

УДК 681.327.8.

ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ, ОБРАЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ И МАГНИТНЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОЛЯМИ РАССЕЙВАНИЯ

В.К. ЖЕЛЕЗНЯК, М.В. ИЗОИТКО

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь

Введение. Низкочастотные (НЧ) поля являются источниками утечки информации, которые обусловлены побочными излучениями речевых сигналов электрических и магнитных полей рассеивания. Таким образом, целью работы является оценка и калибровка электрических и магнитных полей рассеивания от утечки информации.

Для исследования электрических и магнитных полей рассеивания необходимы высокочувствительные первичные измерительные преобразователи с известными основными измерительными параметрами: размерностями их единиц [1], а также источники электрических и магнитных полей [1, 2]. При анализе электромагнитных полей важное значение имеют понятия о ближней и дальней зонах распространения электромагнитной энергии в зависимости от расстояния до источника измерения в предположении, что размеры излучателя $l \ll \lambda$, где λ – длина волны излучения. В ближней зоне на относительных расстояниях от источника $r \leq \lambda/2\pi \leq 1$ поле еще не сформировалось в плоскую волну и может представлять собой (рис. 1) преимущественно поле магнитной индукции H , если в источнике протекает значительный ток, при относительно малом напряжении, или поле электрической индукции E , если в источнике протекает малый ток при относительно большом напряжении. Понятие «преимущество» означает, что ближняя зона всегда характеризуется двумя составляющими индукции H и E , но в зависимости от характеристик источника, может преобладать одна из составляющих.

НЧ электрические и магнитные поля рассеивания в ближней зоне [3] для измерения и испытания первичных измерительных преобразователей необходимо сформировать источники электрических из [3] и магнитных полей в ближней зоне.

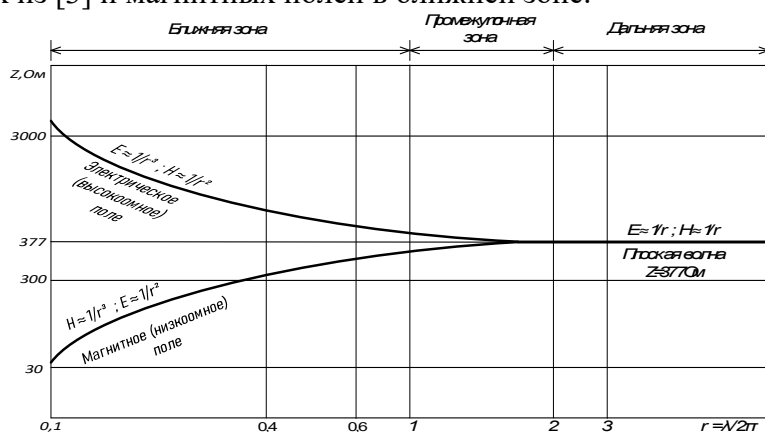


Рис. 1. Волновые сопротивления электрической (E) и магнитной (H) составляющих поля ближней зоны распространения в зависимости от расстояния до источника излучений

$$R = \lambda/2\pi.$$

Расчет электрического поля. Численные значения величин напряженности электрического поля определены на основании размерности единицы ее физической величины. Единицей физической величины напряженности поля является В/м. Вольт на метр напряженности однородного электрического поля, создаваемого разностью потенциалов 1 В между точками, находящимися на расстоянии поля [5]. Для расчета и измерения электрического поля используем конденсатор с параллельными пластинами [5] в отличие от расчета напряженно-

сти электрического поля, выполненного в работе [1] как более сложный. Емкость конденсатора с двумя параллельными пластинами определяется [5]:

$$C = \frac{S}{d} \text{ (м)} = 3,33 \text{ м},$$

где S – площадь двух пластин, (м^2);

d – расстояние между двумя пластинами, $d = 0,3 \text{ м}$.

При подаче от источника напряжения (генератор низкочастотных сигналов с симметричным выходом) 1 В получаем $\frac{B}{m} = \frac{1}{3,33}$. Вводим в геометрический центр конденсатора с двумя пластинами с размером $1 \text{ м} \times 1 \text{ м}$ каждый первичный измерительный преобразователь, геометрический центр которого совпадает с геометрическим центром конденсатора.

Измеряем напряжение гармонического измерительного сигнала на выходе первичного измерительного преобразователя селективным вольтметром. Одновременно к пластинам приложено напряжение 1 В.

Емкость эталона поля определяется по формуле:

$$C_n = \frac{S^2}{d} \text{ (м)}, \tag{1}$$

где S – площадь двух пластин, м^2 ;

d – расстояние между двумя пластинами, м.

