

УДК 004.056

АНАЛИЗ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ, ОБРАЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ И МАГНИТНЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОЛЯМИ РАССЕЙВАНИЯ

М.В. ИЗОИТКО

(Представлено: д-р техн. наук, проф. В.К. ЖЕЛЕЗНЯК)

Рассмотрен анализ электрического и магнитного полей в низкочастотных каналах утечки информации.

Низкочастотные (НЧ) поля являются источниками утечки информации, которые обусловлены побочными излучениями речевых сигналов электрических и магнитных полей рассеивания.

Целью является оценка и калибровка электрических и магнитных полей рассеивания от утечки информации.

Для исследования электрических и магнитных полей рассеивания необходимо высокочувствительные первичные измерительные преобразователи с известными основными измерительными параметрами: [1] размерностями их единиц, а также источники электрических и магнитных полей [2] [1]. При анализе электромагнитных полей важное значение имеют понятия о ближней и дальней зонах распространения электромагнитной энергии в зависимости от расстояния до источника измерения.

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.

Расчёт электрического поля. Для расчёта и измерения электрического поля используем конденсатор с параллельными пластинами [5] в отличие от расчёта напряжённости электрического поля, выполненного в работе [1] как более сложный. Ёмкость конденсатора с двумя параллельными пластинами определяется [5]:

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

где S – площадь двух пластин, м²;

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

При подаче от источника напряжения (генератор низкочастотных сигналов с симметричным выходом) 1 В получаем $\frac{В}{м} = \frac{1}{3,33}$. Вводим в геометрический центр конденсатор с двумя пластинами с разме-

ром 1 м × 1 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.

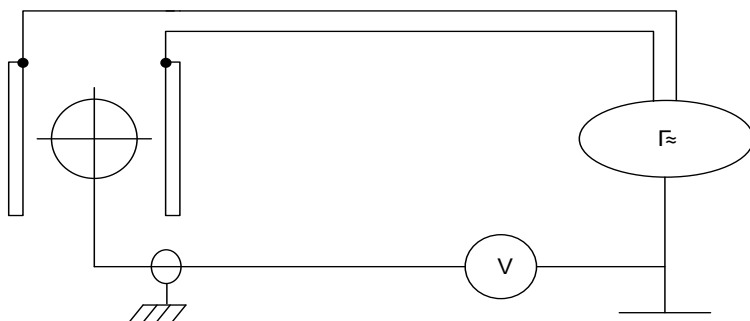


Рисунок 1. – Схема измерительного преобразователя

Ёмкость эталона поля определяется по формуле

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

где S – площадь двух пластин, м²;

d – расстояние между двумя пластинами, м.

Напряжённость поля внутри пластин при подаче на обкладки напряжения

$$E_3 = \frac{B_3}{M_3} = \frac{1 \text{ В}}{3,33 \text{ м}} = 0,3 \frac{\text{В}}{\text{м}}. \tag{2}$$

Проверка антенна выполняется внутри пластин. Она должна находиться в геометрическом центре конденсатора.

На обкладки пластин подается эталонное напряжение с симметричного выхода генератора. Рассчитывается напряжённость поля E_3 . Измеряется напряжение поля с учётом коэффициента активного первичного измерительного преобразователя который вычисляется следующим образом:

$$M_a = \frac{B_a \cdot M_3}{B_3}, \tag{3}$$

где B_a – напряжение антенны;

M_3 – коэффициент преобразования установки.

Для снижения методической погрешности и повышая точность измерений желательно определить ёмкость между проводами, подведёнными к конденсатору, генератора сигналов. Для этого воспользуемся формулой [3], но так как отношение d/D мало, формула примет вид

$$C = \frac{12,08}{\lg \frac{2D}{d}} \text{ мкФ/м},$$

где D – расстояние между центрами проводов;

d – диаметр провода.

Расчёт магнитного поля. Для создания переменного магнитного поля от 100 Гц до 1 кГц используются кольца Гельмгольца и кольца Максвелла [6]. Кольца Гельмгольца состоят из двух катушек и обладают большой неравномерностью магнитного поля. Кольца Максвелла состоят из пяти катушек, которые создают более равномерное магнитное поле.

