

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Специальное машиностроение»

Кафедра «Автономные информационные и управляющие системы»

Лабораторная работа №4

по дисциплине

«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ»

Исследование явления взаимной индукции

Вариант №2

Выполнил ст. группы РЛ6-31

Филимонов С.В.

Фамилия И.О.

Проверил Рассадкин Н.Ю.

Оценка в баллах _____

Москва, 2021

Цель и задачи работы:

- исследовать параметры индуктивно связанных катушек;
- исследовать влияние взаимной индукции на параметры неразветвленной цепи.

Исходные данные:

$$|\dot{U}_{\text{BX}}| = 25 \text{ В}, |\dot{I}_c| = 1 \text{ А}, \varphi_{\text{согл}} = 60^\circ, \varphi_{\text{встр}} = 20^\circ.$$

Подготовительное задание:

$$f = 50 \text{ Гц}, L_1 = L_2$$

$$\underline{Z}_c = \frac{|\dot{U}_{\text{BX}}| e^{j\varphi_{\text{согл}}}}{|\dot{I}_c|} = R + jX_{\text{согл}}$$

$$\text{tg}(\varphi_{\text{встр}}) = \frac{X_{\text{встр}}}{R}$$

$$M = \frac{X_{\text{согл}} - X_{\text{встр}}}{8\pi f}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{X_{\text{согл}}}{2\omega} + M$$

,ошибка, не + , а -

$$k = \frac{\omega L}{R + \omega L}$$

Вычислено									
I _в , А	\underline{Z}_c	$X_{\text{согл}}$, Ом	$X_{\text{встр}}$, Ом	R, Ом	k	X _L , Ом	X _M , Ом	L, Гн	M, Гн
1	12.5+j21.7	21.65	4.549	12.5	0.3438	6.55	4.275	0.0208	0.013
Измерено									
I _в , А	I _с , А	$\varphi_{\text{согл}}$	$\varphi_{\text{встр}}$						
0.6	0.7	54	72						

Модель исследуемой цепи:

