотношении (1).

Разложение тока на составляющие может быть выполнено датчиком с функциональной схемой (рис. 1). На рис. 2а приведен несимметричный несинусоидальный изменяющийся ток с периодом T_i . На рис. 2б он разложен на составляющие, и показаны сигналы элементов датчика. Датчик выполнен на множительных, интегрирующих, суммирующих и пропорциональном элементах. В установившемся режиме среднее значение сигнала p_{ua} на входе интегрирующего элемента равно нулю. При большом значении постоянной времени интегрирования ($T \gg T_i$) сигнал на выходе этого элемента I_a^* практически постоянен. Соответственно сигнал произведения постоянной величины на напряжение фазы без сдвига повторяет форму напряжения и ему соответствует такой же сигнал активной мощности, что и сигналу тока

фазы сети. В противном случае появится постоянная составляющая в сигнале p_{ua} . Поэтому сигнал последнего произведения пропорционален мгновенному значению активной составляющей тока, при рассмотрении его как однофазного (2), а сигнал I_{a^*} – амплитудному значению. Последнее верно при неизменяющемся напряжении сети. Среднее арифметическое всех сигналов I_{a^*} определяет амплитуду активных составляющих токов многофазной сети. Реактивная составляющая определяется аналогичной схемой, но с использованием напряжения, сдвинутого на четверть периода. Составляющие искажений и пассивные составляющие определяются арифметическими операциями согласно формуле (1). Действующие значения всех составляющих находятся с помощью не показанных на рисунке квадратичных преобразователей.