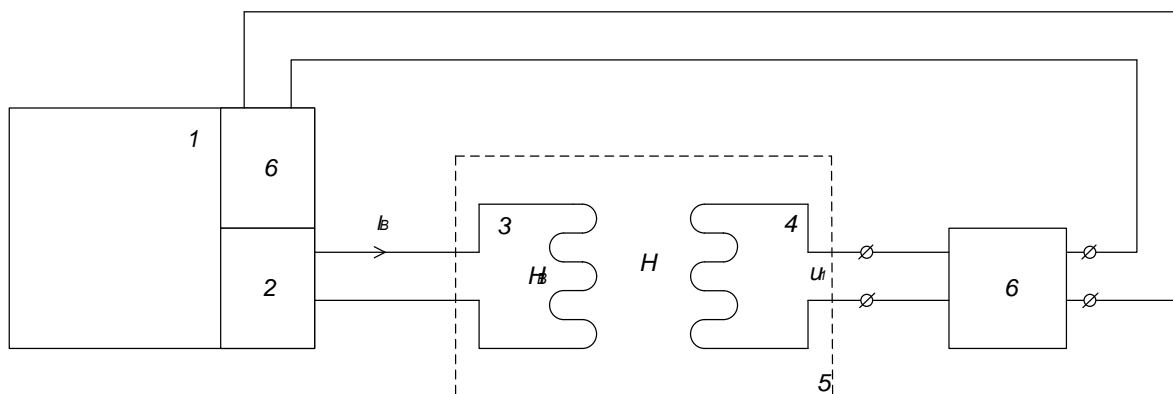
В рабочем объеме пять колец Максвелла, на вход которых подается переменный ток I , создается слабое магнитное поле H , А/м [1].

$$H = \frac{I \cdot K_B}{\mu_0} = \frac{B}{\mu_0}, \tag{4}$$

где I – ток в кольцах, А;

K_B – магнитная постоянная колец Максвелла;

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



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

Рисунок 2. – Блок-схема калибровки магнитного измерительного преобразователя (ИП)

Коэффициент преобразования измерительного преобразователя магнитного поля K_{Π} определяется выражением

$$K_{\Pi} = \mu_0 2\pi f K_{\text{сво}} K_{\text{ус}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{ус}}$ – коэффициент усиления усилителя;

f – частота ИС;

$K_{\text{сво}}$ – постоянная измерительного преобразователя, м².

Значение $K_{\text{сво}}$ измерительного преобразователя определяется выражением

$$K_{\text{сво}} = \frac{K_{\Pi}}{\mu_0 2\pi f K_{\text{ус}}}. \quad (6)$$

Параметры ИП магнитного измеряются с помощью колец Максвелла в соответствии с блок-схемой, представленной на рисунке 2.

Ток $I_{\text{в}}$, протекая через кольца Максвелла, создает в замкнутом пространстве H напряженность поля

$$H = \frac{I_{\text{в}} \cdot K_{\text{в}}}{\mu_0},$$

где $K_{\text{в}}$ – магнитная постоянная для конкретной конструкции колец Максвелла.

Для нормированного значения напряженности поля H_T ток $I_{\text{в}}$ в кольцах Максвелла определяется из формулы

$$I_{\text{в}} = \frac{\mu_0 \cdot H_T}{K_{\text{в}}}.$$

Коэффициент преобразования K_{Π} ИП магнитного поля 4 с усилителем 6 ($K_{\text{ус}} = 10$) определяется выражением

$$K_{\Pi} = \mu_0 2\pi f K_{\text{сво}} K_{\text{ус}}, \quad (7)$$

где K_{Π} – значение измерено в соответствии с блок-схемой;

$K_{\text{ус}}$ – коэффициент усиления усилителя 6;

f – частота измерительного сигнала, 1 кГц;

$K_{\text{сво}}$ – постоянная ИП магнитного поля, м².

Из формулы (7) следует, что постоянная $K_{\text{сво}}$ ИП магнитного поля

$$K_{\text{сво}} = \frac{K_{\Pi}}{\mu_0 2\pi f K_{\text{ус}}}. \quad (8)$$

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.

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.

Показан вариант расчёта для электрического поля и конструирование создания источника электрического поля, зависимость и расчёт для конкретных конструированных размеров.

С учетом возможности построения колец Максвелла только в условиях метрологического института, используются конкретные параметры, так как их особенностью является высокая точность и равномерность магнитного поля, что очень важно для измерения слабых магнитных полей (все это как-то должно быть озвучено ранее в тексте). Катушка магнитного преобразователя обеспечивает точку отсчёта в геометрическом центре катушки. Точка отсчёта напряжённости магнитного поля является геометрическим центром катушки, что обеспечивает высокую точность установления полученных результатов измерения. Конструктивно магнитные и электрические антенны имеют электрический и магнитный экран и отводящие провода экранированные (витые).

Полученная установка измерения напряжённости 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железняк В.К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учебное пособие/ В.К. Железняк; ГУАП. – СПб.: 2006. – 188 с.
2. Савельев И.В. Курс физики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 464 с. – ISBN 5-02-014431-2 (Т. 2).
3. Чертов А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы): Справ. пособие.– М: Высш. шк., 1990. –335 с.: ил ISBN 5-06-001011-2
4. Справочник по радиотехнике / под ред. Б.А. Смиренина. М.: Гос. энерг. издательство, 1950. – 785 с.
5. Князев А.Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учётом электромагнитной совместимости/А. Д. Князев, А. Н. Кечиев, Б. В. Петров. – М.: Радио и связь, 1989.-224 с.
6. Роткевич В. Роткевич П. Техника измерений при радиоприёме Пер с польск. -М.: Связь, 1969-496 с.
7. ГОСТ Р 6746-94 «ГСИ. Меры электрической ёмкости. Общие технические требования».