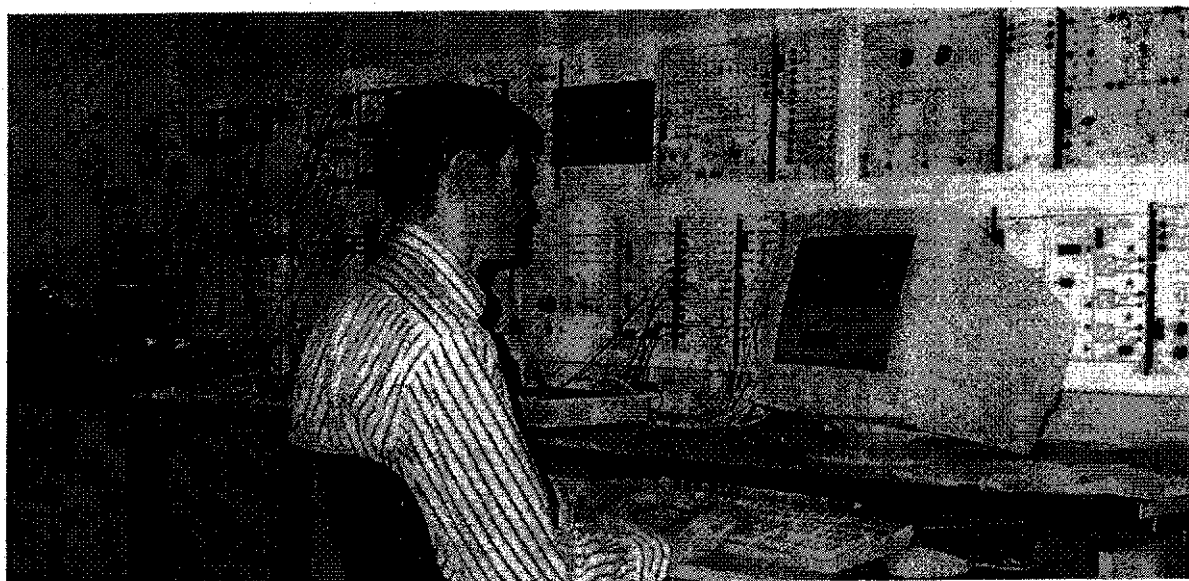


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Руководство по выполнению базовых экспериментов
ЭМ.003 РБЭ (904.2)



Галишников Ю.П., Сенигов П.Н., Карпеш М.А. Электрические машины. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ЭМ.003 РБЭ (904.2). - Челябинск: ИПЦ «Учебная техника», 2005. — 89 с.

Представлены перечни используемой при выполнении базовых экспериментов аппаратуры, электрические схемы соединений и их описания, а также указания по проведению базовых экспериментов.

Руководство предназначено для использования при подготовке к проведению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электрические машины (общий курс)» и смежным с ней дисциплинам в высших и средних профессиональных образовательных учреждениях.

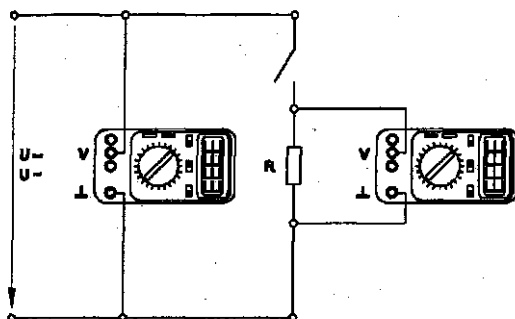
Содержание

ПЕРЕЧЕНЬ АППАРАТУРЫ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ.....	4
ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО МУЛЬТИМЕТРА.....	5
1. ТРАНСФОРМАТОРЫ	6
1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА..	7
1.2. СНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОСТОГО ХОДА $I_0=F(U)$, $P_0=F(U)$, $\cos\Phi_0=F(U)$ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	12
1.3. СНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ $I_k=F(U)$, $P_k=F(U)$, $\cos\Phi_k= F(U)$ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	17
1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАВНИТЕЛЬНОГО ТОКА, ВЫЗВАННОГО НЕРАВЕНСТВОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫХ ОДНОФАЗНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	22
1.5. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ НЕДОПУСТИМОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ТРЕХФАЗНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК	27
2. ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА	32
2.1. СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОЛОСТОГО ХОДА $E_0=F(I_f)$ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.....	33
2.2. СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ $I_k=F(I_f)$ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.....	38
2.3. СНЯТИЕ ВНЕШНЕЙ $U=F(I)$, РЕГУЛИРОВОЧНОЙ $I_f=F(I)$ И НАГРУЗОЧНОЙ $U=F(I_f)$ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ /ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ	43
3. ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	52
3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ $N=F(M)$ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ / ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ /ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ	53
3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК $N=F(P_2)$, $M=F(P_2)$, $\eta=F(P_2)$ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ	60
4. ТРЕХФАЗНЫЕ АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ.....	66
4.1. СНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОСТОГО ХОДА $I_0=F(U)$, $P_0=F(U)$, $\cos\Phi_0=F(U)$ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ	67
4.2. СНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ $I_k=F(U)$, $P_k=F(U)$, $Z_k= F(U)$ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ.....	73
4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ $N=F(M)$ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ.....	79
4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК $I=F(P_2)$, $P_1=F(P_2)$, $s=F(P_2)$, $\eta=F(P_2)$, $\cos\varphi=F(P_2)$, $M=F(P_2)$ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ.....	84

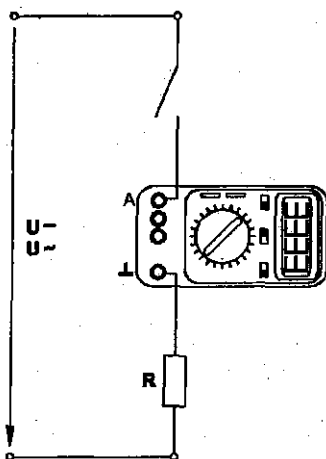
Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Для измерения трех базовых электрических величин (тока, напряжения и омического сопротивления) используется мультиметр. До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

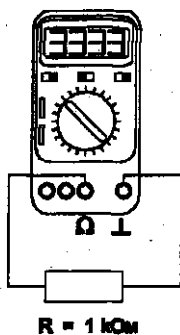
- установить род тока (постоянный/переменный);
- выбрать диапазон измерений соответственно ожидаемому результату измерений;
- правильно подсоединить зажимы мультиметра к измеряемой цепи.



Присоединение мультиметра (как вольтметра) для измерения напряжения



Присоединение мультиметра (как амперметра) для измерения тока



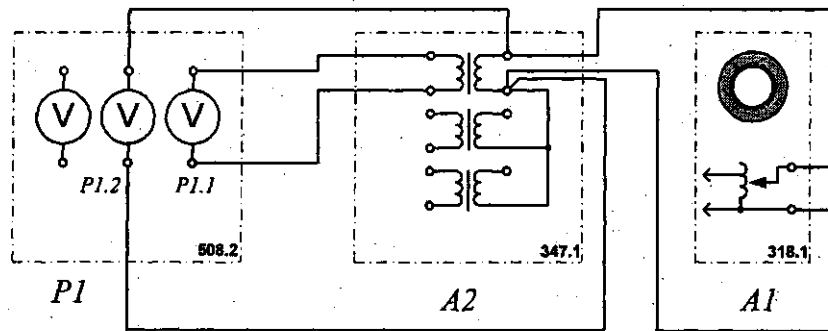
Присоединение мультиметра (как омметра) для измерения омического сопротивления

1. ТРАНСФОРМАТОРЫ

1.1. Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	$\sim 0 \dots 240 \text{ В} / 2 \text{ А}$
A2	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	$3 \times 80 \text{ В} \cdot \text{А};$ $230 \text{ В} / 242, 235, 230, 226, 220, 133,$ 127 В
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра $\cong 0 \dots 1000 \text{ В} /$ $\cong 0 \dots 10 \text{ А} /$ $0 \dots 20 \text{ МОм}$


Описание электрической схемы соединений

Автотрансформатор А1 используется в качестве регулируемого источника синусоидального напряжения промышленной частоты.

Один из однофазных трансформаторов трехфазной трансформаторной группы А2 является испытуемым.

С помощью мультиметров блока Р1 контролируются напряжения первичной и вторичной обмоток испытуемого трансформатора.

Указания по проведению эксперимента

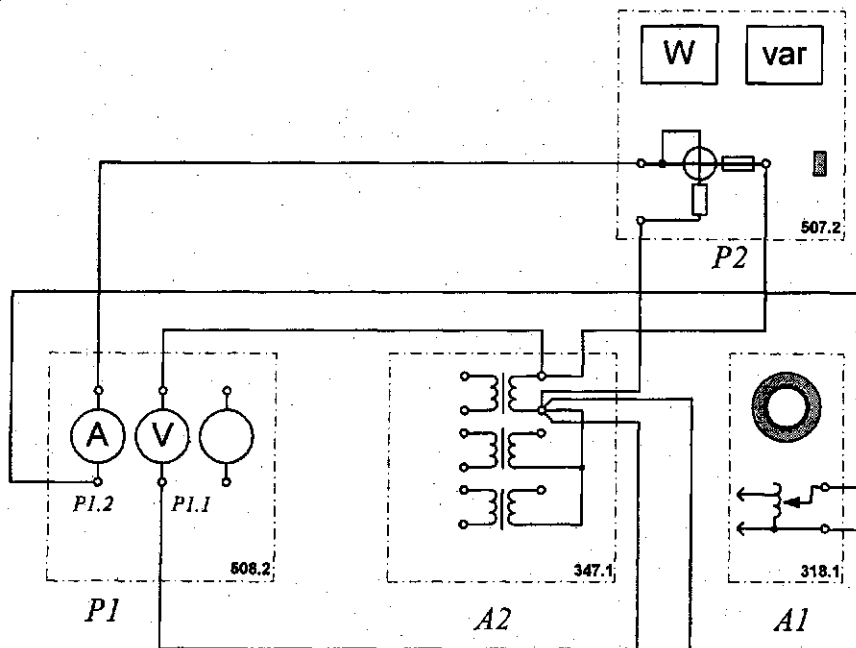
- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" автотрансформатора А1.
- Соедините электрическим шнуром приборную вилку электропитания «220 В» автотрансформатора А1 с розеткой однофазной **трехпроводной** электрической сети питания напряжением 220 В.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение.
- В трехфазной трансформаторной группе А2 переключателем установите желаемое номинальное вторичное напряжение трансформатора, например, 127 В.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1 и автотрансформатора А1.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, выставьте напряжение U_1 на его выходе (выводах первичной обмотки испытуемого однофазного трансформатора) равным, например 220 В.
- Измерьте с помощью мультиметра блока Р1 напряжение U_2 на выводах вторичной обмотки испытуемого однофазного трансформатора.
- Отключите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1 и автотрансформатора А1.
- Вычислите искомый коэффициент трансформации однофазного трансформатора по формуле

$$K_{\text{тр}} = U_1 / U_2.$$

1.2. Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos \varphi_0=f(U)$ однофазного трансформатора

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	$\sim 0 \dots 240 \text{ В} / 2 \text{ А}$
A2	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	$3 \times 80 \text{ В} \cdot \text{А};$ $230 \text{ В} / 242, 235, 230, 226, 220,$ $133, 127 \text{ В}$
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра $\cong 0 \dots 1000 \text{ В} /$ $\cong 0 \dots 10 \text{ А} /$ $0 \dots 20 \text{ МОм}$
P2	Измеритель мощностей	507.2	$15; 60; 150; 300; 600 \text{ В} /$ $0,05; 0,1; 0,2; 0,5 \text{ А}.$

Описание электрической схемы соединений

Автотрансформатор А1 используется в качестве регулируемого источника синусоидального напряжения промышленной частоты.

Один из однофазных трансформаторов трехфазной трансформаторной группы А2 является испытуемым.

С помощью мультиметров блока Р1 контролируются ток и напряжение первичной обмотки испытуемого трансформатора.

С помощью измерителя Р2 контролируются активная и реактивная мощности, потребляемые испытуемым трансформатором.

