

Работа 358

Преобразование тока и напряжения в трансформаторе

Решаемые задачи

- Изучение зависимости выходного напряжения ненагруженного трансформатора от входного напряжения для различного сочетания числа витков первичной и вторичной обмоток.
 - Изучение зависимости выходного тока при короткозамкнутой нагрузке от входного тока трансформатора для различного сочетания числа витков первичной и вторичной обмоток.
 - Изучение автотрансформатора.
-
-

Трансформатор обычно состоит из двух или более индуктивно связанных обмоток, намотанных на ферромагнитном (как правило железном) сердечнике. Трансформаторы используются для преобразования переменного напряжения по величине. Частота напряжения при таком преобразовании остается неизменной.

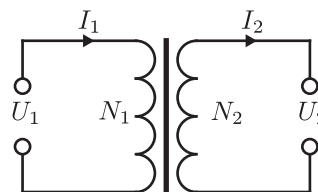
Входное напряжение подается на обмотку, которую называют «первичной», выходное напряжение снимают с «вторичной» обмотки. Переменный ток в первичной обмотке приводит к появлению в сердечнике переменного магнитного потока. Переменный магнитный поток, в свою очередь, приводит к возникновению э.д.с. индукции во вторичной обмотке трансформатора.

Независимо от конструкции трансформатора преобразование напряжения «идеального» трансформатора без нагрузки определяется отношением количества витков в соответствующих обмот-

ках:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (\text{при } I_2 = 0), \quad (1)$$

где U_1 — напряжение на первичной обмотке, U_2 — напряжение на вторичной обмотке, N_1 — число витков первичной обмотки, N_2 — число витков вторичной обмотки.



В режиме короткого замыкания (т.е. когда выходы вторичной обмотки соединены между собой) для «идеального» трансформатора преобразование токов обратно пропорционально отноше-

нию числа витков:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad (\text{при } U_2 = 0), \quad (2)$$

где I_1 — сила тока в первичной обмотке, I_2 — сила тока во вторичной обмотке.

Поведение трансформатора под произвольной нагрузкой зависит от конструкции трансформатора. Выходное напряжение трансформатора для разных вариантов построения трансформатора изучается в работе РЗ.4.5.2.

Если первичная и вторичная обмотки трансформатора отделены друг от друга с помощью изоляции (т.е. не имеют электрического контакта и связаны друг с другом только посредством магнитного поля), то такой трансформатор называют разделительным. Разделительные трансформаторы применяются там, где необходима гальваническая развязка (отсутствие прямого электрического контакта) первичной и вторичной цепей, а

также изоляция подключаемого оборудования от контура заземления.

Конструкцию трансформатора, обмотки которого имеют электрическое соединение друг с другом (т.е. когда часть витков является одновременно частью первичной и вторичной обмоток) называют автотрансформатором. Такие трансформаторы используются только для преобразования напряжения. Преимуществом автотрансформаторов является меньший расход железа для сердечника, меди для обмоток, меньший вес и габариты, и в итоге — меньшая стоимость, недостатком — отсутствие электрической изоляции между первичной и вторичной цепью.

В этой работе изучается преобразование токов и напряжений в «мягком» трансформаторе (в котором первичная и вторичная обмотки размещены на разных сторонах магнитопровода) без нагрузки.

Оборудование

Трансформатор для экспериментов	1 шт.	562801
Мультиметр LDanalog 20	2 шт.	531120
Источник переменного тока	1 шт.	52135
Соединительный провод 100 см. черный	6 шт.	500444

Порядок выполнения работы

Замечания по безопасности

Увеличивайте переменное напряжение, которое подается на трансформатор постепенно и не очень быстро. (При резком увеличении напряжения есть опасность повреждения измерительных приборов из-за больших токов — возможно 100-кратное превышение силы тока).

Избегайте перегрева трансформатора — не превышайте максимальные значения напряжения и силы тока, указанные на панели экспериментального трансформатора (562 801).

- Максимально допустимое напряжение переменного тока в обмотке — 15 В переменного тока.
- Максимально допустимая потребляемая мощность — 40 Вт

Проведение измерений

Преобразование напряжения в режиме холостого хода (без нагрузки)

Соедините трансформатор, источник переменного тока и мультиметры согласно рис. 1. Мультиметры переключите в режим измерения переменного напряжения «V~», предел измерения — 10 В. Отношение числа витков первичной и вторичной обмоток можно изменять с помощью переключателей на передней панели трансформатора (см рис. 2).