Напряженность поля внутри пластин при подаче на обкладки напряжения:

$$E_э = \frac{B_э}{M_э} = \frac{1 \text{ В}}{3,33 \text{ м}} = 0,3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \tag{2}$$

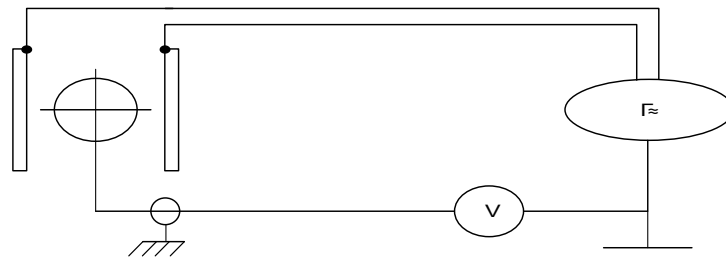


Рис. 2. Схема измерительного преобразователя

Проверка первичного измерительного преобразователя выполняется введением его внутрь пластин. Она должна находиться в геометрическом центре конденсатора.

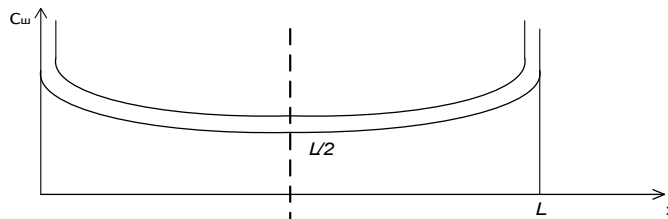


Рис. 3. Зависимость емкости измерительного преобразователя от координаты шара-зонда

На обкладки пластин подается эталонное напряжение с симметричного выхода генератора. Рассчитывается напряженность поля $E_э$. Измеряется напряжение поля с учетом коэффициента активного первичного измерительного преобразователя, который вычисляется следующим образом:

$$M_n = \frac{B_n \cdot M_э}{B_э}, \tag{3}$$

где B_n – напряжение антенны; $M_э$ – коэффициент преобразования установки.

Расчет магнитного поля. Для создания переменного магнитного поля от 100 Гц до 10 кГц используются кольца Гельмгольца и кольца Максвелла [7]. Кольца Гельмгольца состоят из двух катушек и обладают большой неравномерностью магнитного поля. Кольца Максвелла состоят из пяти катушек, которые создают более равномерное магнитное поле.

В рабочем объеме пять колец Максвелла, на вход которых подается переменный ток I , создается слабое магнитное поле H , А/м [1].

$$H = \frac{I \cdot K_e}{\mu_0} = \frac{B}{\mu_0}, \quad (4)$$

где I – ток в кольцах, А;

K_e – магнитная постоянная колец Максвелла;

μ_0 – магнитная проницаемость вакуума, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$, $\left(\frac{В \cdot с}{А \cdot м}\right)$.

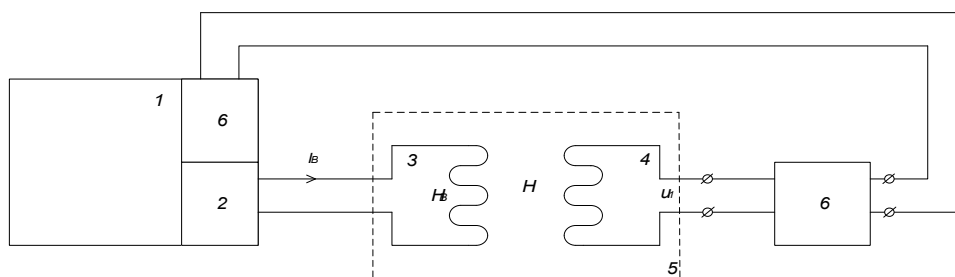


Рис. 4. Блок-схема калибровки магнитного измерительного преобразователя (ИП): 1 – измерительная система магнитного поля; 2 – НЧ генератор сигнала измерительной информации; 3 – кольца Максвелла; 4 – (ИП) магнитный; 5 – измерительное пространство колец Максвелла; 6 – селективный вольтметр

Коэффициент преобразования измерительного преобразователя магнитного поля K_n определяется выражением:

$$K_n = \mu_0 2\pi f K_{sw} K_{yc}, \quad (5)$$

где K_{yc} – коэффициент усиления усилителя;

f – частота ИС;

K_{sw} – постоянная измерительного преобразователя, м².

Значение K_{sw} измерительного преобразователя определяется выражением:

$$K_{sw} = \frac{K_n}{\mu_0 2\pi f K_{yc}} \quad (6)$$

Параметры ИП магнитного измеряются с помощью колец Максвелла в соответствии с блок-схемой, представленной на рис. 5.