Указания по проведению эксперимента

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" автотрансформатора А1.
- Соедините электрическим шнуром приборную вилку электропитания «220 В» автотрансформатора А1 с розеткой однофазной **трехпроводной** электрической сети питания напряжением 220 В.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, изменяйте напряжение U на выводах первичной обмотки испытуемого однофазного трансформатора в диапазоне 0...240 В и заносите показания вольтметра Р1.1 (напряжение U) и амперметра Р1.2 (ток I₀ первичной обмотки трансформатора), а также ваттметра и варметра измерителя Р2 (активная P₀ и реактивная Q₀ мощности, потребляемые трансформатором) в таблицу 1.2.1.

Таблица 1.2.1

U, В									
I ₀ , мА									
P ₀ , Вт									
Q ₀ , ВТ									

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Используя данные таблицы 1.2.1, вычислите соответствующие напряжению U значения коэффициента мощности по формуле

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{P_0^2 + Q_0^2}} ;$$

Занесите полученные результаты в таблицу 1.2.2.

Таблица 1.2.2

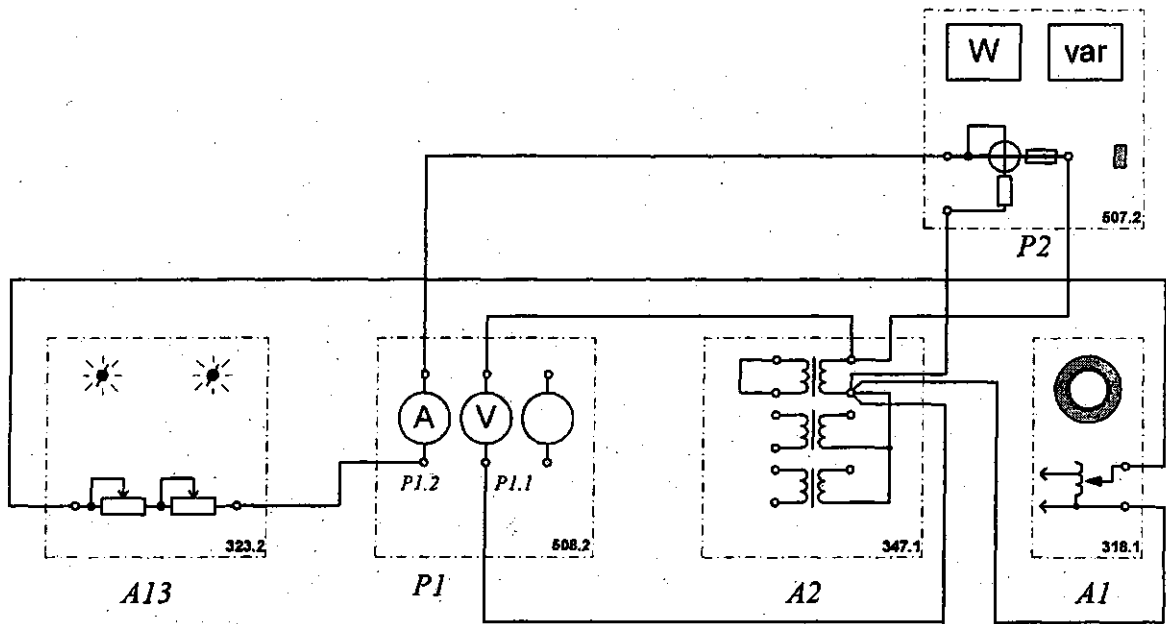
U, В									
COS φ ₀									

- Используя данные таблиц 1.2.1 и 1.2.2 постройте искомые характеристики холостого хода I₀=f(U), P₀=f(U), cosφ₀=f(U) однофазного трансформатора.

**1.3. Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_k=f(U)$, $P_k=f(U)$, $\cos \varphi_k=f(U)$
однофазного трансформатора**

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	$\sim 0 \dots 240 \text{ В} / 2 \text{ А}$
A2	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3x80 В·А; 230 В/242,235,230,226, 220, 133, 127 В
A13	Реостат	323.2	2x0...100 Ом/1 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра $\cong 0 \dots 1000 \text{ В} /$ $\cong 0 \dots 10 \text{ А} /$ 0...20 МОм
P2	Измеритель мощностей	507.2	15; 60; 150; 300; 600 В / 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А.

Описание электрической схемы соединений

Автотрансформатор А1 используется в качестве источника регулируемого синусоидального напряжения промышленной частоты.

Один из однофазных трансформаторов трехфазной трансформаторной группы А2 является испытуемым.

Реостат А13 ограничивает темп роста тока в обмотках испытуемого трансформатора.

С помощью мультиметров блока Р1 контролируются напряжения первичной и вторичной обмоток испытуемого трансформатора.

С помощью измерителя Р2 контролируются активная и реактивная мощности, потребляемые испытуемым трансформатором.

Указания по проведению эксперимента

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" автотрансформатора А1.
- Соедините электрическим шнуром приборную вилку электропитания «220 В» автотрансформатора А1 с розеткой однофазной **трехпроводной** электрической сети питания напряжением 220 В.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение.
- В трехфазной трансформаторной группе А2 переключателем установите желаемое номинальное вторичное напряжение трансформатора, например, 127 В.
- Установите суммарное сопротивление реостата А13 равным, например, 100 Ом.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Медленно вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 по часовой стрелке, увеличивайте ток I_k первичной обмотки испытуемого однофазного трансформатора до тех пор пока показания амперметра Р1.2 не достигнут **0,5 А (не более!)** и заносите показания амперметра Р1.2 (ток I), вольтметра Р1.1 (напряжение U), а также ваттметра и варметра измерителя Р2 (активная P_k и реактивная Q_k мощности, потребляемые трансформатором) в таблицу 1.3.1.

Таблица 1.3.1

I_k, А											
U, В											
P_k, Вт											
Q_k, Вт											

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Используя данные таблицы 1.3.1, вычислите соответствующие напряжению U значения коэффициента мощности по формуле

$$\cos \varphi_k = \frac{P_k}{\sqrt{P_k^2 + Q_k^2}} ;$$

Занесите полученные результаты в таблицу 1.3.2.

Таблица 1.3.2

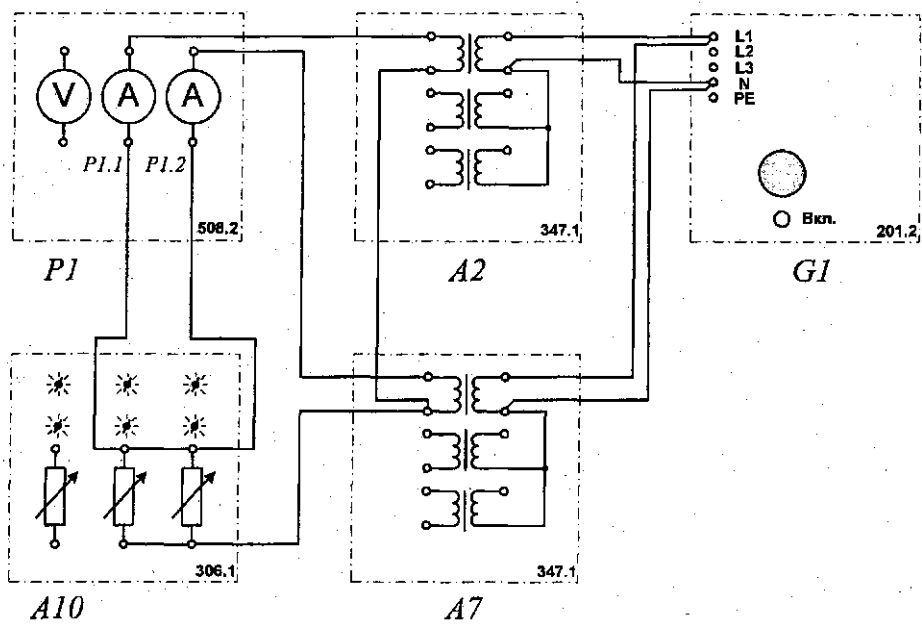
U, В										
$\cos \varphi_k$										

- Используя данные таблиц 1.3.1 и 1.3.2 постройте искомые характеристики короткого замыкания $I_k=f(U)$, $P_k=f(U)$, $\cos \varphi_k=f(U)$ однофазного трансформатора.

1.4. Определение уравнивающего тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В /16 А
A2, A7	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3x80 В·А; 230 В/242,235,230,226, 220,133,127 В
A10	Активная нагрузка	306.1	220 В/3x0...50 Вт;
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В / ≅0...10А/ 0...20МОм


Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

По одному из однофазных трансформаторов трехфазных трансформаторных групп A2, A7 включаются на параллельную работу на активную нагрузку A10.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются токи нагрузки параллельно включенных трансформаторов.

Указания по проведению эксперимента

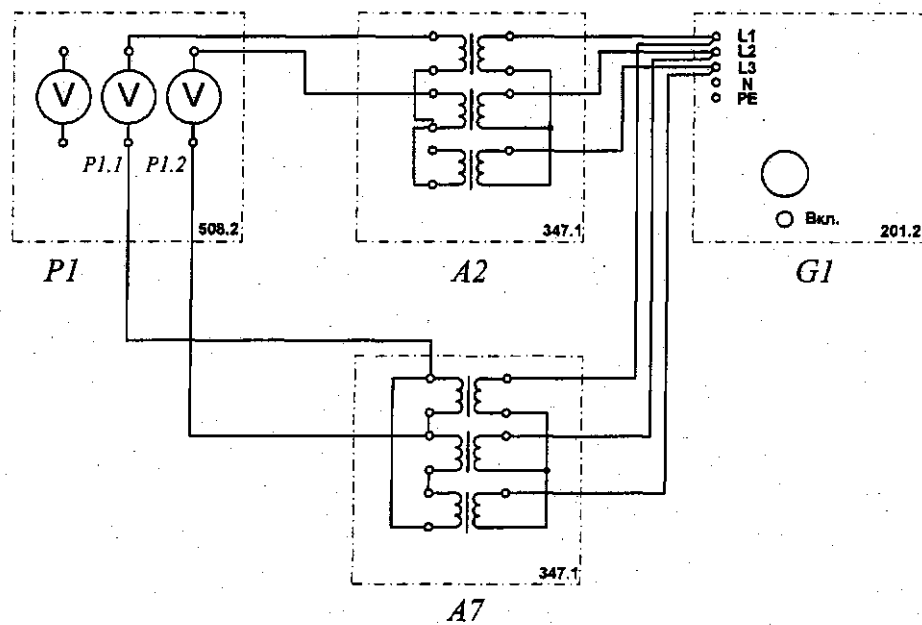
- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления " " устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Переключателями номинальных напряжений блоков A2 и A7 установите коэффициенты трансформации трансформаторов, например, равными соответственно 230/230 В и 230/220 В.
- Установите переключателями активную нагрузку в фазах блока A10, например, равной 30% .
- Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте мультиметры блока P1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1.
- С помощью амперметров P1.1 и P1.2 измерьте токи I_1 и I_2 нагрузки параллельно включенных однофазных трансформаторов.
- Отключите источник G1.
- Уравнительный ток, вызванный неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов, определяйте по формуле

$$I_y = |(I_1 - I_2)/2|.$$

1.5. Подтверждение недопустимости параллельной работы трехфазных трансформаторов с различными группами соединения обмоток

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В /16 А
A2, A7	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3x80 В·А; 230 В/242,235, 230, 226, 220,133,127 В
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра $\cong 0 \dots 1000\text{В}$ / $\cong 0 \dots 10\text{А}$ / $0 \dots 20\text{МОм}$


Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Обмотки трехфазных трансформаторных групп А2 и А7 (трехфазных трансформаторов) соединены соответственно по схемам Y / Y и Y / Δ .

С помощью мультиметров блока Р1 контролируются напряжения между одноименными фазами трехфазных трансформаторов.