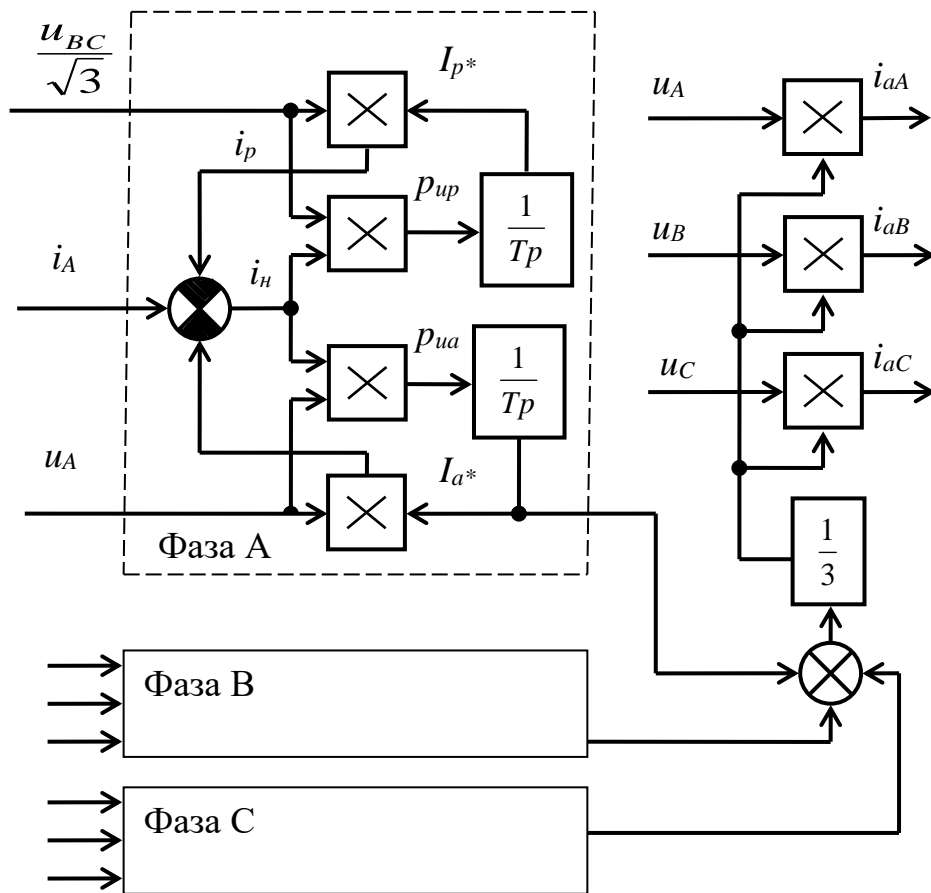
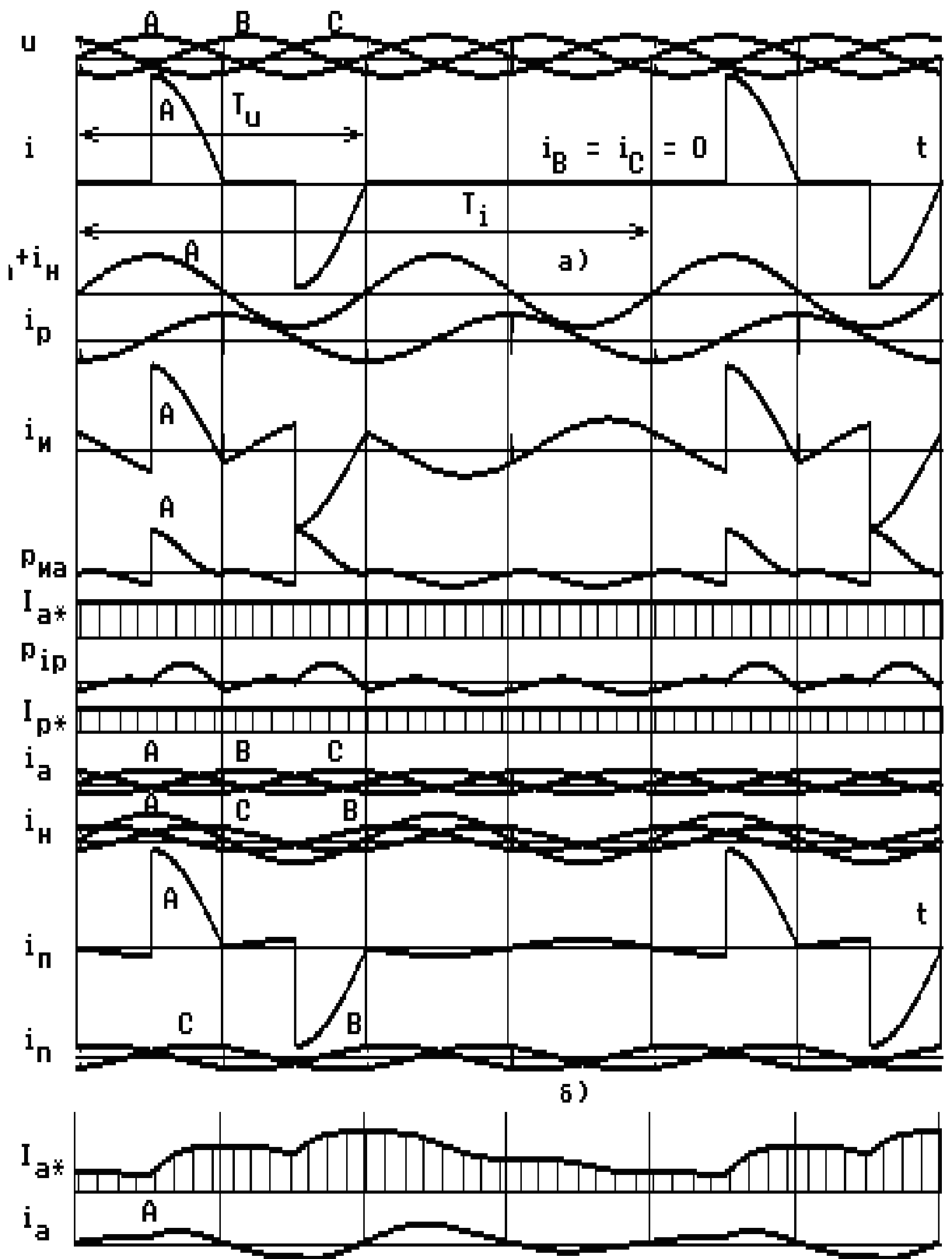


Рис. 1

Требование постоянства амплитуды активной составляющей при изменяющихся токах, например, периодических с большим периодом (минута, час, сутки), приводит к неприемлемым выводам. Так периодическое подключение активной нагрузки к однофазной сети при продолжительности включения 0.5 снижает коэффициент мощности $\chi = 0.707$ независимо от периода [5]. В виде компромисса в работе [3] предложено считать активную



в)
Рис. 2

и реактивную составляющие плавно изменяющимися в функции активной и реактивной нагрузок сети. Датчик (рис. 1) при ступенчатом набросе активной нагрузки симметрично по экспоненте изменяет активные составляющие. Пример изменения показан на рис. 2в.

