

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электроснабжения и
электротехники

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
Рабочая тетрадь для студентов
Заочного отделения

МИНСК 20__

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | _____ | _____ | _____ |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И КОНДЕНСАТОРА. РЕЗОНАНС НАПРЯЖЕНИЙ

Цель работы: Изучить и экспериментально проверить основные свойства электрической цепи переменного тока с нагрузкой в виде последовательного соединения активного, индуктивного и ёмкостного сопротивлений. Исследовать резонанс напряжений.

Программа и порядок выполнения работы

Опыт 1: Исследовать простейшие электрические цепи переменного тока, имеющие резистор, катушку индуктивности или конденсатор.

а) Собрать электрическую цепь согласно схеме, представленной на рисунке 2.5.

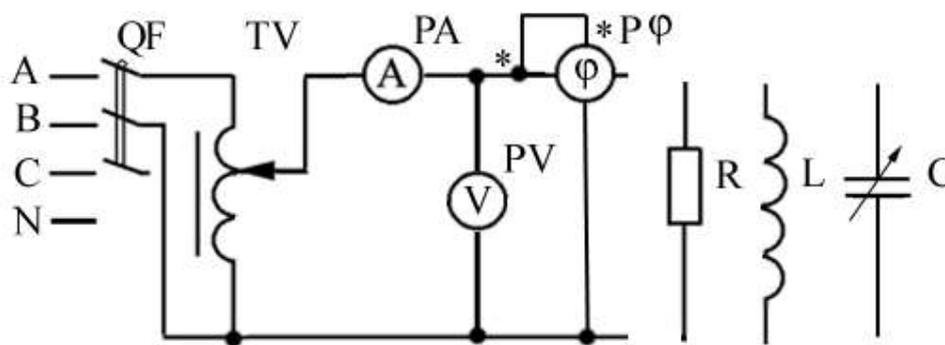


Рис. 2.5 Схема лабораторной установки для опыта 1.

Резистор R , катушка индуктивности L , конденсатор переменной ёмкости C поочередно подключаются к электрической цепи в виде нагрузки для исследования.

б) При помощи лабораторного автотрансформатора (ЛАТр) установить на входе электрической цепи напряжение 50 В.

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | _____ | _____ | _____ |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

Для каждого из подключенных в цепь нагрузочных элементов произвести измерения, результаты измерений занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Исследование элементов цепей переменного тока.

| Характер нагрузки | Показания приборов | | | | Результаты расчетов | | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------|------------|------------|---------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | φ | $\cos\varphi$ | I , А | U , В | S , ВА | P , Вт | Q , вар | R , Ом | L , Гн | C , мкФ |
| R (активная) | | | | | | | | | | |
| L (индуктивная) | | | | | | | | | | |
| C (ёмкостная) | | | | | | | | | | |

Входящие в таблицу данные имеют следующий смысл:

φ — разность фаз между напряжением и током в цепи при данном виде нагрузки (активная, индуктивная, ёмкостная);

$\cos\varphi$ — коэффициент мощности;

I, U — ток и напряжение в цепи.

в) По показаниям прибора определить:

$S = UI$, В·А — полную мощность электрической цепи;

$P = UI \cos\varphi$, Вт — активную мощность;

$Q = UI \sin\varphi$, Вар — реактивная мощность;

R — активное сопротивление цепи;

L — индуктивность цепи;

C — ёмкость цепи.

При расчете следует помнить, что

$$Z = \frac{U}{I}, \quad R = \frac{U}{I} \cos\varphi, \quad X = \frac{U}{I} \sin\varphi, \quad X = X_L - X_C,$$

$$X = 2\pi fL, \quad X = \frac{1}{2\pi fC}, \quad f = 50 \text{ Гц}$$

Результаты расчетов свести в таблицу 2.1.

