

Электротехника

Тема: **Магнитная цепь: понятие, классификация индукции**

Магнитная цепь — последовательность магнетиков, по которым проходит магнитный поток. Различают замкнутые магнитные цепи, в которых магнитный поток почти полностью проходит в ферромагнитных телах, и с зазором (например, воздушным). Понятием магнитная цепь широко пользуются при электротехнических расчетах трансформаторов, электрических машин, реле и др. Простейшая магнитная цепь — сердечник кольцевой катушки.

Магнитодвижущая сила (МДС) — физическая величина, характеризующая способность электрических токов создавать магнитные потоки. Используется при расчетах магнитных цепей; аналог ЭДС в электрических цепях.

Величина измеряется в амперах (СИ) или же в гилбертах (СГС), причём $1 \text{ A} = \frac{4\pi}{10} = 1,257 \text{ Гб}$. На практике для обозначения единицы МДС часто используется термин «ампер-виток», численно равный единице в СИ.

Магнитодвижущая сила \mathcal{F} в индукторе или электромагните вычисляется по формуле:

$$\mathcal{F} = \omega I$$

где ω — количество витков в обмотке, I — ток в проводнике.

Выражение для магнитного потока в магнитной цепи, также известное как закон Хопкинса, имеет следующий вид:

$$\mathcal{F} = \Phi R_m$$

где Φ — величина магнитного потока, R_m — магнитное сопротивление проводника. Данная запись является аналогом закона Ома в магнитных цепях.

Классификация магнитных цепей.

По типу МДС

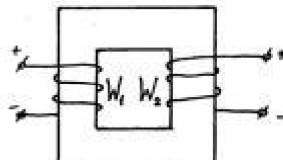
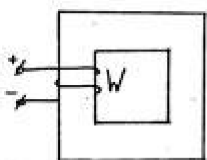
- магнитные цепи с постоянной МДС (магнитодвижущей силой)
- магнитные цепи с переменной МДС

По параметрам

- однородные мц, у которых на всей длине магнитные цепи сечение, материал и индукция одинаковой по всей длине мц
- неоднородные мц

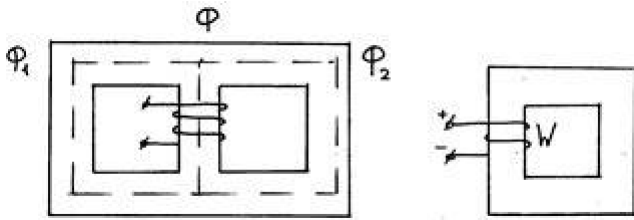
По количеству источников МДС

- простые
- сложные



По виду:

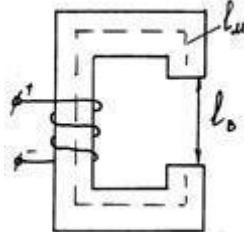
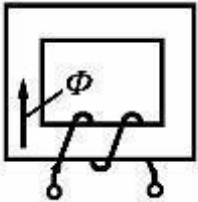
- разветвлённые мц
- неразветвлённые



По наличию воздушных зазоров.

- замкнутые

- разомкнутые



Явление электромагнитной индукции заключается в том, что в результате изменения во времени магнитного потока, который пронизывает замкнутый проводящий контур, в контуре возникает электрический ток. Открыто это явление было физиком из Великобритании Максом Фарадеем в 1831 году.

Формула магнитного потока

Введем обозначения, необходимые нам для записи формулы. Для обозначения магнитного потока используем букву Φ

, площади контура – S , модуля вектора магнитной индукции – B , α – это угол между вектором \vec{B} и нормалью \vec{n} к плоскости контура.

Магнитный поток, который проходит через площадь замкнутого проводящего контура, можно задать следующей формулой:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Проиллюстрируем формулу.