Указания по проведению эксперимента

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления: "" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- В трехфазных трансформаторных группах А2 и А7 переключателями установите желаемые номинальные вторичные напряжения трансформаторов, например, 127 и 230 В.
- Включите источник G1.
- Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте мультиметры блока P1, задействованные в эксперименте.
- С помощью вольтметров P1.1 и P1.2 измерьте напряжения U_1 и U_2 .
- Отключите источник G1.
- Рассчитайте ожидаемую кратность уравнивающего тока I_y (по отношению к номинальному току трансформаторов I_n) при включении на параллельную работу испытуемых трехфазных трансформаторов с данными группами соединения обмоток по формуле

$$I_y / I_n = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot 100 / (2 \cdot 230 \cdot U_k),$$

где U_k - напряжение короткого замыкания трансформаторов, %.

- По ожидаемой величине кратности уравнивающего тока сделайте вывод о недопустимости параллельной работы трансформаторов с различными группами соединения обмоток.

2. ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

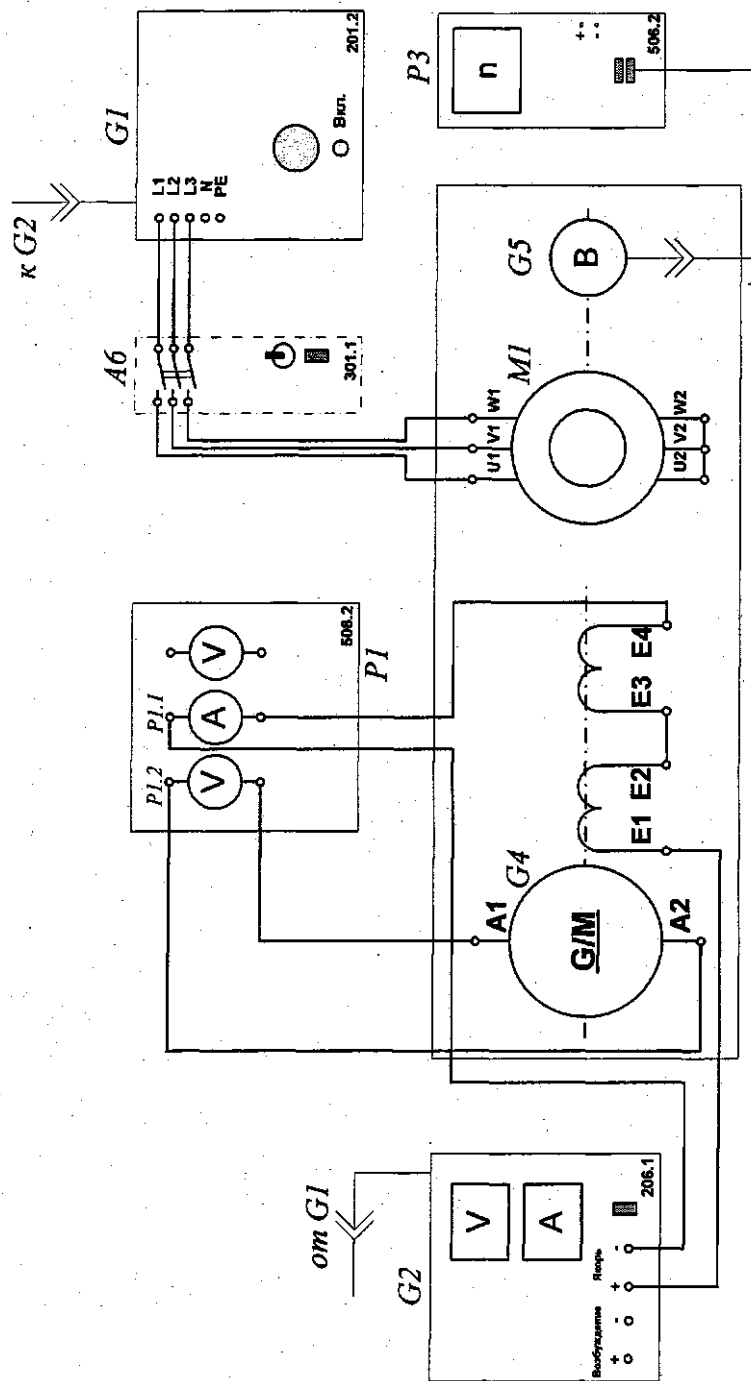
2.1. Снятие характеристики холостого хода $E_o=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В /16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А (якорь) / - 200 В /1 А (возбуждение)
G4	Машина постоянного тока	101.2	90Вт/220 В / 0,56 А (якорь) / 2x110 В/0,25 А (воз- буждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120Вт/~380В / 1500 мин ⁻¹
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400 В /10 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅ 0...1000В / ≅ 0...10А/ 0...20МОм
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Электрическая схема соединений



Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания двигателя постоянного тока G2 используется для питания регулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока G4, работающей в режиме генератора с независимым возбуждением.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором M1 получает питание от источника G1 через выключатель A6.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток возбуждения I_f и э.д.с. E_0 испытуемого генератора G4.

Указания по проведению эксперимента


- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления  устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Переключатели режима работы источника G2 и выключателя А6 установите в положение "РУЧН".
- Регулировочную рукоятку источника G2 поверните против часовой стрелки до упора.
- Включите выключатель «СЕТЬ» выключателя А6, блока мультиметров Р1 и указателя частоты вращения Р3.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Включите выключатель А6 кнопкой «ВКЛ». При этом двигатель М1 должен начать вращаться.
- Включите выключатель "СЕТЬ" и нажмите кнопку "ВКЛ." источника G2.
- Вращая регулировочную рукоятку источника G2, изменяйте ток возбуждения I_f генератора G4 в диапазоне 0...0,2 А и заносите показания амперметра Р1.1 (ток I_f) и вольтметра Р1.2 (э.д.с. E_0 генератора G4) в таблицу 2.2.1.

Таблица 2.2.1.

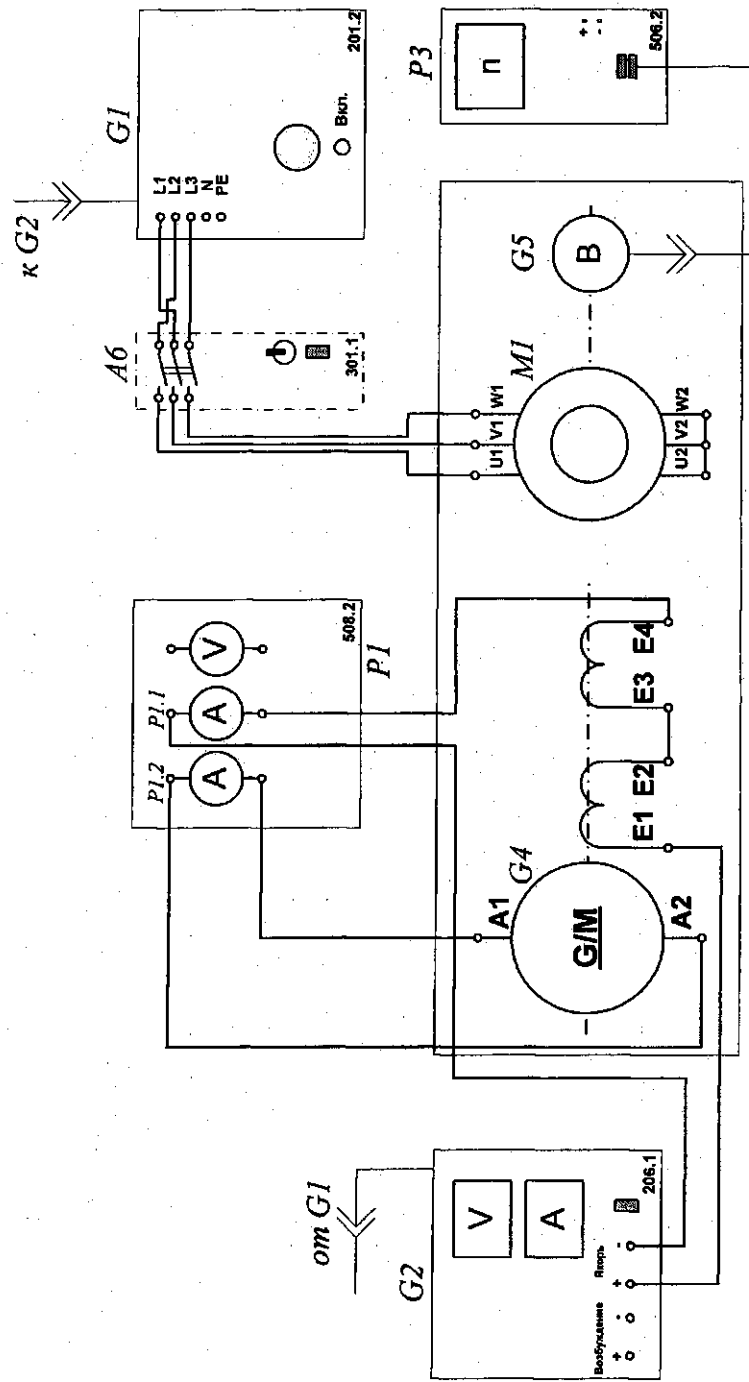
I_f, A										
E_0, B										

- По завершении эксперимента у источника G2 поверните регулировочную рукоятку против часовой стрелки до упора, нажмите кнопку "ОТКЛ." и отключите выключатель "СЕТЬ". Отключите выключатель А6 нажатием кнопки "ОТКЛ.". Отключите источник G1 нажатием на кнопку - гриб, и последующим отключением ключа - выключателя. Отключите выключатель "СЕТЬ" выключателя А6, блока мультиметров Р1 и указателя частоты вращения Р3.
- Используя результаты табл. 2.2.1, постройте искомую характеристику холостого хода $E_0=f(I_f)$.

2.2. Снятие характеристики короткого замыкания $I_k=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В / 16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	- 0...250 В / 3 А(якорь)/ - 200 В 7 1 А (возбуждение)
G4	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт/220 В / 0,56 А (якорь) / 2 x 110 В / 0,25 А (воз- буждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с коротко-замкнутым ротором	106	120Вт/~380В/ 1500 мин ⁻¹
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400 В / 10 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В/ ≅0...10А/ 0...20МОм
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания двигателя постоянного тока G2 используется для питания регулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока G4, работающей в режиме генератора с независимым возбуждением.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором M1 получает питание от источника G1 через выключатель A6.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток возбуждения I_f и ток короткого замыкания I_k испытуемого генератора G4.

Указания по проведению эксперимента

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Переключатели режима работы источника G2 и выключателя А6 установите в положение "РУЧН".
- Регулировочную рукоятку источника G2 поверните против часовой стрелки до упора.
- Включите выключатель «СЕТЬ» выключателя А6, блока мультиметров Р1 и указателя частоты вращения Р3.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Включите выключатель А6 кнопкой «ВКЛ». При этом двигатель М1 должен начать вращаться и стрелка указателя частоты должна отклониться **влево**.
- Включите выключатель "СЕТЬ" и нажмите кнопку "ВКЛ." источника G2.
- Вращая регулировочную рукоятку источника G2, изменяйте ток возбуждения I_f генератора G4 в диапазоне 0...0,15 А и заносите показания амперметров Р1.1 (ток I_f) и Р 1.2 (ток I_k) в таблицу 2.3.1.

Таблица 2.3.1.