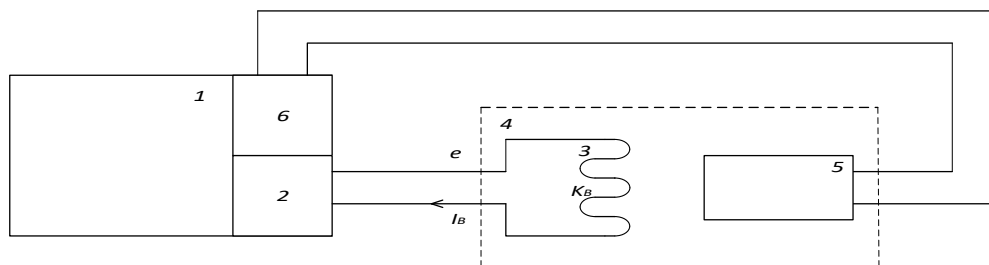


Рис. 5. Измерение магнитного момента исследуемого технического средства передачи (обработки):

1 – система измерительная автоматизированная; 2 – генератор сигналов измерительной информации низкочастотный; 3 – кольца Максвелла; 4 – измерительное пространство колец Максвелла;

5 – магнитная антенна; 6 – селективный вольтметр.

Ток I_b , протекая через кольца Максвелла, создает в замкнутом пространстве 5 напряженность поля.

$$H_m = \frac{I_e \cdot K_e}{\mu_0} \left(\frac{A}{M} \right),$$

где K_e – магнитная постоянная для конкретной конструкции колец Максвелла.

Ток I_e , протекая через кольца Гельмгольца, создает в замкнутом пространстве 5 напряженность поля.

$$H_r = \frac{I \cdot S}{2\pi r^3} \left(\frac{A}{M} \right).$$

Для нормированного значения напряженности поля H_m ток I_e в кольцах Максвелла определяется из формулы:

$$I_e = \frac{\mu_0 \cdot H_T}{K_e}.$$

Коэффициент преобразования K_n ИП магнитного поля 4 с усилителем 6 ($K_{yc} = 10$) определяется выражением:

$$K_n = \mu_0 2\pi f K_{sw} K_{yc} \quad (7)$$

где K_n – значение измерено в соответствии с блок-схемой;

K_{yc} – коэффициент усиления усилителя 6;

f – частота измерительного сигнала, 1 кГц;

K_{sw} – постоянная ИП магнитного поля, м².

Из формулы (7) следует, что постоянная K_{sw} ИП магнитного поля:

$$K_{sw} = \frac{K_n}{\mu_0 2\pi f K_{yc}}. \quad (8)$$

Использован измерительно-расчетный метод, основанный на измерении в точках, при которых значения напряженности поля превышает значения на границе контролируемой зоны (КЗ) с последующим пересчетом в точку КЗ.

Заключение. Показано, что каналы утечки электрического и магнитного полей рассеивания находятся в ближней зоне. Эти поля должны измерять обособленно, так как между ними отсутствует математическая зависимость.

Полученная установка измерения напряженности электрического поля с помощью конденсатора в виде параллельных плоских пластин и подачи на них эталонного напряжения обеспечивает калибровку (проверку) первичного измерительного преобразователя при внесении его в электрическое поле, измерением преобразованного на его выходе напряжения и определении коэффициента преобразования первичного измерительного преобразователя, что значительно упрощает и повышает чувствительность коэффициента преобразования.

Кольца Максвелла и Кольца Гельмгольца формируют эталонные напряженности поля, подачи на них эталонного тока обеспечивают калибровку первичных измерительных преобразователей магнитного поля при внесении их в область равномерного магнитного поля, что обеспечивает высокую помехозащищенность, высокую чувствительность коэффициента преобразования.

Список литературы

1. Железняк, В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам : учеб. пособие / В. К. Железняк. – СПб., 2006. – 188 с.
2. Савельев, И. В. Курс физики : учебник : в 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М. : Наука, 1989. – 464 с.
3. Князев, А. Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А. Д. Князев, А. Н. Кечиев, Б. В. Петров. – М. : Радио и связь, 1989. – 224 с.
4. Чертов, А. Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы) : справ. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 335 с.
5. Справочник по радиотехнике / под ред. Б. А. Смиренина. – М. : Гос. энерг. издательство, 1950. – 785 с.
6. ГОСТ Р 6746-94 «ГСИ. Меры электрической емкости. Общие технические требования»
7. Роткевич, В. Техника измерений при радиоприеме / В. Роткевич, П. Роткевич ; пер с польск. – М. : Связь, 1969. – 496 с.