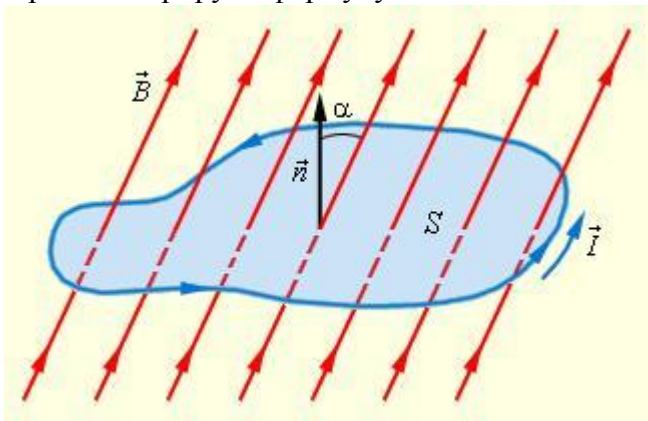


Рисунок 1.20.1

. Магнитный поток через замкнутый контур. Направление нормали \vec{n} и выбранное положительное направление \vec{l} обхода контура связаны правилом правого буравчика.

За единицу магнитного потока в СИ

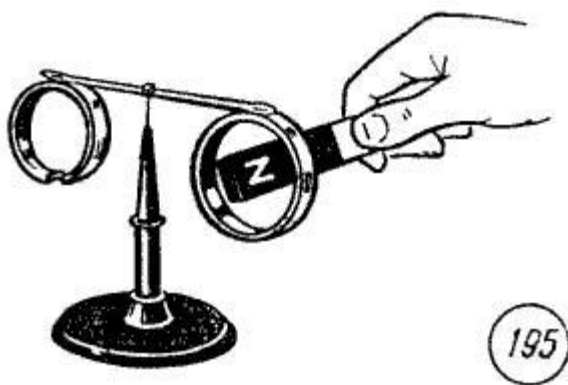
принят 1 вебер (Вб). Магнитный поток, равный 1 Вб, может быть создан в плоском контуре площадью 1 м² под воздействием магнитного поля с индукцией 1 Тл, которое пронизывает контур по направлению нормали.

1 Вб=1 Тл·м²

Тема: Правило Ленца.

Опыт показывает, что направление индукционного тока в контуре зависит от того, возрастает или убывает магнитный поток, пронизывающий контур, а также от направления вектора индукции магнитного поля относительно контура. Общее правило, позволяющее определить направление индукционного тока в контуре, было установлено в 1833 г. Э. Х. Ленцем.

Правило Ленца можно наглядно показать с помощью легкого алюминиевого кольца (рис. 195).



Опыт показывает, что при внесении постоянного магнита кольцо отталкивается от него, а при удалении притягивается к магниту. Результат опытов не зависит от полярности магнита.

Отталкивание и притяжение сплошного кольца объясняется возникновением индукционного тока в кольце при изменениях магнитного потока через кольцо и действием на индукционный ток магнитного поля. Очевидно, что при вдвигании магнита в кольцо индукционный ток в нем имеет такое направление, что созданное этим током магнитное поле противодействует внешнему магнитному полю, а при выдвигании магнита индукционный ток в нем имеет такое направление, что вектор индукции его магнитного поля совпадает по направлению с вектором индукции внешнего поля.

Общая формулировка правила Ленца: возникающий в замкнутом контуре индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток через площадь, ограниченную контуром, стремится компенсировать то изменение магнитного потока, которым вызывается данный ток.

Закон электромагнитной индукции. Экспериментальное исследование зависимости ЭДС индукции от изменения магнитного потока привело к установлению закона

электромагнитной индукции: ЭДС индукции в замкнутом контуре пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

В СИ единица магнитного потока выбрана такой, чтобы коэффициент пропорциональности между ЭДС индукции и изменением магнитного потока был равен единице. При этом закон электромагнитной индукции формулируется следующим

образом: ЭДС индукции в замкнутом контуре равна модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$|\mathcal{E}_i| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (54.2)$$

С учетом правила Ленца закон электромагнитной индукции записывается следующим образом:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Задачи для самостоятельного решения:

1. Магнитная индукция электротехнической стали составляет 1,5 Тл, площадь поперечного сечения сердечника, изготовленного из этой стали, 0,003 м². Определите магнитный поток, пронизывающий сердечник.
2. Определите магнитную индукцию поля, если оно действует на проводник с силой 6 Н. Рабочая длина проводника, помещенного в магнитное поле, составляет 0,4 м, а ток, протекающий по нему, 15 А.

Ответ до 30.04

Рекомендованная литература: Г. В. Ярочкина. Основы электротехники