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | _____ | _____ | _____ |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

Убедиться в следующем:

1) при активном сопротивлении нагрузки цепи напряжение и ток совпадают по фазе $\varphi = 0$;

2) при индуктивной нагрузке ток в цепи отстает по фазе от напряжения. В идеальном случае, когда сопротивление катушки носит чисто индуктивный характер, $\varphi = 90^\circ$. Для реальной катушки $\varphi < 90^\circ$;

3) при ёмкостной нагрузке ток в цепи опережает по фазе напряжение. В идеальном случае, когда сопротивление конденсатора носит чисто ёмкостной характер, $\varphi = -90^\circ$;

4) при активном сопротивлении нагрузки цепи реактивная мощность $Q = 0$ и полная мощность цепи равна активной $S = P$;

5) при нагрузке в виде катушки индуктивности или конденсатора полная мощность цепи будет иметь как активную, так и реактивную составляющие:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

Опыт 2 Исследовать электрическую цепь переменного тока с последовательным соединением R, L, C .

а) Собрать электрическую цепь согласно электрической схеме, представленной на Рис. 2.6, используя те же приборы и элементы.

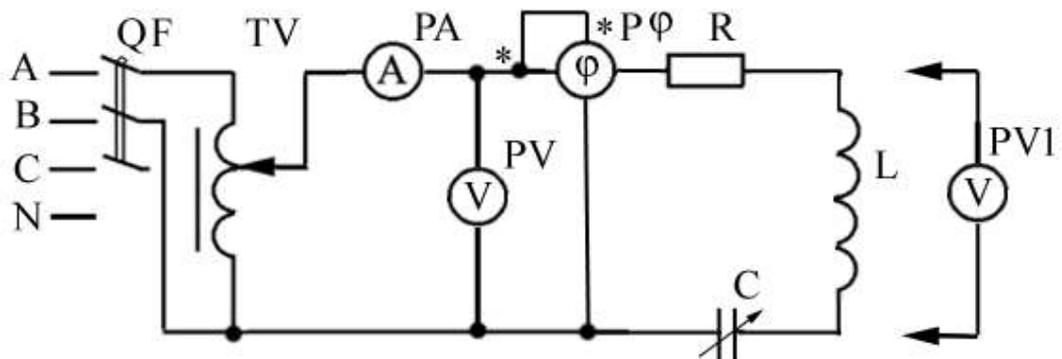


Рис. 2.6 Схема лабораторной установки для опыта 2.

б) При помощи лабораторного автотрансформатора установить на входе электрической цепи напряжение 80 В.

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

Тумблером на лабораторном стенде установить значение ёмкости конденсатора 6 мкФ, показания приборов записать в таблицу 2.2.

в) Придавая ёмкости конденсатора ряд последовательных значений $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$, обязательно добиться резонанса и произвести измерения как минимум для двух значений ёмкости до резонанса и двух — после резонанса и выполнить расчет соответствующих электрических величин в цепи, заполнить таблицу 2.2.

г) Произвести анализ полученных результатов и убедиться в следующем:

- ток и напряжение в цепи с последовательно включенными активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлениями в обычно не совпадают по фазе $0^\circ < \varphi < 90^\circ$.
- ток в цепи при резонансе напряжений достигает максимума;
- падение напряжения на индуктивном и ёмкостном сопротивлениях возрастает и может превышать по величине значение напряжения, приложенного ко всей цепи.

Таблица 2.2

Результаты исследования цепи с последовательным соединением элементов R, L, C .

| Значение ёмкости цепи, мкФ | Измерено | | | | | | | Вычислено | | | | | | |
|----------------------------|----------|--------|----------|----------|----------|-------------------|---------------|-----------|---------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | $U, В$ | $I, А$ | $U_R, В$ | $U_L, В$ | $U_C, В$ | $\varphi, ^\circ$ | $\cos\varphi$ | $S, ВА$ | $P, Вт$ | $Q, Вар$ | $R, Ом$ | $X_L, Ом$ | $X_C, Ом$ | $Z, Ом$ |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

$$Z = \frac{U}{I}, \quad R = \frac{U}{I} \cos \varphi, \quad X_C = \frac{U_C}{I} \sin \varphi_c \approx \frac{U_C}{I},$$

φ_L и φ_C взять из таблицы

$$X_L = X - X_C \text{ или } X_L = \frac{U_L}{I} \sin \varphi_L$$

| | | | |
|-----------|-----------------------|----------------|-----------------|
| СТУДЕНТ : | _____ (Фамилия И. О.) | _____ (группа) | _____ (Подпись) |
|-----------|-----------------------|----------------|-----------------|

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИСПЫТАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Цель работы: Ознакомление с устройством и принципом действия однофазного трансформатора. Испытание трансформатора в нагруженном режиме, режимах холостого хода и короткого замыкания.