- Соберите схему с отношением числа витков $N_1 : N_2 = 300 : 150$ (рис. 2б).

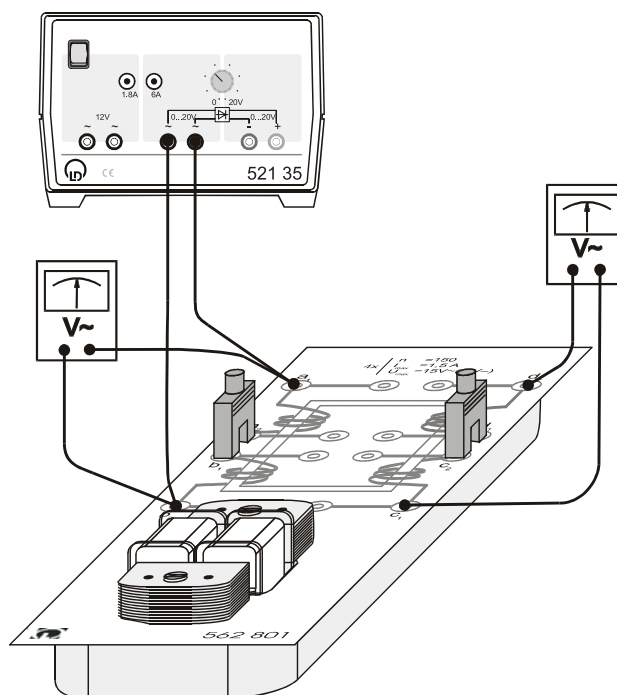


Рис.1. Экспериментальная установка для изучения трансформатора в режиме холостого хода (без нагрузки).

- Поверните ручку регулировки напряжения на источнике тока в минимальное положение (против часовой стрелки до упора).
- Включите источник тока. Плавно изменяйте напряжение U_1 от 1 до 10 В с шагом 1 В, для каждого значения U_1 измерьте напряжение на вторичной обмотке U_2 . Результаты измерений занесите в таблицу.
- После окончания измерений плавно уменьшите напряжение источника тока до минимума.
- Измените схему и повторите измерения для отношения числа витков $N_1 : N_2 = 150 : 300$ (рис. 2в).
- Измените схему и повторите измерения для отношения числа витков $N_1 : N_2 = 300 : 300$ (рис. 2а).
- Выключите источник тока.

Преобразование тока в режиме короткого замыкания

Соедините трансформатор, источник переменного тока и мультиметры согласно рис. 3. Мультиметры переключите в режим измерения переменного тока «А~», предел измерения — 1 А или 3 А. Отношение числа витков первичной и вторичной обмоток можно изменять с помощью перемычек на передней панели трансформатора.

- Соберите схему с отношением числа витков $N_1 : N_2 = 300 : 150$ (рис. 3б).
- Поверните ручку регулировки напряжения на источнике тока в минимальное положение (против часовой стрелки до упора).