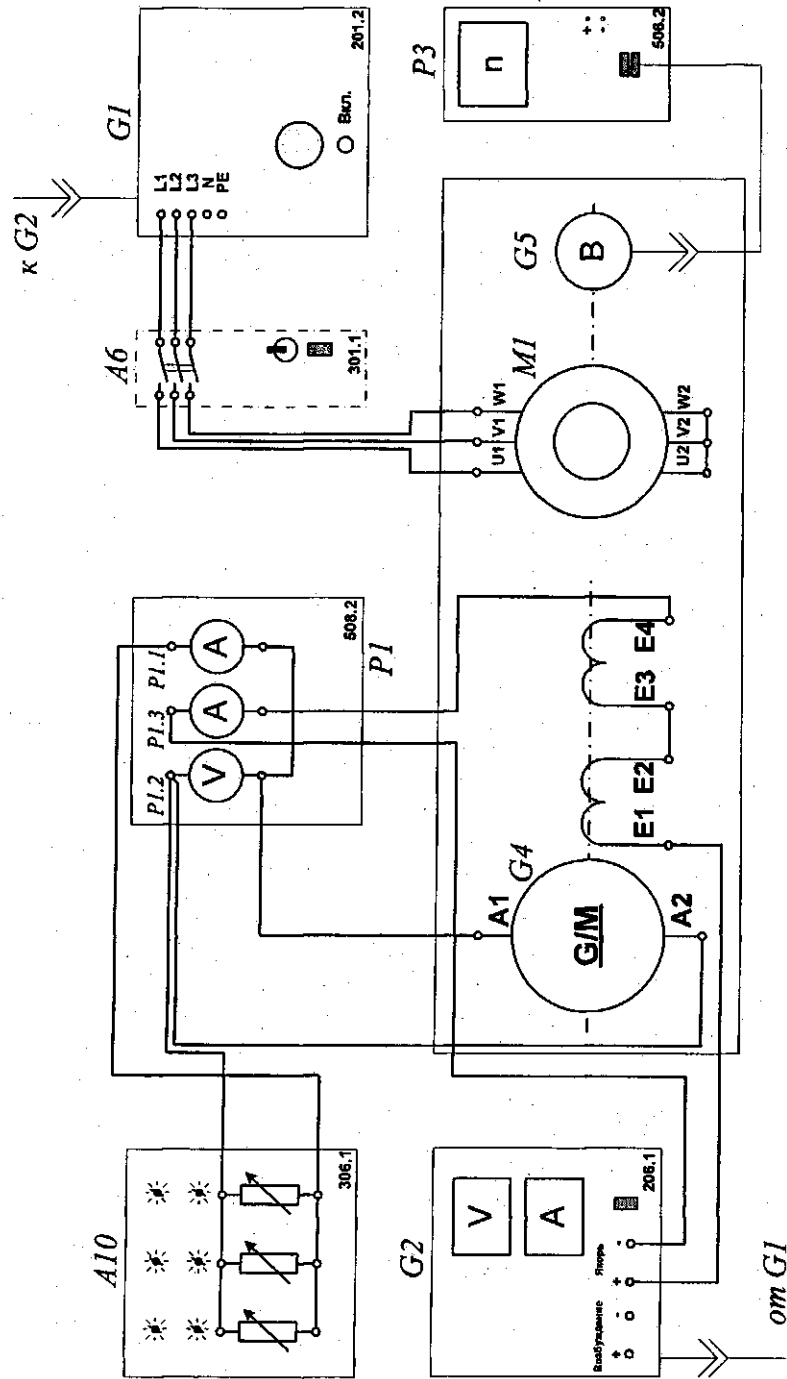
I_f , А										
I_k , А										

- По завершении эксперимента у источника G2 поверните регулировочную рукоятку против часовой стрелки до упора, нажмите кнопку "ОТКЛ." и отключите выключатель "СЕТЬ". Отключите выключатель А6 нажатием кнопки "ОТКЛ.". Отключите источник G1 нажатием на кнопку - гриб, и последующим отключением ключа - выключателя. Отключите выключатель "СЕТЬ" выключателя А6, блока мультиметров Р1 и указателя частоты вращения Р3.
- Используя результаты табл. 2.3.1, постройте искомую характеристику короткого замыкания $I_k=f(I_f)$ при $n \approx \text{const}$.

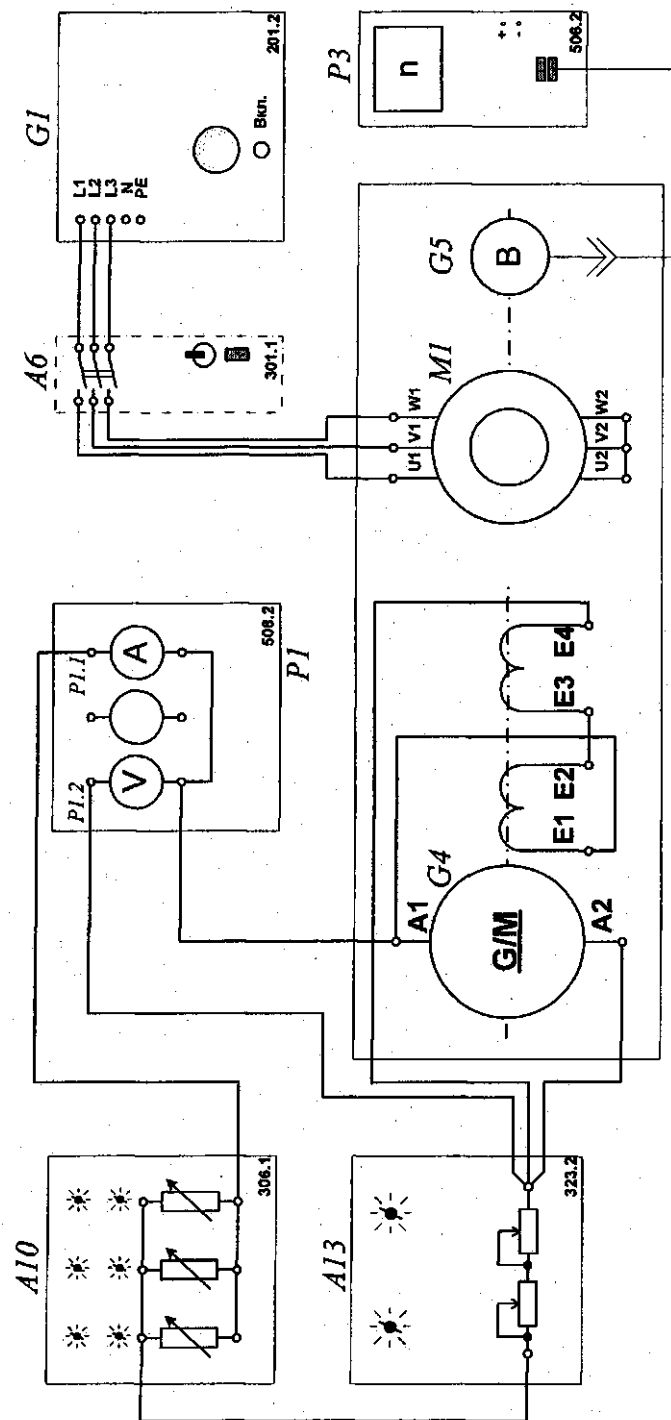
2.3. Снятие внешней $U=f(I)$, регулировочной $I_f=f(I)$ и нагрузочной $U=f(I_p)$ характеристик генератора постоянного тока с независимым/параллельным возбуждением

- Электрические схемы соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрических схем соединений
- Указания по проведению эксперимента

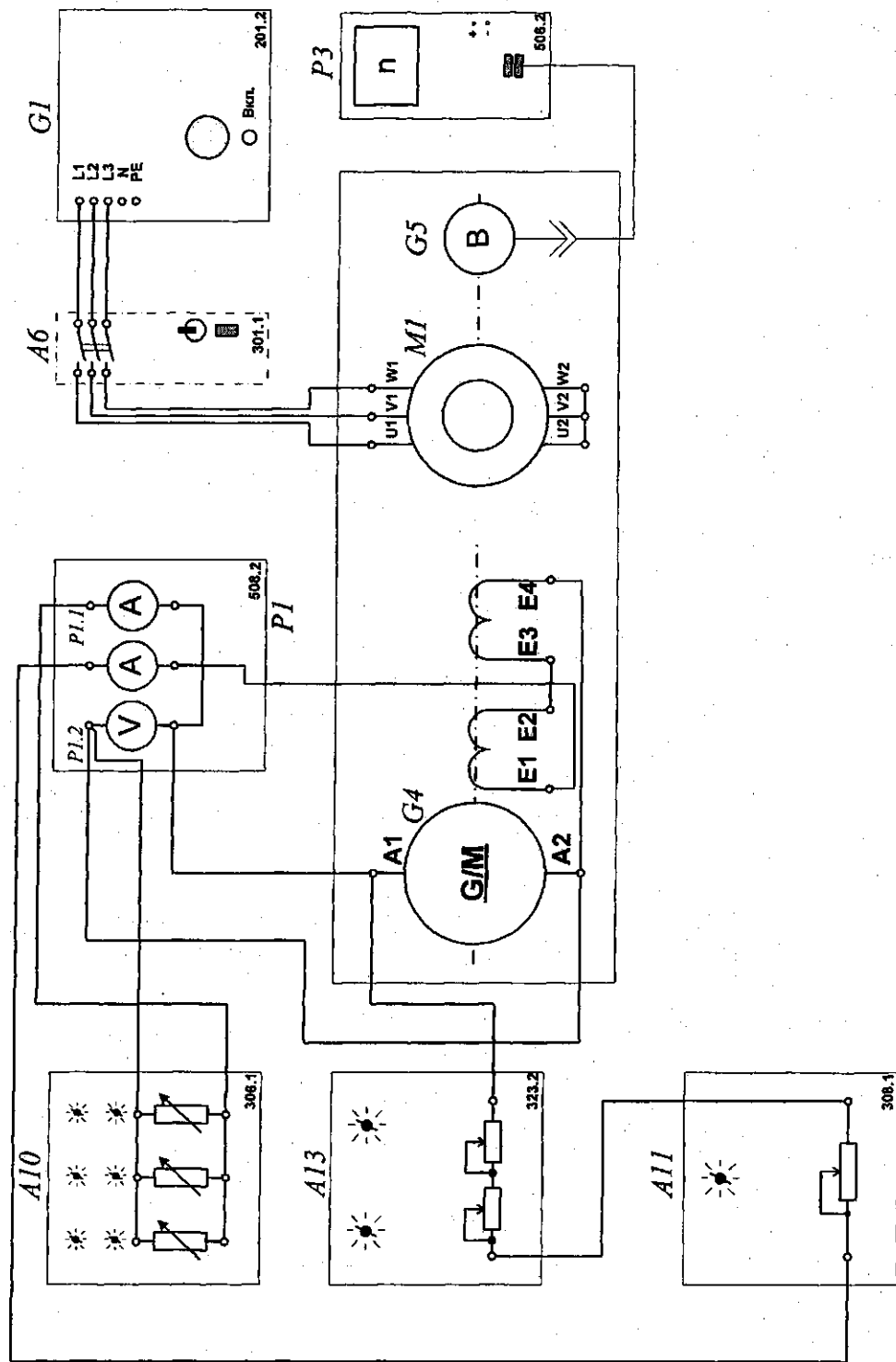
Электрическая схема соединений (вариант 1)



Электрическая схема соединений (вариант 2)



Электрическая схема соединений (вариант 3)



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В / 16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А(якорь)/ -200 В / 1 А (возбуждение)
G4	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт/220 В / 0,56 А (якорь) / 2x110 В/0,25 А (воз- буждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов/ 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с коротко- замкнутым ротором	106	120Вт/~380В / 1500 мин ⁻¹
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400В / 10А
A10	Активная нагрузка	306.1	220 В/3x0...50 Вт;
A11	Реостат возбуждения машины постоянного тока	308.1	0...2000 Ом/0.3 А
A13	Реостат	323.2	2x0...100 Ом/1 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В / ≅ 0...10 А / 0...20 МОм
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000... 0... 2000 мин ⁻¹

Описание электрических схем соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания двигателя постоянного тока G2 используется для питания регулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока G4, работающей в режиме генератора с независимым возбуждением.

Активная нагрузка A10 используется для нагружения генератора G4.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором M1 получает питание от источника G1 через выключатель A6.

Реостат A11 ограничивает ток в цепи возбуждения генератора постоянного тока G4.

Реостат A13 повышает дискретность изменения тока возбуждения генератора G4.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток возбуждения I_f , ток I и напряжение U якорной обмотки испытуемого генератора G4.