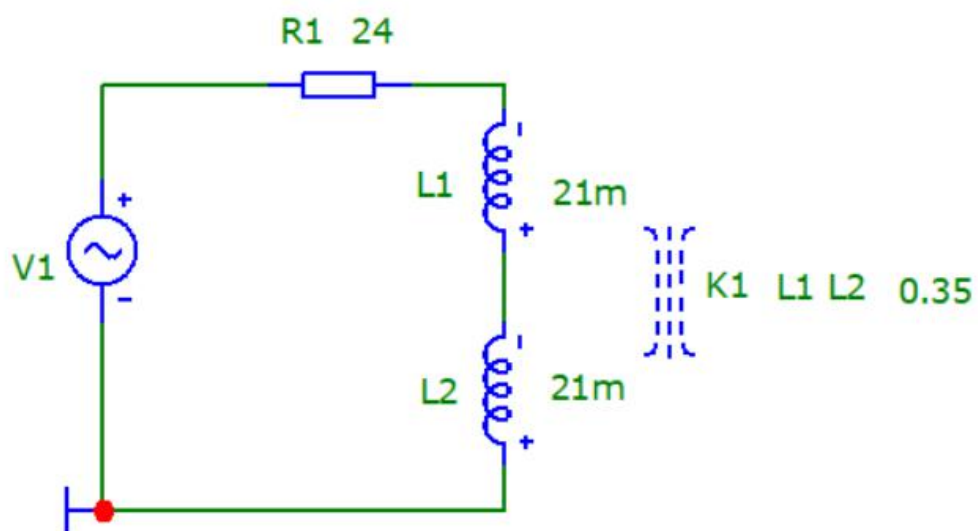


Рис. 1 Схема при последовательном подключении катушек

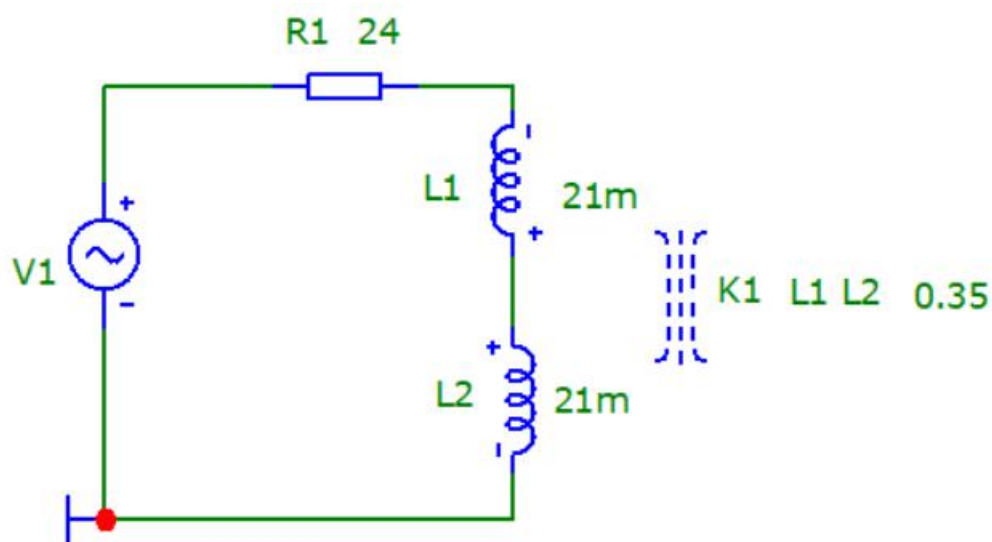
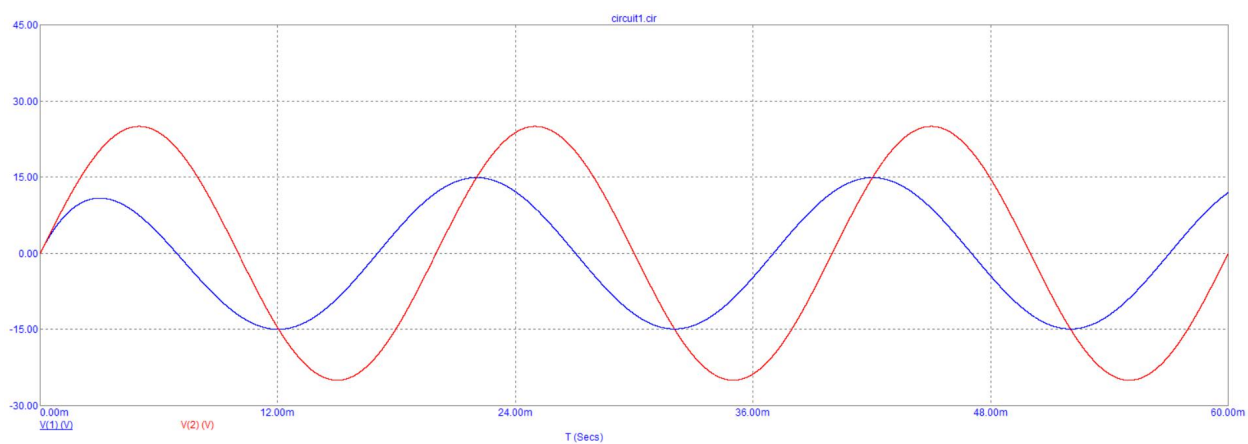


