Использование в физическом эксперименте устройств на основе датчика Холла

Григорьев М. Г., Авдеева Д. К., Турушев Н. В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

При движении электрического заряда в магнитном поле на него воздействует отклоняющая сила. Именно на этом принципе основана работа таких экспериментальных установок, как синхрофазотрон, широко использующихся в исследованиях в области физики элементарных частиц: в них заряженные частицы оказываются пойманными в тороидальную (в форме бублика) магнитную ловушку и летают по кругу внутри неё. В малых масштабах этот эффект используется в устройстве микроволновой печи — в ней электроны, циркулируя в магнитном поле, производят сверхвысокочастотное излучение, разогревающее пищу.

Представьте, что на столе перед вами лежит кусок проводящей проволоки, а магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости крышки стола. Если по проволоке пропустить ток, магнитное поле заставит заряды внутри провода отклоняться в одну сторону (вправо или влево от направления тока, в зависимости от ориентации магнитного поля и полярности зарядов). Смещаясь от направления прямолинейного движения внутри проводника, заряды будут скапливаться в приграничной зоне, пока силы взаимного электростатического отталкивания между ними, возникающие в силу закона Кулона, не уравновесят отклоняющую силу воздействия магнитного поля на ток. После этого ток снова потечёт прямолинейно, однако на проводнике возникнет разность электрических потенциалов в плоскости, перпендикулярной как направлению тока, так и направлению силовых линий магнитного поля, вызванная перераспределением электрических зарядов в плоскости сечения проводника, а величина этой разности потенциалов будет пропорциональна силе тока и напряженности магнитного поля.

Первым поперечное электрическое напряжение, возникающее под воздействием внешнего магнитного поля, по вышеописанной схеме измерил в 1879 году Эдвин Холл. Он осознал, что направление вектора напряжения будет зависеть от того, какие заряды (отрицательные или положительные) являются носителем тока. В результате проведённых опытов, Холл первым в мире наглядно продемонстрировал, что электрический ток в металлах создаётся направленным движением отрицательно заряженных электронов. А до этого опыта учёные сомневались и относительно полярности зарядов-носителей тока, и относительно того, воздействует ли магнитное поле на заряженные частицы внутри проводника или на саму неподвижную структуру проводника. Прошло более столетия после экспериментов Холла, и германский физик Клаус фон Клитцинг открыл квантово-механический аналог эффекта Холла, за что и был в 1985 году удостоен Нобелевской премии по физике.

На основе данного эффекта были спроектированы несколько приборов для проведения лабораторных работ.

На операционных усилителях можно собрать универсальный прибор для определения полюсов магнитов и определения величины магнитной индукцией магнитного поля.

Для измерения массы и веса тела можно исполь¬зовать вышеописанный датчик Холла. Прибор для этой цели состоит из плоской коробочки, на дне которой находится датчик Холла. Сверху находится стальная упругая пластинка, к которой прикреплен неодимовый магнит. При помещении на упругую пластинку тела, вес которого нужно определить, расстояние между магнитом и датчиком Холла уменьшается, следовательно, напряжение на выходе датчика Холла увеличивается. Для увеличения выходного напряжения до 5 В датчик Холла подключен к усилителю, выполненным на ОУ.

Для измерения угловой скорости, скорости ветра или частоты вращения можно использовать вращающийся диск. Диск можно взять из набора для вращательного движения или (вместе с опорным подшипником) из старого проигрывателя. Снизу к диску приклеива¬ют магнит, а на подставке устанавливают датчик Холла. При прохождении магнита около датчика Холла, на его выходе появляется напряжение, которое усиливается усилителем датчика Холла. При вращении диска на выходе усилителя появляется серия импульсов. Ее направляют на преобразователь «частота-напряжение». С выхода преобразователя напряжение 0–5В подают на демонстрационный вольтметр, шкала которого проградуирована в единицах частоты вращения или угловой скорости. Для вывода информации на экран ПК напряжение подают на вход USB микроконтроллера.

Использование тензодатчиков в физических экспериментах позволяет визуализировать демонстрационные эксперименты по механике, молекулярной физике, термодинамике и электромагнетизму.

Список литературы:

1.Зайцев В.И. Эффект Холла//Исследование физических процессов/А.В.Петров, С.И.Ковалев –М., 2005.-С.155-156.
2.http://radiokot.ru/lab/analog/20/
3.http://kosinov.314159.ru/kosino