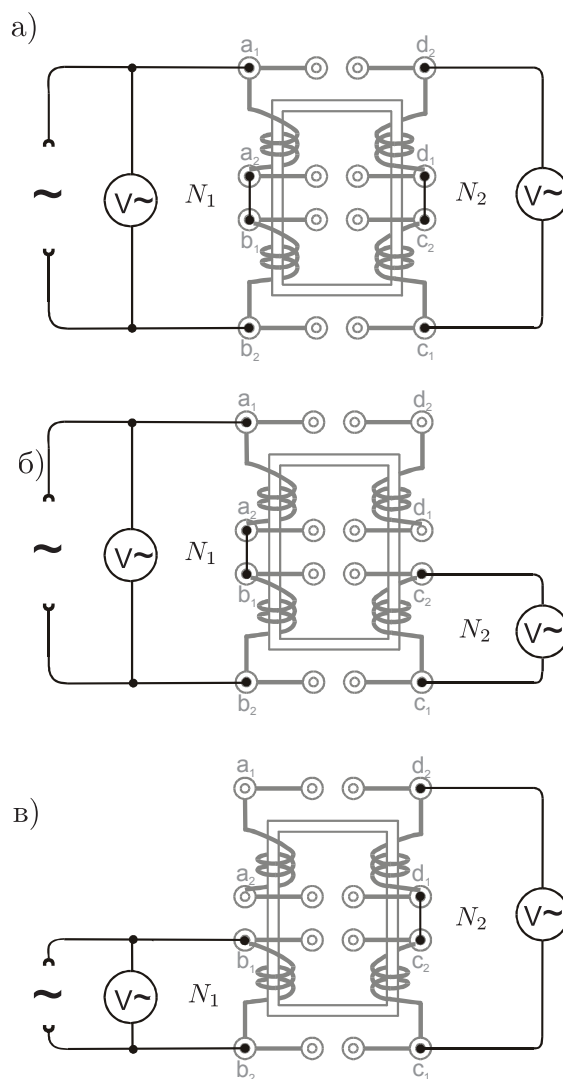


Рис.2. Преобразование напряжения — схема соединений экспериментальной установки для измерения зависимости напряжения на вторичной обмотке U_2 от напряжения на первичной обмотке U_1 при разном отношении числа витков обмоток: а) $N_1 : N_2 = 300 : 300$, б) $N_1 : N_2 = 300 : 150$, в) $N_1 : N_2 = 150 : 300$.

- Включите источник тока. Плавно изменяйте силу тока I_1 от 0,1 до 1,0 А с шагом 0,1 А; для каждого значения I_1 измерьте силу тока во вторичной обмотке I_2 . Результаты измерений занесите в таблицу.

Внимание: Сила тока I_2 не должна превышать 1,5 А! Следите за показаниями соответствующего мультиметра при регулировке тока I_1 .

- После окончания измерений плавно уменьшите напряжение источника тока до минимума.
- Измените схему и повторите измерения для отношения числа витков $N_1 : N_2 = 150 : 300$ (рис. 3в).
- Измените схему и повторите измерения для отношения числа витков $N_1 : N_2 = 300 : 300$ (рис. 3а).
- Выключите источник тока.

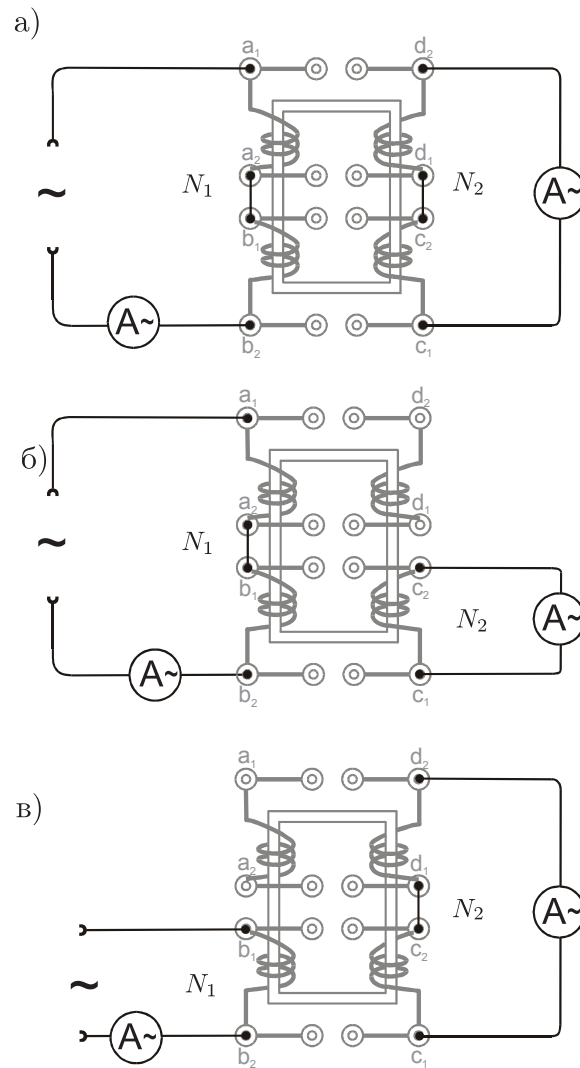


Рис.3. Преобразование тока — схема соединений экспериментальной установки для измерения зависимости тока во вторичной обмотке I_2 от тока в первичной обмотке I_1 при разном отношении числа витков обмоток: а) $N_1 : N_2 = 300 : 300$, б) $N_1 : N_2 = 300 : 150$, в) $N_1 : N_2 = 150 : 300$.