- Меняя положение регулировочных рукояток активной нагрузки А10 и поддерживая путем изменения сопротивления реостата возбуждения А11 и реостата А13 ток I якорной обмотки неизменным и равным, например, 0,15 А, изменяйте напряжение U якорной обмотки генератора G4 и заносите показания вольтметра P1.2 (напряжение U) и амперметра P 1.3 (ток I_f) в таблицу 2.4.6.

Таблица 2.4.6.

I_f, A										
U, B										

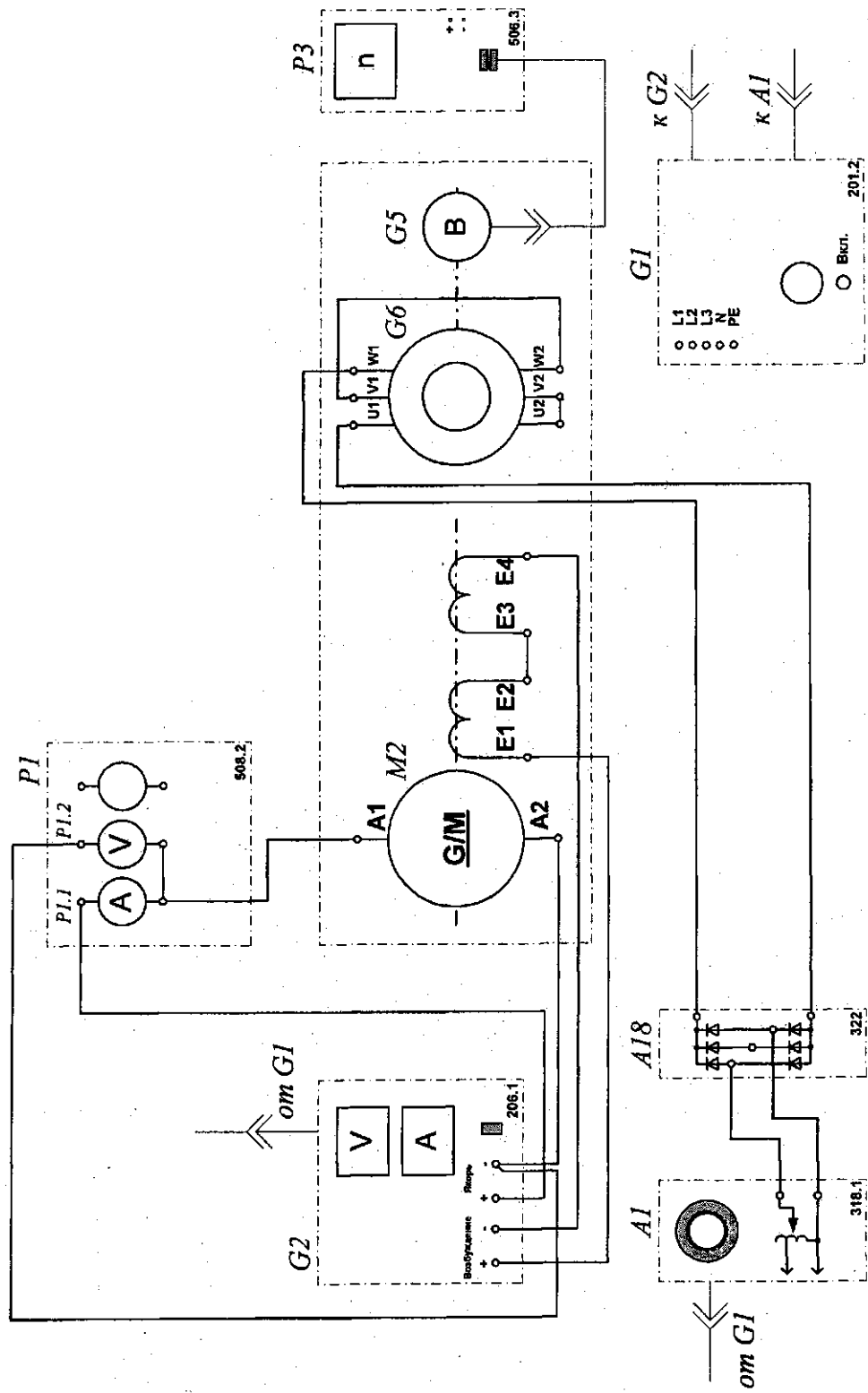
- По завершении эксперимента отключите выключатель А6 нажатием кнопки "ОТКЛ.". Отключите источник G1 нажатием на кнопку - гриб, и последующим отключением ключа - выключателя. Отключите выключатель "СЕТЬ" выключателя А6, блока мультиметров P1 и указателя частоты вращения P3.
- Используя данные табл. 2.4.4...2.4.6 постройте:
 - внешнюю характеристику $U=f(I)$ при $n \approx \text{const}$, $I_f = \text{const}$ (табл. 2.4.4.);
 - регулировочную характеристику $I_f = f(I)$ при $n \approx \text{const}$, $U = \text{const}$ (табл. 2.4.5.);
 - нагрузочную характеристику $U=f(I_f)$ при $n \approx \text{const}$, $I = \text{const}$ (табл. 2.4.6.).

3. ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

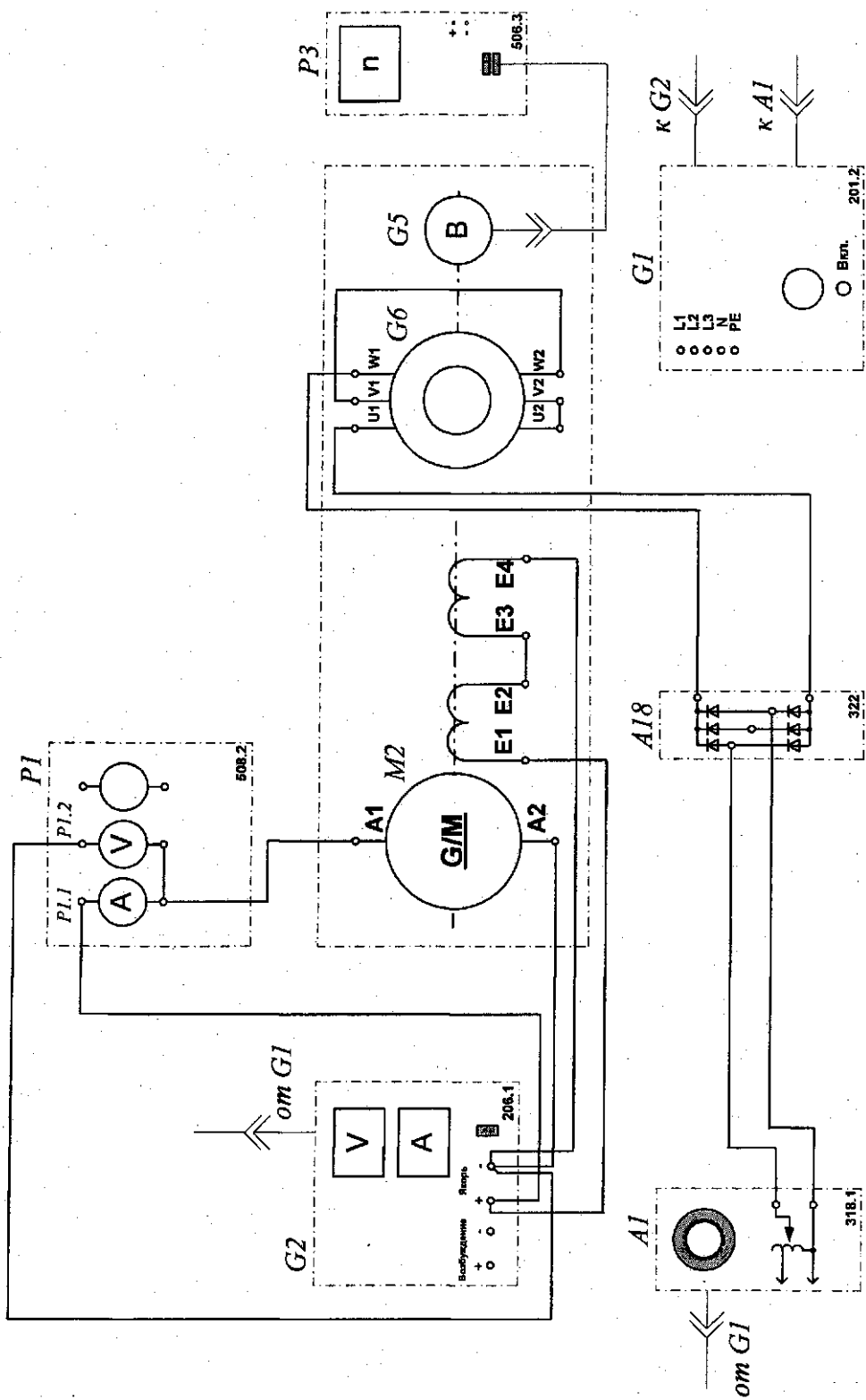
3.1. Определение механической характеристики $n=f(M)$ двигателя постоянного тока с независимым /параллельным /последовательным возбуждением

- Электрические схемы соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрических схем соединений
- Указания по проведению эксперимента

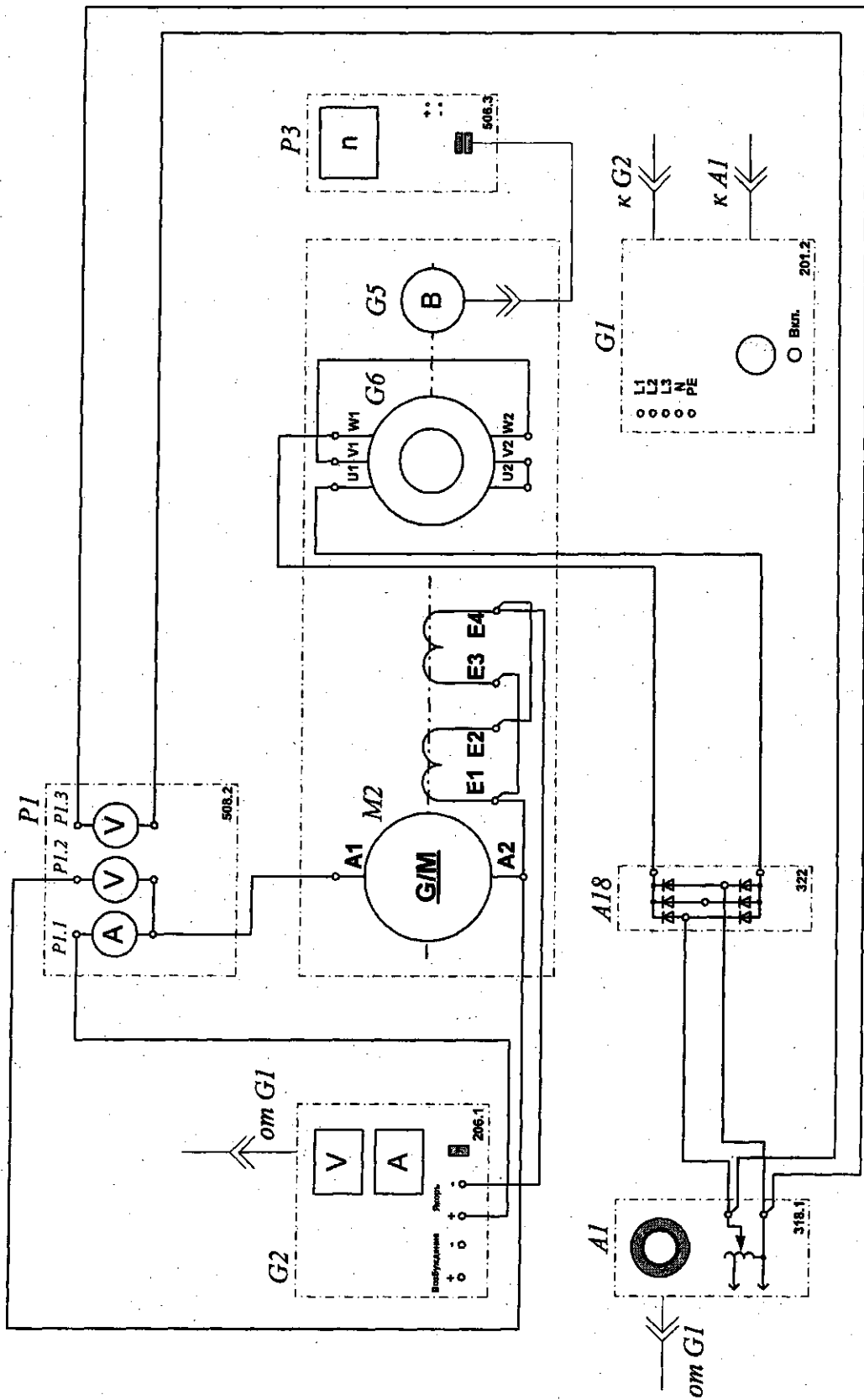
Электрическая схема соединений (вариант 1)



