

Изобретение относится к области магнитных измерений и может быть использовано для контроля внешних магнитных полей (ВМП) электротехнических устройств в условиях их эксплуатации.

Силовые цепи комплектных электротехнических устройств, в частности, щитов управления, главных распределительных щитов и т.д., являются основными источниками ВМП токов, которые нарушают нормальное функционирование элементов автоматики и телемеханики, счетно-вычислительных комплексов и т.д. [1].

В условиях промышленной эксплуатации электротехнических устройств не представляется возможным выполнить прямые измерения ВМП каждого электротехнического устройства в отдельности, поскольку все они работают в единой системе, осуществляющей коммутацию силовой цепи, по которой передается электроэнергия от источника питания к потребителю.

В то же время возникает необходимость в получении экспериментальных данных об уровне ВМП каждого электротехнического устройства в условиях его эксплуатации. Объясняется это тем, что по оценке уровня ВМП в целом группы электротехнических устройств и каждого устройства в отдельности можно применить простые технические мероприятия по снижению ВМП в целом группы одновременно работающих электротехнических устройств, например, путем их фазировки.

Поэтому решение задачи измерения ВМП электротехнических устройств в условиях их эксплуатации является неотъемлемой частью решения проблемы электромагнитной совместимости различных магниточувствительных устройств, расположенных в зоне воздействия ВМП.

Из известных способов наиболее близким к заявляемому по технической сущности является способ определения ВМП группы электротехнических устройств в условиях их эксплуатации, заключающийся в том, что производят измерение суммарного магнитного поля n электротехнических устройств в одном из режимов работы и помехи внешних источников [2].

Недостатком известного способа является то, что точность измерения ограничена наличием помех со стороны внешних источников, например, воздушных и кабельных линий, трансформаторных подстанций и другого силового электрооборудования, учесть влияние которых затруднительно, а также невозможность использования этого способа для измерения ВМП каждого электротехнического устройства в отдельности, т.к. электротехнические устройства в условиях эксплуатации работают совместно в единой системе силовой цепи, осуществляющей передачу электроэнергии от источника энергии к потребителю.

В основу изобретения положена задача создать такой способ, который обеспечит высокую точность измерения ВМП i -го электротехнического устройства, работающего совместно с n электротехническими устройствами.

Такой технический результат достигается тем, что в способе определения ВМП электротехнических устройств, заключающемся в измерении суммарного магнитного поля n электротехнических устройств в заданном режиме работы и помехи внешних источников, согласно изобретению, изменяют порядок чередования фаз на входных и выходных зажимах силовой цепи i -го электротехнического устройства и производят повторное измерение суммарного магнитного поля n электротехнических устройств в том же режиме работы и помехи внешних источников, после чего по результатам двух измерений определяют ВМП i -го электротехнического устройства.

На фиг. 1, 2 изображена упрощенная схема трехпроводной трехфазной силовой цепи i -го электротехнического устройства;

на фиг.3 - векторная диаграмма, поясняющая создание дипольных магнитных моментов трехпроводной цепи; на фиг.4 - векторная диаграмма, поясняющая сущность способа определения ВМП i -го электротехнического устройства.

Согласно фиг.1, 2 порядок чередования фаз в проводниках 1-3 силовой цепи i -го электротехнического устройства ABC и CBA соответственно.

Для трехпроводной трехфазной цепи независимо от характера нагрузки и схемы ее соединения справедливо равенство

$$I_A + I_B + I_C = 0,$$

$$\text{где } \dot{I}_A = I \cdot e^{j120^\circ}, \dot{I}_B = I \cdot e^{-j120^\circ} = I \cdot e^{j240^\circ}, \dot{I}_C = I \cdot e^{j120^\circ} = I \cdot e^{-j240^\circ},$$

т.е. линейный ток любой фазы трехпроводной трехфазной цепи противофазен геометрической сумме линейных токов других фаз.

Поэтому трехпроводную трехфазную цепь можно представить в виде двух однофазных цепей, токи которых сдвинуты по фазе друг относительно друга на 120° . Токовые контура этих цепей создают дипольные магнитные моменты, которые также будут сдвинуты по фазе на 120° относительно друг друга.

Величина дипольного магнитного момента токового контура равна произведению его площади S на величину тока I контура. Направление дипольного магнитного момента связано с направлением тока в контуре и определяется правилом лево-правоходного винта. Принято, что дипольный магнитный момент, направленный к нам, имеет положительный знак, а момент, направленный от нас - отрицательный знак. Тогда результирующий дипольный магнитный момент трехпроводной трехфазной цепи при порядке чередования фаз ABC (фиг.1) будет равен (фиг.3):

$$M_{AC} = M_A - M_C = \sqrt{3} M \cdot e^{-j30^\circ},$$

$$\text{где } M_A = M, M_C = M \cdot e^{j120^\circ}, M = IS.$$

При порядке чередования фаз CBA (фиг.2) фаза результирующего дипольного магнитного момента и

соответственно магнитного поля, цепи изменится на 180° , а величина его остается неизменной (фиг.3)

$$\dot{M}_{CA} = M_C - M_A = \sqrt{3} M_e - j150^\circ = -M_{AC}.$$

Способ реализуется следующим образом.