Рис. 2 Схема при встречном включении катушек



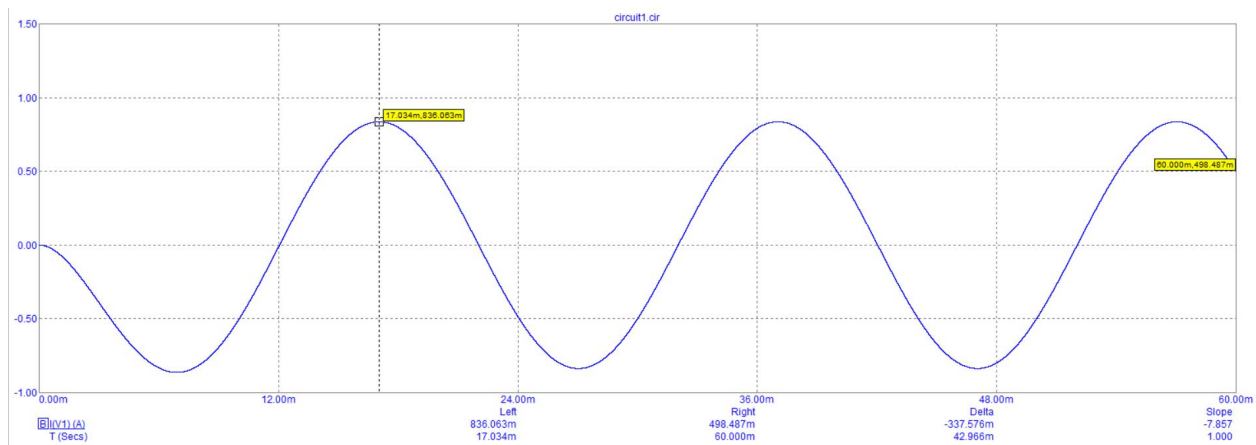


Рис. 3 график последовательный

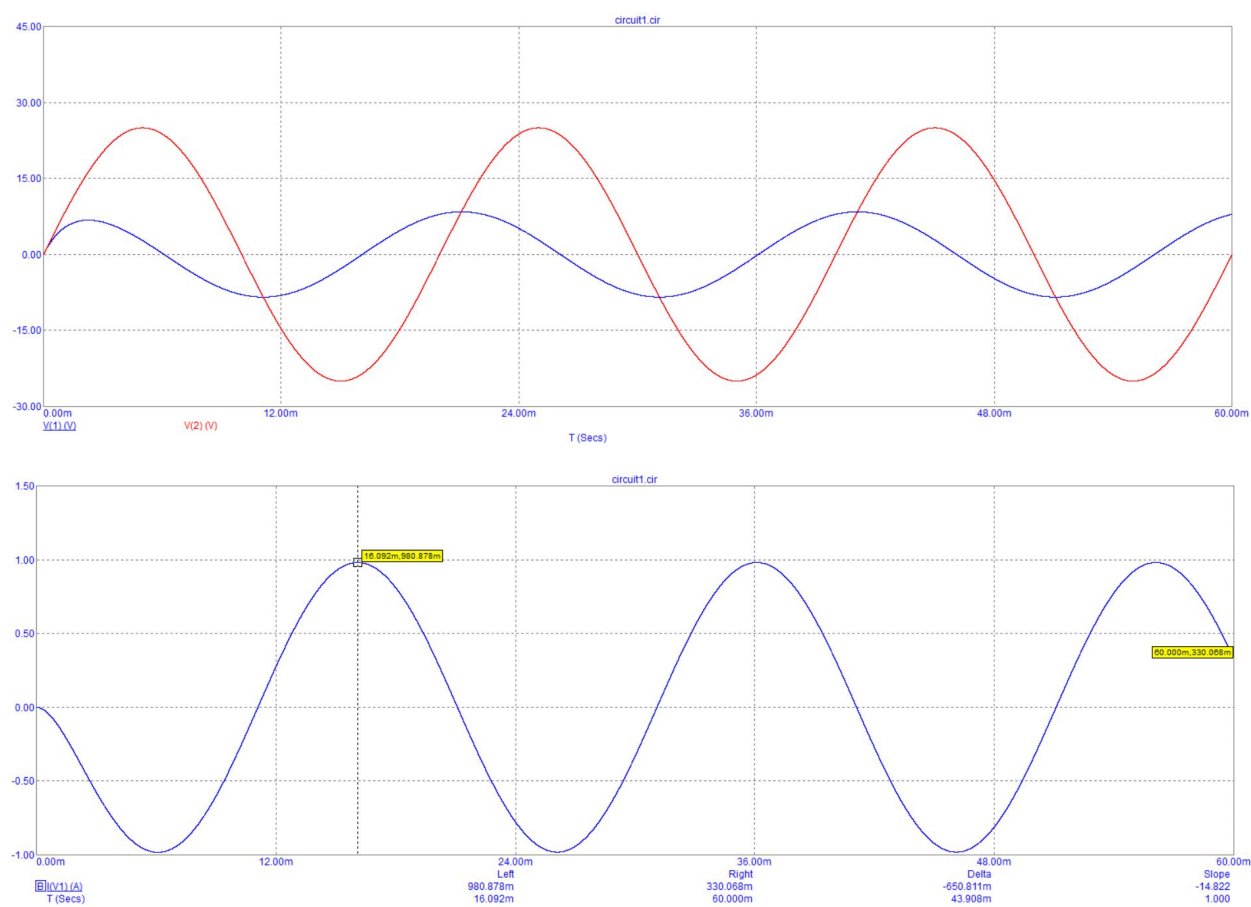


Рис.4 график встречный

Sine Source

Name

MODEL

Show

Value

Sin

Show

Change

Display

☐ Pin Markers

☐ Pin Names

☐ Pin Numbers

☒ Current

☒ Power

☒ Condition

Shape

Border

Fill

PART=V1

MODEL=sin

SMOKE=

COST=

POWER=

SHAPEGROUP=Default

PACKAGE=

Voltage vs. Time

1MHz

3PHASEA

3PHASEB

3PHASEC

60Hz

GENERAL

SIN

OK

Cancel

Font...