Электрическая схема соединений (вариант 2)



Электрическая схема соединений (вариант 3)



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	-400 В / 16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А (якорь) / - 200 В / 1 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120 Вт/~380 В / 1500 мин ⁻¹
M2	Машина постоянного тока	101.2	90Вт/220В/ 0,56 А (якорь) / 2х110 В/0,25 А (возбуждение)
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	~0...240В / 2 А
A18	Выпрямитель	322	~400 В/ 2 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В/ ≅0...10А/ 0...20МОм
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Описание электрических схем соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания G2 двигателя постоянного тока используется для питания регулируемым напряжением якорной обмотки и нерегулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока M2, работающей в режиме двигателя с независимым возбуждением и для питания регулируемым напряжением якорной обмотки и обмотки возбуждения машины постоянного тока M2, работающей в режиме двигателя с параллельным / последовательным возбуждением.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором M1 выполняет роль электромагнитного тормоза, статорная обмотка которого питается постоянным током через выпрямитель A18 от регулируемого автотрансформатора A1.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются напряжение и ток якорной обмотки двигателя M2.

Указания по проведению эксперимента

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений (**вариант 1 для исследования двигателя с независимым возбуждением**) / (**вариант 2 для исследования двигателя с параллельным возбуждением**) / (**вариант 3 для исследования двигателя с последовательным возбуждением**).
- Переключатель режима работы источника G2 установите в положение "РУЧН."
- Регулировочные рукоятки источника G2 и автотрансформатора A1 поверните против часовой стрелки до упора.
- Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1 и указателя частоты вращения P3.
- Активизируйте мультиметры блока P1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Включите выключатель "СЕТЬ" и нажмите кнопку "ВКЛ." источника G2.
- Вращая регулировочную рукоятку источника G2, разгоните двигатель M2 до частоты вращения **n**, например, равной 1500 мин⁻¹.
- Включите выключатель "СЕТЬ" автотрансформатора A1.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, изменяйте ток якоря **I** (**ток не должен превышать значения 1,0 А**) двигателя M2 и заносите показания амперметра P1.1 (ток **I**), вольтметра P1.2 (напряжение **U** якоря двигателя M2) и указателя P3 (частота вращения **n**) в таблицу 3.2.1.

Таблица 3.2.1.

I, А										
U, В										
n, мин-1										

- По завершении эксперимента сначала у автотрансформатора A1, а затем у источника G2 поверните регулировочные рукоятки против часовой стрелки до упора и отключите выключатели "СЕТЬ". Отключите источник G1 нажатием на кнопку - гриб.
- Используя данные таблицы 3.2.1, для каждого значения частоты вращения **n** вычислите по формуле

$$M = \frac{60}{2\pi n} (U - 65 \cdot I) I \quad [\text{Н} \cdot \text{м}]$$

и занесите в табл. 3.2.2 значения электромагнитного момента двигателя M2.

Таблица 3.2.2.

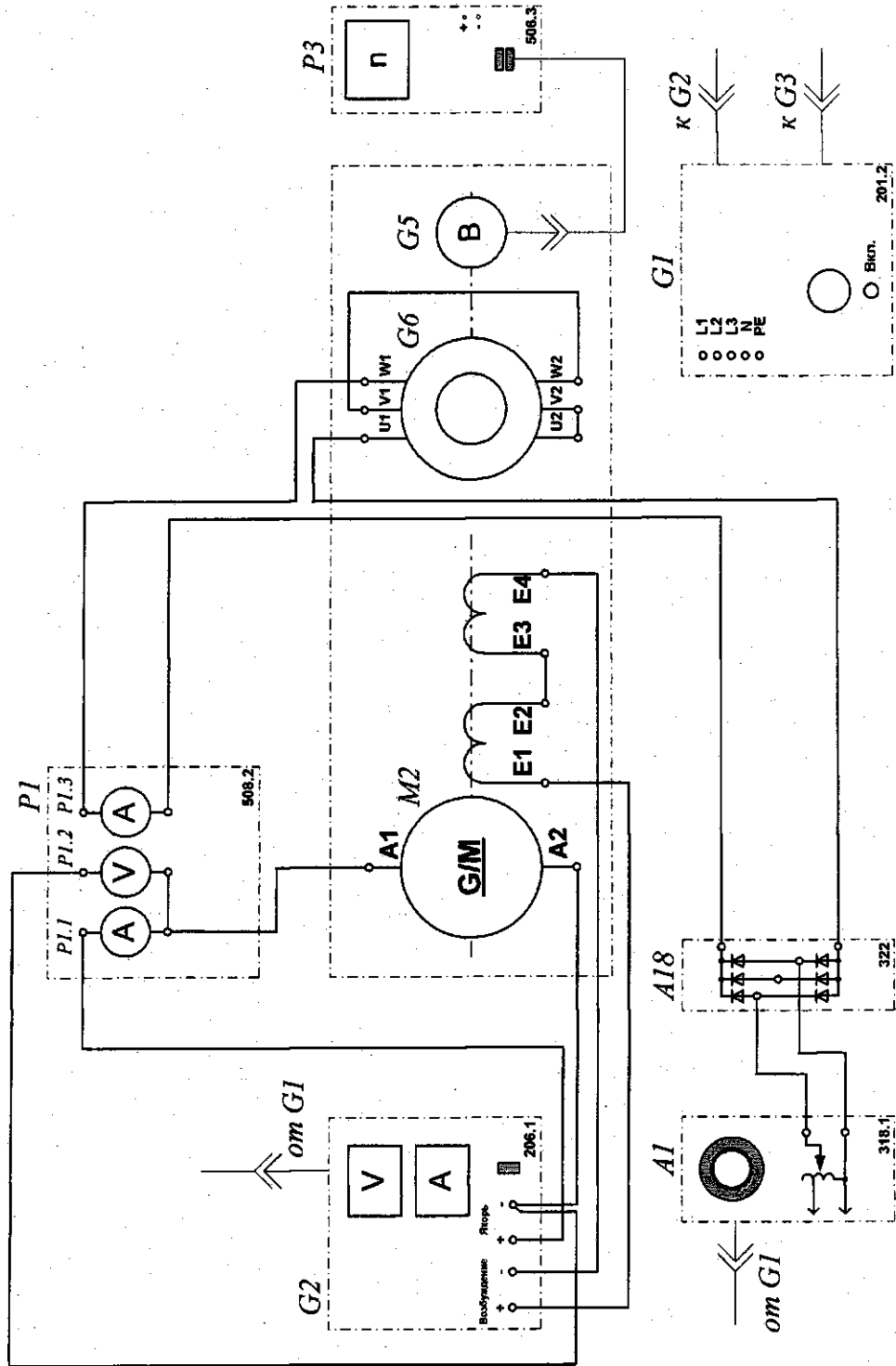
n, мин -1										
M, Н·м										

- Используя данные таблицы 3.2.2, постройте искомую статическую механическую характеристику $n=f(M)$ двигателя постоянного тока.

3.2. Определение рабочих характеристик $n=f(P_2)$, $M=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$ двигателя постоянного тока с независимым возбуждением

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	~400 В / 16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А(якорь)/ - 200 В / 1 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120Вт/~380В / 1500 мин ⁻¹
M2	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт / 220 В / 0,56 А (якорь) / 2x110 В/0,25 А (возбуждение)
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	~0...240В / 2 А
A18	Выпрямитель	322	~400В / 2 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В/ ≅0...10 А / 0...20МОм
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания G2 двигателя постоянного тока используется для питания регулируемым напряжением якорной обмотки и нерегулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока M2, работающей в режиме двигателя с независимым возбуждением и для питания регулируемым напряжением якорной обмотки и обмотки возбуждения машины постоянного тока M2, работающей в режиме двигателя с параллельным / последовательным возбуждением.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором M1 выполняет роль электромагнитного тормоза, статорная обмотка которого питается постоянным током через выпрямитель A18 от регулируемого автотрансформатора A1.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются напряжение и ток якорной обмотки двигателя M2, а также ток статорной обмотки асинхронного двигателя M1.

Указания по проведению эксперимента

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Переключатель режима работы источника G2 установите в положение "РУЧН."
- Регулировочные рукоятки источника G2 и автотрансформатора A1 поверните против часовой стрелки до упора.
- Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте мультиметры блока P1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Включите выключатель "СЕТЬ" и нажмите кнопку "ВКЛ." источника G2.
- Вращая регулировочную рукоятку источника G2, разгоните двигатель M2 до частоты вращения n , например, равной 1500 мин^{-1} .
- Включите выключатель "СЕТЬ" автотрансформатора A1.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, изменяйте ток якоря $I_{я}$ двигателя M2 в диапазоне $0 \dots 1 \text{ А}$ и заносите показания амперметра P 1.1 (ток $I_{я}$), вольтметра P1.2 (напряжение $U_{я}$ якорной обмотки двигателя M2), амперметра P 1.3 (ток возбуждения I_f двигателя M1) и указателя P3 (частота вращения n) в таблицу 3.3.1.

Таблица 3.3.1.

$I_{я}, \text{ А}$										
$U_{я}, \text{ В}$										
$I_f, \text{ В}$										
$n, \text{ мин}^{-1}$										

- По завершении эксперимента сначала у автотрансформатора A1, а затем у источника G2 поверните регулировочную рукоятку против часовой стрелки до упора и отключите выключатели "СЕТЬ". Отключите источник G1 нажатием на кнопку - гриб.
- Используя данные таблицы 3.3.1 и измеренные значение активного сопротивления r_f обмотки возбуждения двигателя M2 и напряжение возбуждения U_f двигателя M2, для каждого значения частоты вращения n вычислите и занесите в табл. 3.3.2 значения:
 - полезной активной мощности двигателя M2 по эмпирической формуле (справедлива при $I_f=0 \dots 0,8 \text{ А}$ и $n=500 \dots 1750 \text{ мин}^{-1}$)

$$P_2 = \frac{2\pi}{60} 1150 I_f^2 \text{ [Вт];}$$

- активной мощности, потребляемой из сети двигателем M2

$$P_1 = U_{я} I_{я} + \frac{U_f^2}{r_f}, \text{ [Вт];}$$

- электромагнитного момента двигателя M2 по формуле

$$M = \frac{60}{2\pi n} (U_{я} - 65 I_{я}) I_{я}, \text{ [Н·м];}$$

- коэффициента полезного действия двигателя M2 по формуле

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} 100, \text{ [%],}$$

Таблица 3.3.2.