Измеряют магнитное поле n электротехнических устройств в заданном режиме работы, и помехи внешних источников (фиг.4)

$$\dot{H}_1 = \dot{H}_n + \dot{H}_{n-1} + \dot{H}_i = H_1 e^{j\varphi_1},$$

где $H_1 = H_1 e^{j\varphi_1}$ - комплексное значение результирующей напряженности магнитного поля, равное геометрической сумме комплексных значений напряженности магнитного поля помехи внешних источников

$\dot{H}_n = H_n e^{j\varphi_n}$, магнитного поля n -1 электротех-

нических устройств $\dot{H}_{n-1} = H_{n-1} e^{j\varphi_{n-1}}$ и i -го электротехнического устройства

$\dot{H}_i = H_i e^{j\varphi_i}$. $\varphi_1, \varphi_n, \varphi_{n-1}, \varphi_i$ - началь-

ные фазы векторов соответственно $\dot{H}_1, \dot{H}_n,$

\dot{H}_{n-1}, \dot{H}_i .

После измерения $H_1 = H_1 e^{j\varphi_1}$ изменяется порядок чередования фаз на входных и выходных зажимах силовой цепи i -го электротехнического устройства с ABC (фиг. 1), например, на CBA (фиг.2) и производят повторное измерение суммы магнитного поля n электротехнических устройств в том же режиме работы и помехи внешних источников, причем фазу вектора H_i в этом случае изменяют на 180° , фазы векторов H_n и H_{n-1} остаются неизменными (фиг.4)

$$\dot{H}_2 = \dot{H}_n + \dot{H}_{n-1} - \dot{H}_i = H_2 e^{j\varphi_2},$$

где φ_2 - фаза вектора H_2 .

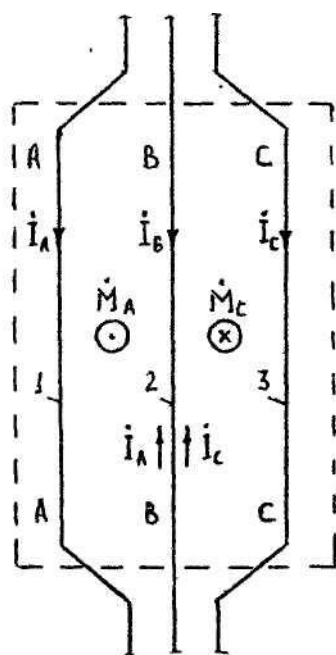
По результатам двух измерений H_1 и H_2 определяют напряженность магнитного поля i -го электротехнического устройства (фиг.4)

$$\dot{H}_i = 1/2 (\dot{H}_1 - \dot{H}_2) = 1/2 H_i e^{j\varphi_i},$$

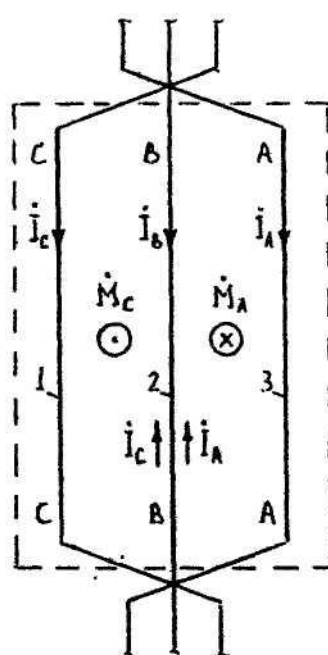
где $H_i = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 - 2 H_1 H_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$.

$$\varphi_i = \arctg \frac{H_1 \sin \varphi_1 - H_2 \sin \varphi_2}{H_1 \cos \varphi_1 - H_2 \cos \varphi_2}.$$

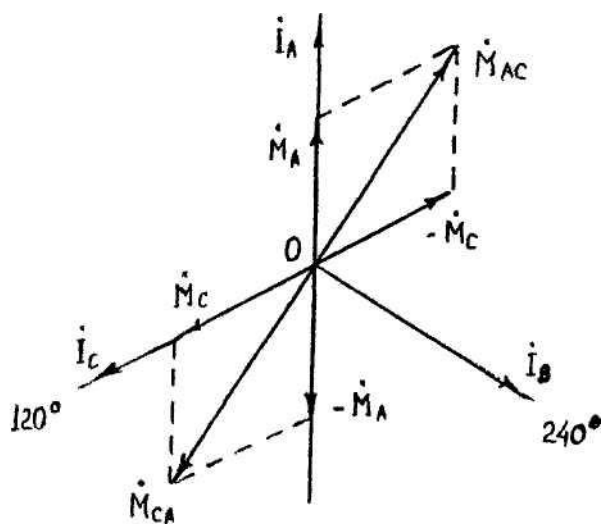
Таким образом, предложенный способ обеспечивает высокую точность измерения i -го электротехнического устройства, работающего совместно с $n-1$ электротехническими устройствами в условиях эксплуатации, поскольку полностью исключается из результатов измерений помеха внешних источников и магнитное поле $n-1$ электротехнических устройств.



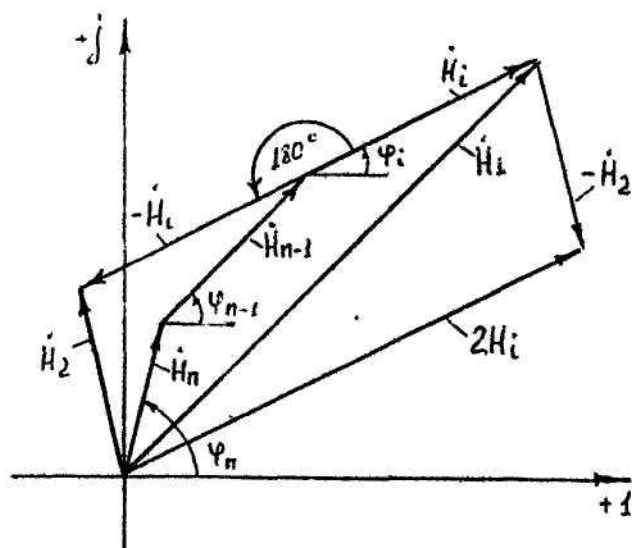
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4