Программа работы и методика ее выполнения

1 Опыт холостого хода

После сборки схемы движок ЛАТРа установить в положение, соответствующее минимальному напряжению на входе трансформатора, включить рубильник питания лабораторного стола. Увеличить при помощи ЛАТРа на-пряжение на первичной обмотке исследуемого трансформатора до номинального значения $U_{1н} = 220 \text{ В}$.

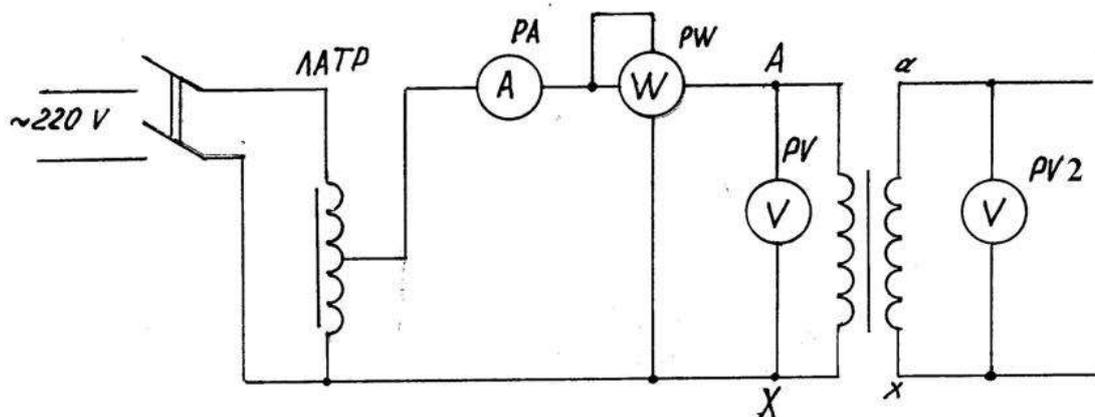


Рис. 6.4 — Схема опыта холостого хода трансформатора

Произвести измерение тока холостого хода в первичной обмотке трансформатора I_0 , мощности потребляемой на холостом ходу P_0 , напряжения на выходе вторичной обмотки трансформатора U_2 , вычислить коэффициент трансформации k_T . Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

Опыт холостого хода

| Измерено | | | | Вычислено |
|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------------|
| $U_{1н}, \text{В}$ | $I_0, \text{А}$ | $P_0, \text{Вт}$ | $U_2, \text{В}$ | $k_T = \frac{U_2}{U_1}$ |
| | | | | |

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | _____ | _____ | _____ |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

2 Опыт нагруженного режима

Для проведения опыта в нагруженном режиме работы трансформатора собрать схему, представленную на рисунке 6.5. В цепь вторичной обмотки исследуемого трансформатора включается амперметр $PA2$ и переменное сопротивление нагрузки R_H . Роль переменного сопротивления нагрузки R_H играет ламповый реостат, позволяющий скачкообразно изменять ток.

При помощи ЛАТРа устанавливается на первичной обмотке трансформатора номинальное значение напряжения $U_{1H} = 220 \text{ В}$.

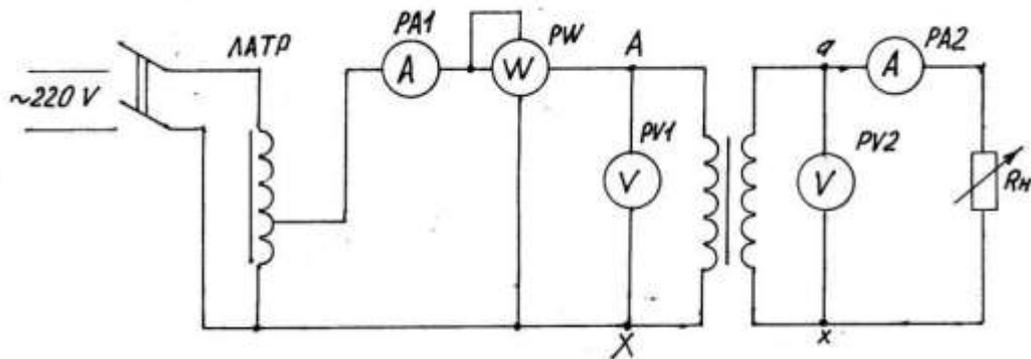


Рис.6.5 — Схема опыта нагруженного режима трансформатора

Тумблерами включения нагрузки постепенно ток вторичной обмотки трансформатора доводится до номинального значения $I_1 = I_{1H} = 2 \text{ А}$. При этом для каждого значения сопротивления нагрузки произвести необходимые измерения и занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Опыт нагруженного режима.