n, мин⁻¹										
P₂, Вт										
P₁, Вт										
M, Н·м										
η, %										

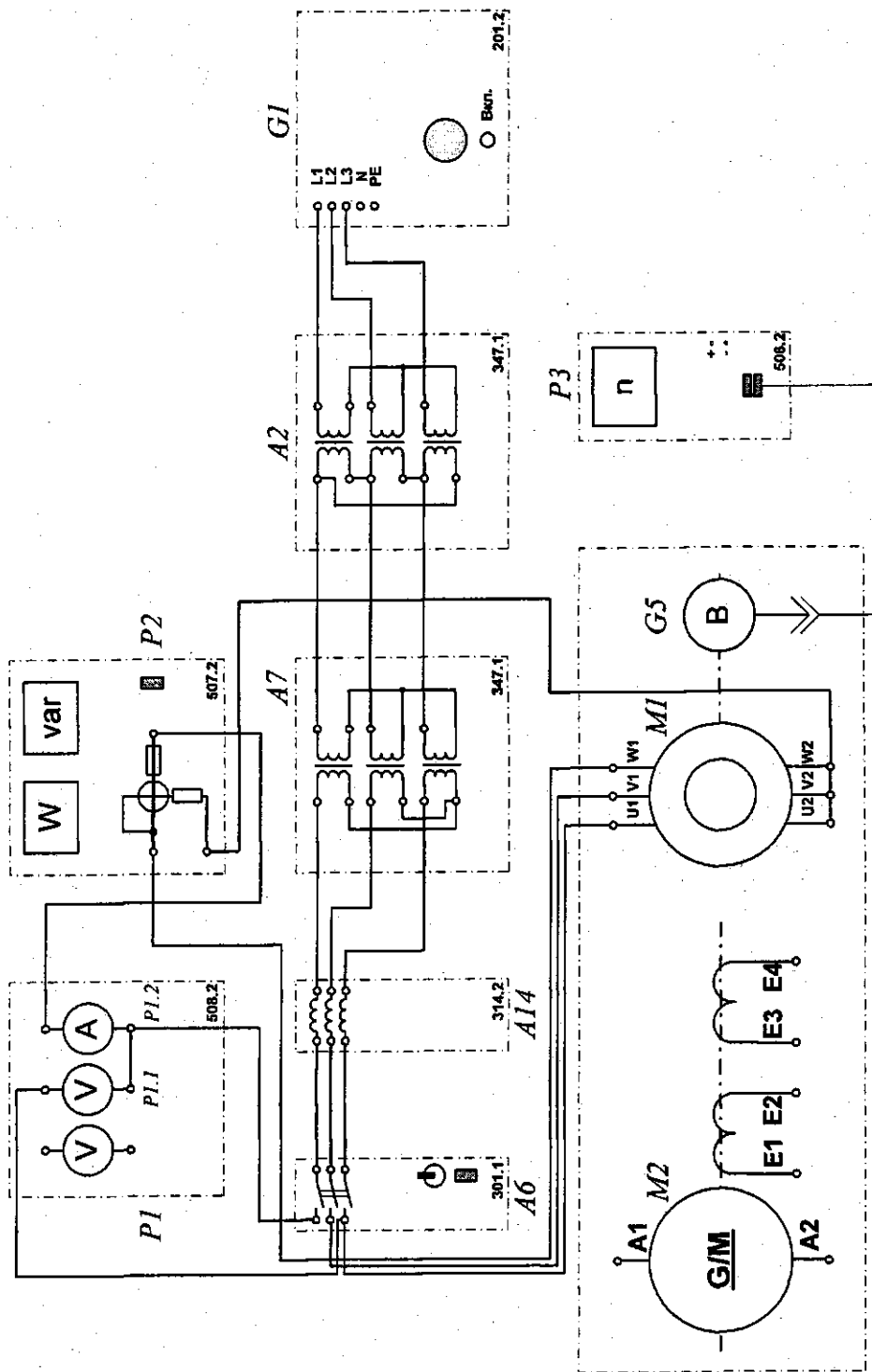
- Используя данные таблицы 3.3.2, постройте искомые рабочие характеристики $n=f(P_2)$, $M=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$ двигателя постоянного тока.

4. ТРЕХФАЗНЫЕ АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

4.1. Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos \varphi_0=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В / 16 А
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120Вт/~380В / 1500 мин ⁻¹
M2	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт/220 В / 0,56 А (якорь) / 2х110 В/0,25 А (возбуждение)
A2,A7	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3х80 В·А; 230 В/242,235, 230,226, 220,133,127 В
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400 В / 10 А
A14	Линейный реактор	314.2	3 х 0,3 Гн / 0,5 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В / ≅0...10 А / 0...20МОм
P2	Измеритель мощностей	507.2	15; 60; 150; 300; 600 В / 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А.
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000... 0...2000 мин ⁻¹

Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Испытуемый асинхронный двигатель M1 получает питание через выключатель A6 и трехфазные трансформаторные группы A2, A7 от трехфазного источника питания G1.

Линейный реактор AN служит для дополнительного понижения напряжения, подводимого к испытуемому двигателю M1.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток статорной обмотки и линейное напряжение испытуемого двигателя M1.

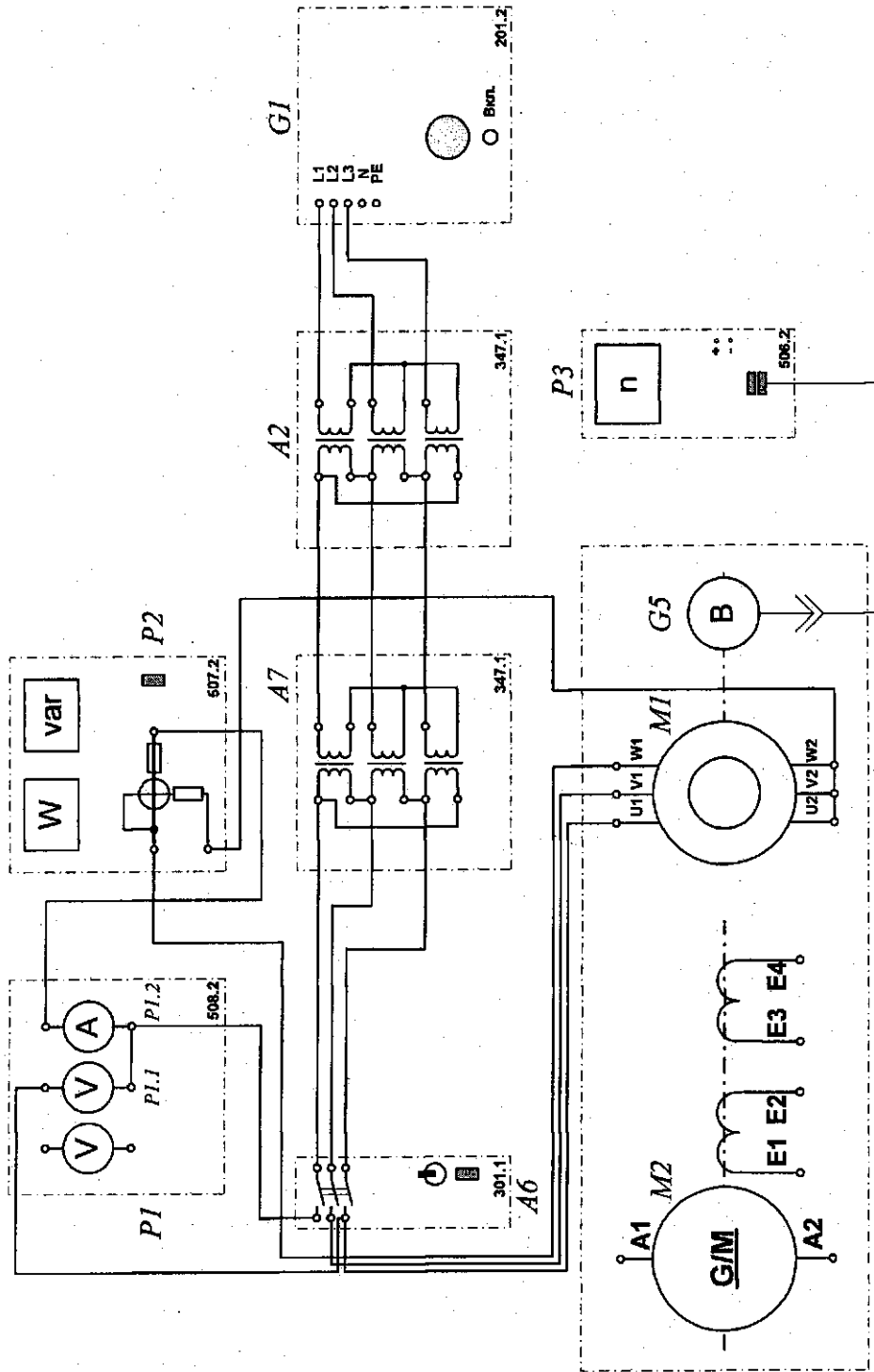
С помощью измерителя P2 контролируются активная и реактивная мощности, потребляемые одной фазой испытуемого двигателя M1.

- При необходимости большей вариативности значений напряжения U , повторите эксперимент при замкнутом линейном реакторе А14.
- Используя данные таблиц 4.2.2 и 4.2.3, постройте искомые характеристики холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos \varphi_0=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

4.2. Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_k=f(U)$, $P_k=f(U)$, $Z_k=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В / 16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А(якорь)/ - 200 В / 1 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120Вт/~380В / 1500 мин ⁻¹
M2	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт / 220 В / 0,56 А (якорь) / 2x110 В / 0,25 А (возбу- ждение)
A2,A7	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3x80 В·А; 230 В/242,235,230, 226, 220,133,127 В
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400 В / 10 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В / ≅0...10А/ 0...20МОм
P2	Измеритель мощностей	507.2	15; 60; 150; 300; 600 В / 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А.
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания G2 двигателя постоянного тока используется для питания регулируемым напряжением машины постоянного тока M2 с параллельным возбуждением, работающей в режиме тормоза.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Испытуемый асинхронный двигатель M1 получает питание через выключатель A6 и трехфазные трансформаторные группы A2, A7 от трехфазного источника питания G1.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток и напряжение статорной обмотки испытуемого двигателя M1.

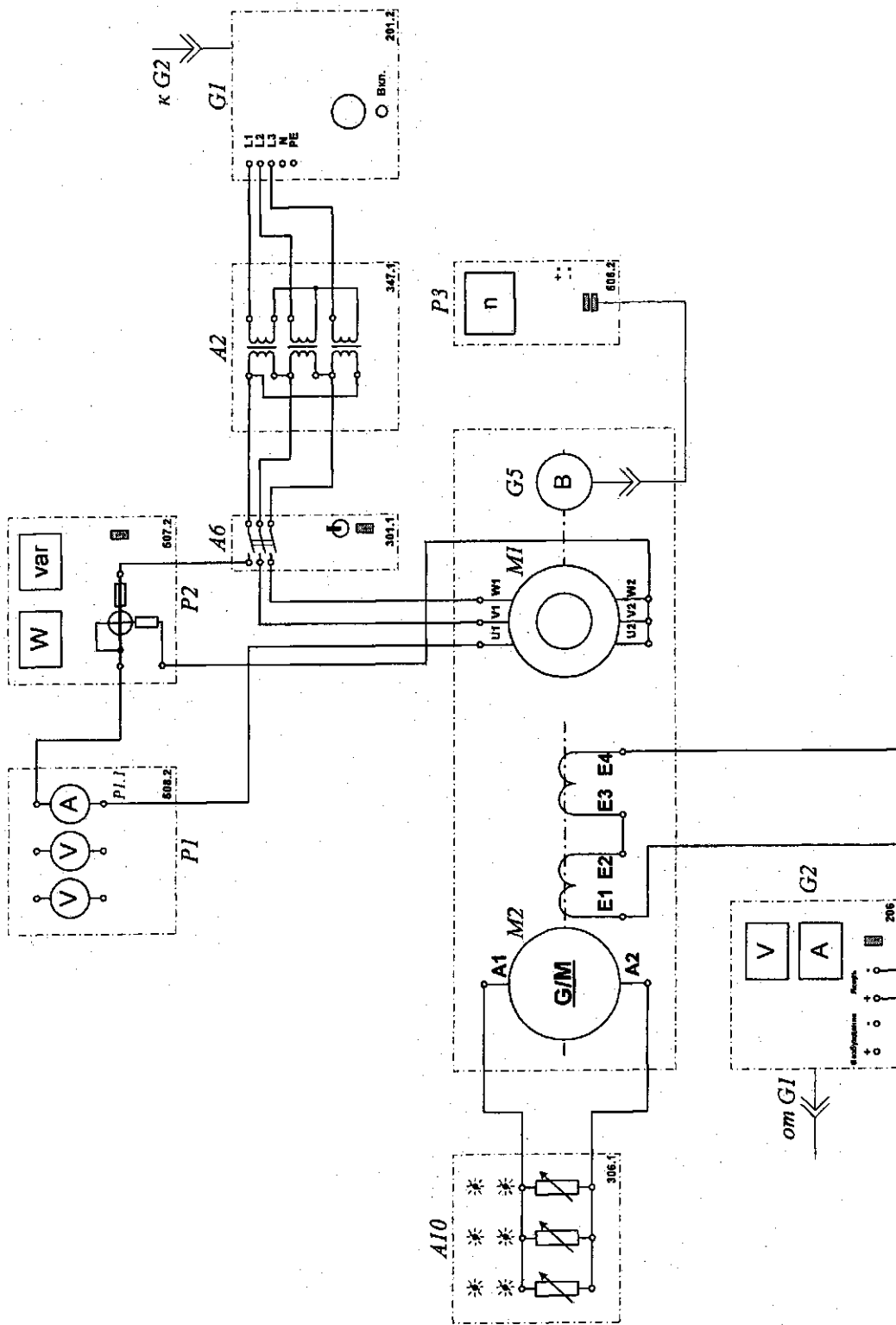
С помощью измерителя P2 контролируются активная и реактивная мощности, потребляемые испытуемым двигателем M1.