Разделительный трансформатор и автотрансформатор

- Соберите схему для изучения разделительного трансформатора с отношением числа витков $N_1 : N_2 = 150 : 150$ (рис. 4а).
- Поверните ручку регулировки напряжения на источнике тока в минимальное положение (против часовой стрелки до упора).
- Включите источник тока. Плавно изменяйте напряжение U_1 от 1 до 10 В с шагом 1 В; для каждого значения U_1 измерьте напряжение на вторичной обмотке U_2 . Результаты измерений занесите в таблицу.
- После окончания измерений плавно уменьшите напряжение источника тока до минимума.
- Соберите схему для изучения автотрансформатора с отношением числа витков $N_1 : N_2 = 300 : 150$ (рис. 4б).

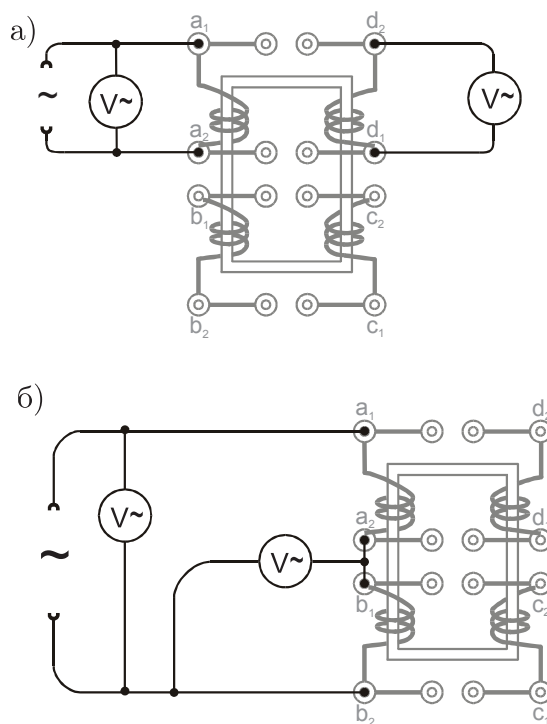


Рис. 4. а) Схема соединений для изучения разделительного трансформатора с отношением числа витков $N_1 : N_2 = 150 : 150$. б) Схема соединений для изучения автотрансформатора с отношением числа витков $N_1 : N_2 = 3000 : 150$.

- Поверните ручку регулировки напряжения на источнике тока в минимальное положение (против часовой стрелки до упора).
- Включите источник тока. Плавно изменяйте напряжение U_1 от 1 до 10 В с шагом 1 В; для каждого значения U_1 измерьте напряжение на вторичной обмотке U_2 . Результаты измерений занесите в таблицу.
- Выключите источник тока.

Обработка результатов

Преобразование напряжения в режиме холостого хода (без нагрузки)

На одной координатной плоскости постройте графики зависимости напряжения на вторичной обмотке U_2 от напряжения на первичной обмотке U_1 для разного отношения количества витков $N_1 : N_2$. На графике также постройте теоретические зависимости $U_2(U_1)$, полученные из уравнения 1 для каждого отношения $N_1 : N_2$.

Объясните полученные результаты.

Преобразование тока в режиме короткого замыкания

На одной координатной плоскости постройте графики зависимости силы тока во вторичной обмотке I_2 от силы тока в первичной обмотке I_1 для разного отношения количества витков $N_1 : N_2$. На графике также постройте теоретические зависимости $I_2(I_1)$, полученные из уравнения 2 для каждого отношения $N_1 : N_2$.

Объясните полученные результаты.

Разделительный трансформатор и автотрансформатор

На одной координатной плоскости постройте графики зависимости напряжения на вторичной обмотке U_2 от напряжения на первичной обмотке U_1 для разделительного трансформатора и автотрансформатора. На графике также постройте теоретические зависимости $U_2(U_1)$, полученные из уравнения 1 для каждого отношения $N_1 : N_2$.

Объясните полученные результаты.

Вопросы для подготовки

1. Электромагнитная индукция. Взаимная и самоиндукция.
2. Магнитные цепи. Магнитодвижущая сила.
3. Назначение и устройство трансформатора. Роль сердечника.
4. Принцип действия трансформатора. Уравнение электрического равновесия. Коэффициент трансформации.
5. Холостой ход трансформатора. Векторная диаграмма.
6. Режим нагрузки. Способность саморегулирования трансформатора.
7. Режим короткого замыкания.
8. Потери в трансформаторе. Способы их определения.