| R_H 1...n | Измерено | | | | | Вычислено | | | | |
|----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-----------|---------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | U_{1H} , В | I_1 , А | P_1 , Вт | U_2 , В | I_2 , А | β | P_m , Вт | ΔP , Вт | $P_2 = P_1 - \Delta P$, Вт | $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ |
| 1. | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | |

Анализируя работу трансформатора под нагрузкой, следует обратить внимание, что коэффициент полезного действия его изменяется с ростом нагрузки, достигая максимального значения при номинальном режиме.

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | _____ | _____ | _____ |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

3 Опыт короткого замыкания

Внимание: Опыт короткого замыкания выполняется только в присутствии преподавателя или лаборанта. Для проведения опыта нужно собрать схему (Рис. 6.6).

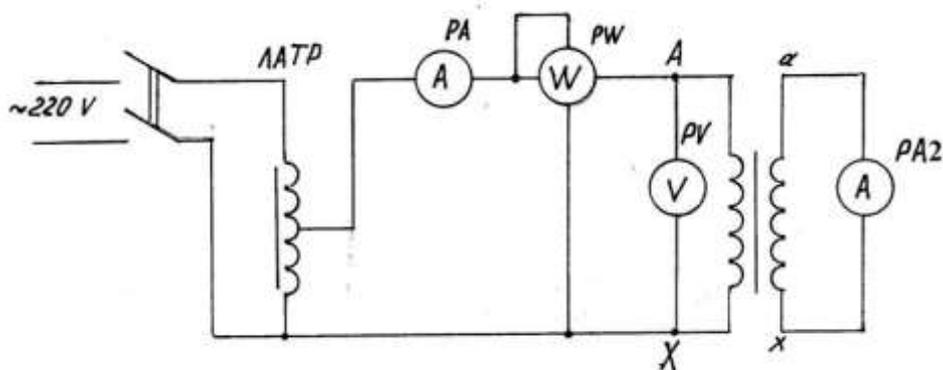


Рис. 6.6 — Схема опыта короткого замыкания трансформатора

После сборки схемы убедиться, что движок ЛАТРа установлен в положение, соответствующее напряжению на входе трансформатора $U_1 = 0$, включить рубильник питания лабораторного стола. Плавно увеличить при помощи ЛАТРа напряжение на первичной обмотке исследуемого трансформатора до уровня, при котором ток во вторичной обмотке $I_2 = I_{2н} = 2$ А. Произвести измерения напряжения и тока в первичной обмотке трансформатора, мощности, потребляемой при лабораторном коротком замыкании, тока во вторичной обмотке трансформатора. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 6.3.

Таблица 6.3

Опыт лабораторного короткого замыкания.

| $U_{1к}, В$ | $I_{1к}, А$ | $P_{1к}, Вт$ | $I_{2к} = I_{2н}, А$ |
|-------------|-------------|--------------|----------------------|
| | | | |

Обработка результатов

- По данным таблицы 6.2 строим зависимости при $U_1 = \text{const}$:
- внешнюю характеристику трансформатора $U_2 = f(I_2)$;
 - характеристику КПД трансформатора $\eta = f(I_2)$.

При анализе полученных графических зависимостей обратить внимание на уменьшение выходного напряжения трансформатора с ростом нагрузки

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| СТУДЕНТ : | _____ | _____ | _____ |
| | (Фамилия И. О.) | (группа) | (Подпись) |

Оценить процентное изменение напряжения на выходе исследуемого трансформатора при номинальной нагрузке относительно его значения при холостом ходе.

Вывод:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

| | | | |
|-----------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| СТУДЕНТ : | <hr/> (Фамилия И. О.) | <hr/> (группа) | <hr/> (Подпись) |
|-----------|--------------------------|-------------------|--------------------|