- Используя данные таблиц 4.3.1 и 4.3.2, постройте искомые характеристики короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $Z_K=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

4.3. *Определение механической характеристики $n=f(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором*

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В /16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А(якорь)/ -200 В /1 А (возбуждение)
G4	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт/220 В / 0,56 А (якорь) / 2х110 В /0,25 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120Вт/~380В / 1500 мин ⁻¹
A2	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3х80 В·А; 230 В/242,235, 230,226, 220, 133, 127 В
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400 В /10 А
A10	Активная нагрузка	306.1	220 В/3х0...50 Вт;
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0...1000В / ≅0...10А/ 0...20 МОм
P2	Измеритель мощностей	507.2	15; 60; 150; 300; 600 В / 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А.
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания G2 двигателя постоянного тока используется для питания нерегулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока G4, работающей в режиме генератора с независимым возбуждением и выступающей в качестве нагрузочной машины.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Испытуемый асинхронный двигатель M1 получает питание через выключатель A6 и трехфазную трансформаторную группу A2 от трехфазного источника питания G1.

Активная нагрузка A10 используется для нагружения генератора G4.

С помощью мультиметра блока P1 контролируется ток статорной обмотки испытуемого двигателя M1.

С помощью измерителя P2 контролируются активная мощность, потребляемая испытуемым двигателем M1.

Указания по проведению эксперимента


- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления " " устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Переключатели режима работы источника G2 и выключателя А6 установите в положение "РУЧН".
- Регулировочную рукоятку источника G2 поверните до упора против часовой стрелки, а регулировочные рукоятки активной нагрузки А10 - по часовой стрелке.
- Установите переключателем в трехфазной трансформаторной группе А2 номинальные напряжения вторичных обмоток трансформаторов, например, 127 В.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Пустите двигатель М1 нажатием кнопки «ВКЛ.» выключателя А6.
- Нажмите кнопку "ВКЛ." источника G2.
- Вращая регулировочную рукоятку источника G2, изменяйте ток **I** статорной обмотки двигателя М1 и заносите показания амперметра Р1.1 (ток **I**), ваттметра измерителя мощностей Р2 (активная мощность **P** фазы двигателя М1) и указателя Р3 (частота вращения **n** двигателя М1) в таблицу 4.4.1.

Таблица 4.4.1.

I, А										
P, Вт										
n, мин⁻¹										

- По завершении эксперимента отключите выключатель А6 и источник G1.
- Выключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Вычислите электромагнитный момент **M** двигателя М1 для каждого значения тока **I** из табл. 4.4.1. по формуле

$$M = \frac{3}{50\pi} (P - 80I^2), \text{ Н}\cdot\text{м}$$

и занесите его в таблицу 4.4.2.

Таблица 4.4.2.

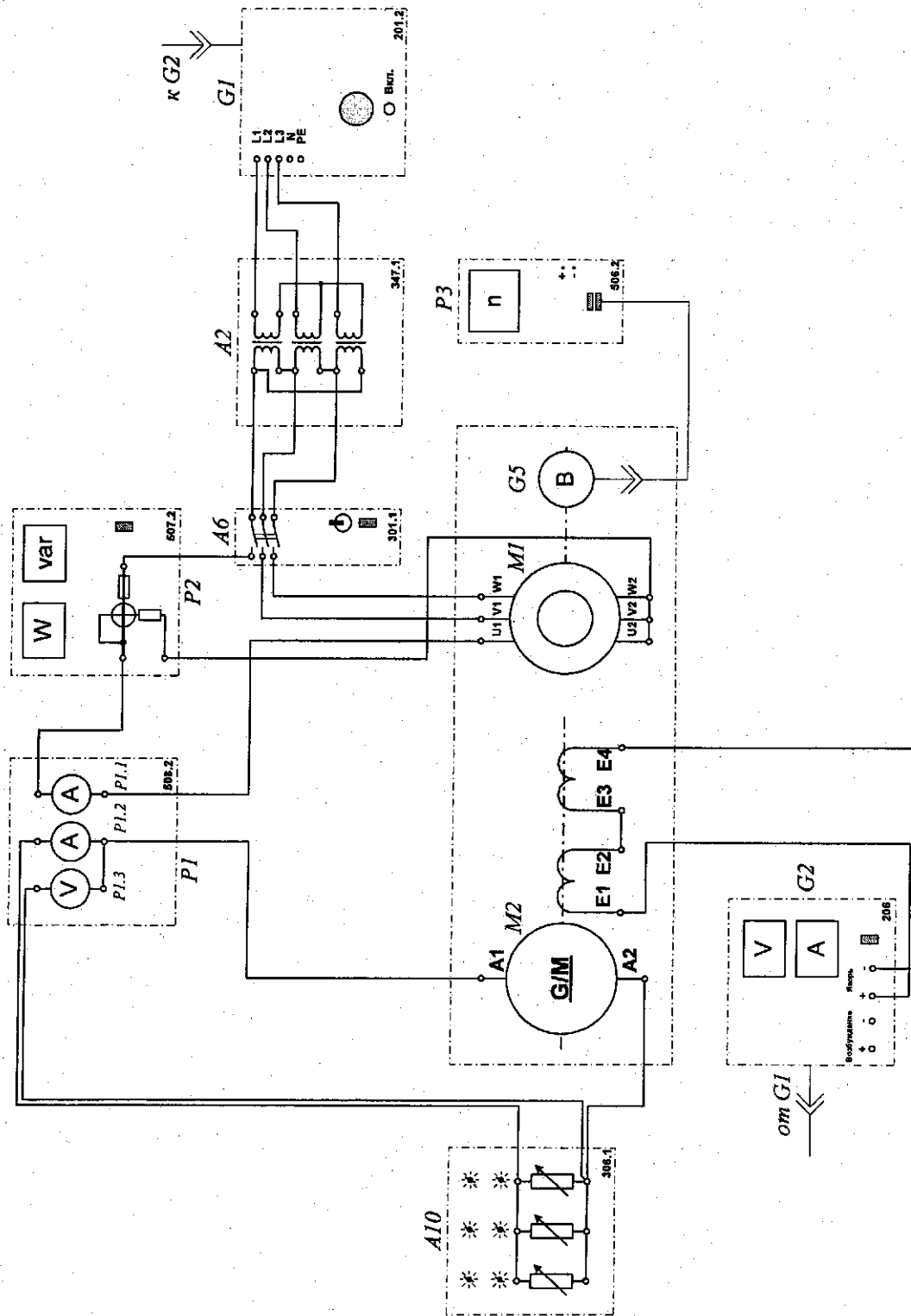
M, Н · м										
n, мин⁻¹										

- Используя данные таблицы 4.4.2, постройте искомую механическую характеристику $n=f(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

4.4. Определение рабочих характеристик $I=f(P_2)$, $P_1=f(P_2)$, $s=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$, $\cos\varphi=f(P_2)$, $M=f(P_2)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента

Электрическая схема соединений



Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трёхфазный источник питания	201.2	~400 В / 16 А
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	-0...250В / 3 А (якорь) / -200 В / 1 А (возбуждение)
G4	Машина постоянного тока	101.2	90В _т /220В/ 0,56 А (якорь) / 2х110 В/0,25 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120В _т /~380В / 1500 мин ⁻¹
A2	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	3х80 В·А; 230 В/242,235,230, 226, 220,133,127 В
A6	Трёхполюсный выключатель	301.1	~400 В / 10 А
A10	Активная нагрузка	306.1	220 В/3х0...50 Вт;
PI	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≅0... 1000 В / ≅0...10А / 0...20МОм
P2	Измеритель мощностей	507.2	15; 60; 150; 300; 600 В / 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А.
P3	Указатель частоты вращения	506.2	-2000...0...2000 мин ⁻¹

Описание электрической схемы соединений

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания G2 двигателя постоянного тока используется для питания нерегулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока G4, работающей в режиме генератора с независимым возбуждением и выступающей в качестве нагрузочной машины.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашинного агрегата.

Испытуемый асинхронный двигатель M1 получает питание через выключатель A6 и трехфазную трансформаторную группу A2 от трехфазного источника питания G1.

Активная нагрузка A1G используется для нагружения генератора G4.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток статорной обмотки испытуемого двигателя M1, ток и напряжение якорной обмотки генератора G4.

С помощью измерителя P2 контролируются активная и реактивная мощности, потребляемые испытуемым двигателем M1.

Указания по проведению эксперимента


- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Переключатели режима работы источника G2 и выключателя А6 установите в положение "РУЧН".
- Регулировочную рукоятку источника G2 поверните до упора против часовой стрелки, а регулировочные рукоятки активной нагрузки А10 - по часовой стрелке.
- Установите переключателем в трехфазной трансформаторной группе А2 номинальные напряжения вторичных обмоток трансформаторов, например, 127 В.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Пустите двигатель М1 нажатием кнопки «ВКЛ.» выключателя А6.
- Нажмите кнопку "ВКЛ." источника G2.
- Вращая регулировочную рукоятку источника G2, изменяйте ток **I** статорной обмотки двигателя М1 и заносите показания амперметра Р1.1 (ток **I**), ваттметра и варметра измерителя мощностей Р2 (активная P_{11} и реактивная Q_{11} мощности фазы двигателя М1), указателя Р3 (частота вращения **n** двигателя М1), амперметра Р1.2 и вольтметра Р1.3 (ток I_a и напряжение U_a якорной обмотки генератора G4) в таблицу 4.5.1.

Таблица 4.5.1.

I, А										
P₁₁, Вт										
Q₁₁, В·Ар										
n, мин⁻¹										
I_a, А										
U_a, В										

- По завершении эксперимента отключите выключатель А6 и источник G1.
- Выключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Используя данные таблицы 4.5.1, вычислите для каждого значения тока **I** значения, полезной активной мощности P_2 , полной потребляемой из сети активной мощности P_1 , полезного механического момента **M**, коэффициента мощности **cosφ**, скольжения **s** и коэффициента полезного действия **η** асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором по формулам

$$P_2 = I_a \cdot U_a$$

$$P_1 = 3P_{11}$$

$$M = \frac{3}{50\pi} (P_{11} - 80I^2),$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{11}}{\sqrt{P_{11}^2 + Q_{11}^2}};$$

$$s = \left(1 - \frac{n}{1500}\right) 100$$

$$\eta = \frac{P_2}{3P_{11}} 100,$$

и занесите полученные результаты в таблицу 4.5.2.

Таблица 4.5.2.

I, А										
P₂, Вт										
P₁, Вт										
M, Н·м										
cos φ										
S, %										
η, %										

- Используя данные таблицы 4.5.2, постройте искомые рабочие характеристики **I=f(P₂)**, **P₁=f(P₂)**, **s=f(P₂)**, **η=f(P₂)**, **cosφ=f(P₂)**, **M=f(P₂)** трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.