

СЕКЦИЯ IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ОБЗОР ПРИНЦИПОВ БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ ТОКОВ ДЛЯ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Е. А. Ильющиз

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Ю. А. Козусев

Измерения тока с помощью гальваномагнитных преобразователей Холла.

Принцип действия преобразователей Холла основан на использовании одноименного физического явления, заключающегося в появлении поперечной разности потенциалов (ЭДС Холла) на краях проводящей пластины, помещенной в магнитное поле, при условии, что по пластине протекает электрический ток:

$$E_x = kIB, \text{ В,}$$

где E_x – ЭДС Холла, В; k – коэффициент зависимости параметров используемого полупроводникового материала, соотношения геометрических размеров преобразователя и режима его работы; I – ток через пластинку, А; B – индукция магнитного поля, Тл.

Для повышения чувствительности устройства часто используют тороидальный сердечник, в зазор которого помещается датчик Холла (рис. 1) [1], [3].

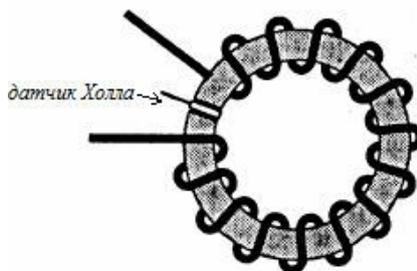


Рис. 1. Пример реализации датчика тока с использованием тороидального сердечника и датчика Холла

Измерения тока с помощью магниторезистора. Магниторезисторы – это электронные компоненты, действие которых основано на изменении электрического сопротивления материала при воздействии на него магнитного поля (магниторезистивный эффект). Если приложено магнитное поле B , то траектория носителей в магниторезисторе изменяется и представляет циклоиду, а столкновения носителей будут происходить чаще, так как время и длина свободного пробега носителей уменьшится. А это равносильно уменьшению скорости дрейфа или подвижности носителей и в итоге – проводимости:

$$\rho(B) = \rho_0 \left[1 + \frac{AB^2}{1 + \mu^2 B^2} \right];$$

$$\rho(B) = \rho_0 [1 + (\mu B)^2].$$

Наиболее популярен преобразователь магнитосопротивления в виде диска Корбино. Это плоский полупроводниковый диск с двумя электродами, один из которых припаян в центре диска, а другой – по его периметру. Достоинство такой формы в том, что при протекании тока через диск в радиальном направлении эффект Холла практически отсутствует и, следовательно, эффект изменения сопротивления в магнитном поле проявляется наиболее сильно [4].

Трансформаторный датчик тока. Бесконтактное измерение тока также можно осуществить с помощью трансформатора тока. На рис. 2 изображена схема такого устройства. Выходное напряжение определяется по следующей формуле [2]:

$$U \approx \left[\frac{I}{n} \right] 100,$$

где U – напряжение на выходе датчика; I – измеряемый ток; n – количество витков вторичной обмотки.

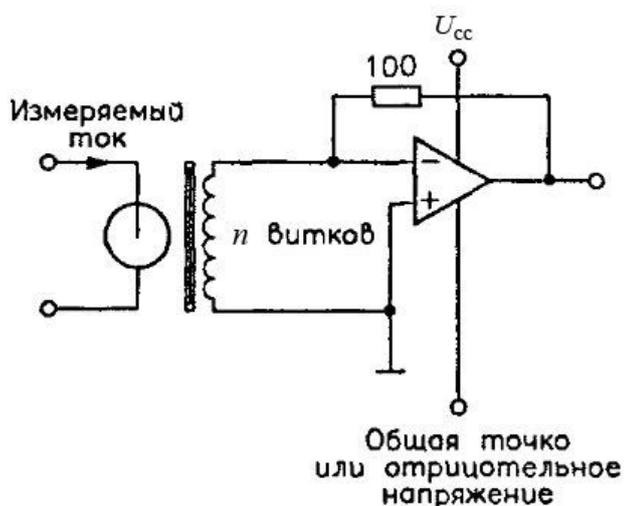


Рис. 2. Трансформаторный датчик тока

Данная схема применима только для измерения переменного тока.

Эффект Фарадея. Линейно поляризованное излучение после прохождения рабочего тела, обтекаемого током I , и, следовательно, находящегося в поле с магнитной индукцией B_0 , изменяет азимут плоскости поляризации на угол φ . Азимут плоскости поляризации излучения, выходящего из анализатора, ψ . Таким образом, согласно закону Малюса, поток излучения, попадающего на фотоприемник, приводит к появлению на его выходе фототока. Бесконтактное измерение тока с использованием Эффекта Фарадея из-за громоздкости и сложности с технической точки зрения реализации метода нашло применение, например, в исследовании диэлектриков и полупроводников, что позволяет наиболее точно определять их важнейшие характеристики: эффективную массу носителей заряда и параметры зонной структуры [4].

Кольцевой феррозонд. На рис. 3 изображен датчик тока с использованием кольцевых феррозондов, которые наименее подвержены влиянию магнитного поля Земли и других однородных полей.

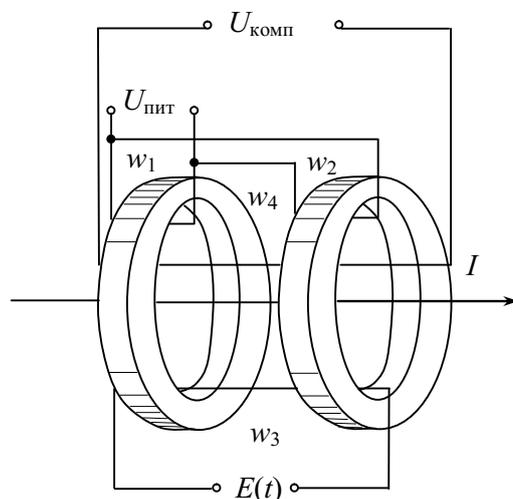


Рис. 3. Разработанный кольцевой феррозонд

Феррозонд выполнен на двух кольцевых сердечниках из феррита. Питающее напряжение подключено к первичным обмоткам ($w_1 = w_2$) и создает магнитные потоки. Компенсационная обмотка (w_4) предназначена для компенсации магнитного поля измеряемого тока. Четные гармоники наведенной в измерительной обмотке ЭДС суммируются, формируя сигнал $E(t)$, пропорциональный измеряемому току и определяемый выражением

$$E(t) = 4\omega w_3 s B_0 \sum_{n=1}^{\infty} n \mu_{2n} \sin(2n\omega t), \text{ В,}$$

где $\omega = 2\pi f$ – частота тока возбуждения, рад; w_3 – число витков измерительной обмотки, шт.; s – площадь поперечного сечения одного сердечника, м^2 ; n – номер гармоники; $\mu_{2n} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \mu_d(\omega t) \cos(2n\omega t) d(\omega t)$ – амплитуды четных гармоник магнитной проницаемости; μ_d – дифференциальная магнитная проницаемость.

Литература

1. Говорков, В. А. Электрические и магнитные поля / В. А. Говорков. – М. : Энергия, 1968.
2. Толстов, Ю. Г. Измерительные трансформаторы постоянного тока и напряжения / Ю. Г. Толстов. – М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1961.
3. Абрамзон, Г. В. Электрические клещи постоянного тока / Г. В. Абрамзон. – Измер. техн., 1973.
4. Разин, Г. И. Бесконтактное измерение электрических токов / Г. И. Разин, А. П. Щелкин. – М. : Атомиздат, 1974.