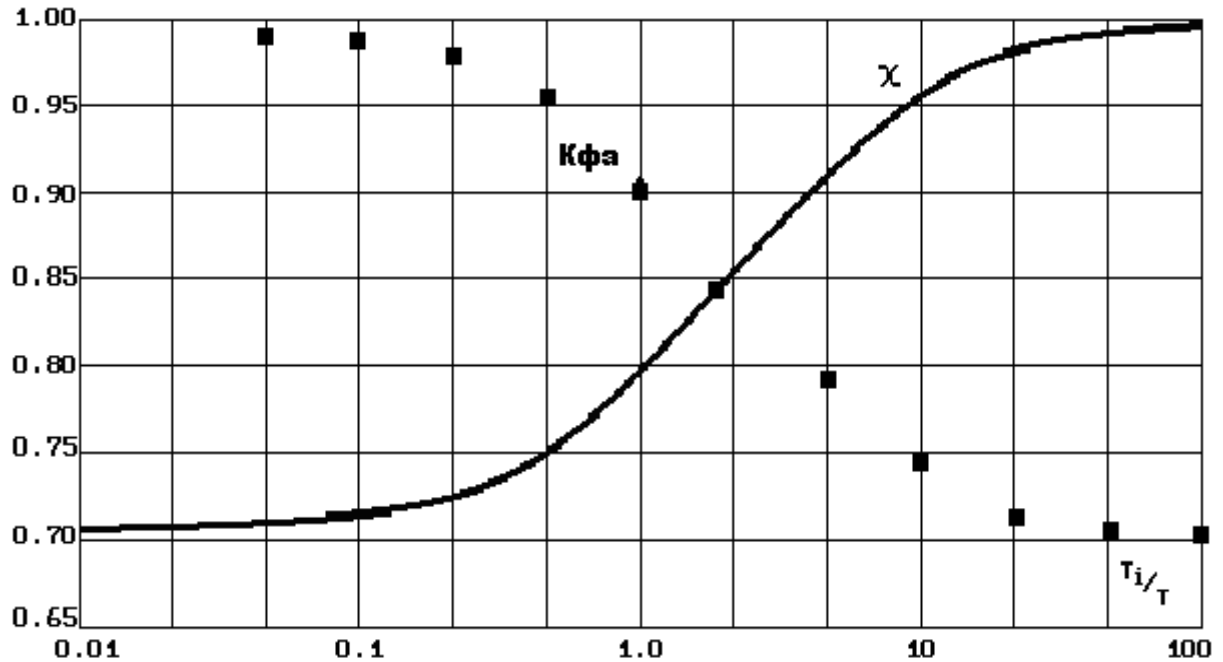


Рис. 3

Действующее значение изменяющейся активной составляющей получается больше, чем эквивалентной неизменяющейся, и расчетный коэффициент мощности увеличивается. Неоптимальный характер потребления энергии при этом следует учитывать коэффициентами графика активного и реактивного токов. Для описанного случая периодического подключения активной нагрузки на рис. 3 приведены зависимости изменения коэффициента мощности и коэффициента $K_{фа}$, равного отношению среднего значения плавно изменяющейся составляющей тока к действующему значению. Из рисунка видно, что при $T > 10 T_i$ датчик (рис. 1) определяет коэффициент мощности в принятом понимании. Подключив счетчики действующих значений сигналов, можно отдельно определить активную, реактивную мощности и мощности искажений и несимметрии. Это могло бы позволить ввести дифференцированную дополнительную плату за составляющие пассивной мощности. Причем самая большая плата должна

браться за мощность искажений, величина которой зависит не только от наличия высших гармонических составляющих, но в значительной мере от толчков активной и реактивной энергии. Датчик (рис. 1) может быть использован для управления всевозможными компенсаторами реактивного тока и токов искажений и несимметрии [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. ГЕЛЬМАН М.В., ЛОХОВ С.П. Возможности повышения результирующего коэффициента мощности систем с тиристорными преобразователями. – В сб.: Труды Челябинского политехнического института, вып. 124. Изд. ЧПИ, Челябинск, 1973.
2. КИРПАТОВСКИЙ С.И. Обоснование теории полной мощности многофазной цепи. – Изв. ВУЗов. Энергетика, 1959, № 2.
3. ЛОХОВ С.П. Определение и измерение активной и пассивной составляющих тока однофазной сети. – В сб.: Труды Челябинского политехнического института, вып. 158. Изд. ЧПИ, Челябинск, 1975.
4. ЛОХОВ С.П., ГЕЛЬМАН М.В. Повышение качества электроэнергии в автономных системах управляемой компенсацией отклонения тока от энергетически оптимальной формы. – В кн.: Проблемы исследования и управления автономных электроэнергетических систем, вып. 1. Изд. ЧПИ, Челябинск, 1974.
5. МАЕВСКИЙ О.А. Определение энергетических соотношений и составляющих полной мощности в вентильных преобразовательных установках. – Электричество, 1965, № 3.

.....
.....
.....

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Редакторы: С.А.Малютенко, А.В.Филонюк
Технический редактор В.В.Андриевская

Ответственный за выпуск: Григорьев А.С.

БФ 16028. Зак. №697. Формат 60x84/16. Уч.-изд. лист. 23,00.
Подписано к печати 11.08.1975 г. Тираж 600. Цена 1 руб. 41 коп.

ФОЛ Института электродинамики АН УССР. Киев,
Брест-Литовский проспект, 102.