Add

Delete

Browse...

New

Find...

Plot...

Syntax...

IBIS...

Help...

Enabled

TRUE

Columns

3

☒ Help Bar

File Link

☐ Show Data on Exit

Source: Local page 'Models'

A

25

DC

0

F

50

PH

0

RP

0

RS

1m

TAU

0

Transient Analysis Limits

Run

Add

Delete

Expand...

Stepping...

PSS...

Properties...

Help...

Maximum Run Time

60m

Run Options

Normal

Output Start Time (tstart)

0

State Variables

Zero

Maximum Time Step

0.1u

☒ Operating Point

☐ Accumulate Plots

Number of Points

51

☐ Operating Point Only

☐ Fixed Time Step

Temperature

Linear

27

☒ Auto Scale Ranges

☐ Periodic Steady State

Retrace Runs

1

☐ Ignore Expression Errors

Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
1	1	T	v(1)	0.06,0,0.012	45,-30,15
1	1	T	v(2)	0.06,0,0.012	45,-30,15

Transient Analysis Limits

Run

Add

Delete

Expand...

Stepping...

PSS...

Properties...

Help...

Maximum Run Time

60m

Run Options

Normal

Output Start Time (tstart)

0

State Variables

Zero

Maximum Time Step

0.1u

☒ Operating Point

☐ Accumulate Plots

Number of Points

51

☐ Operating Point Only

☐ Fixed Time Step

Temperature

Linear

27

☒ Auto Scale Ranges

☐ Periodic Steady State

Retrace Runs

1

☐ Ignore Expression Errors

Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
1	1	T	[(V1)]	0.06,0,0.012	45,-30,15

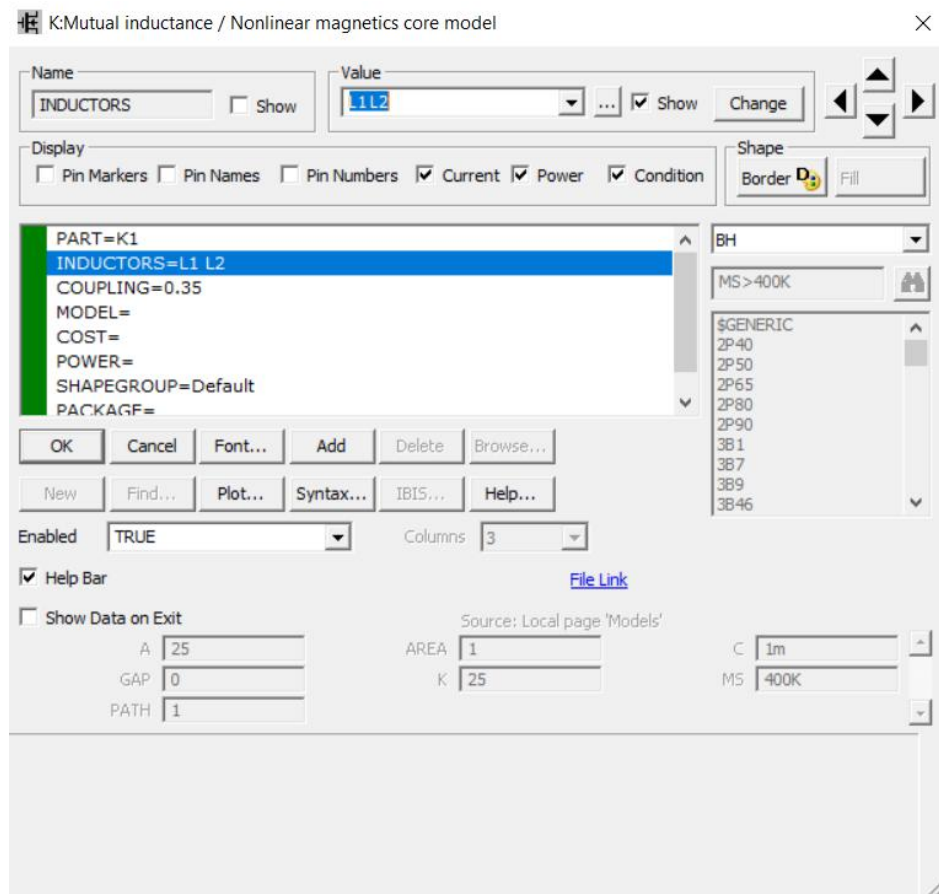


Рис. 5 Настройка параметров источника переменного напряжения

Векторные диаграммы:

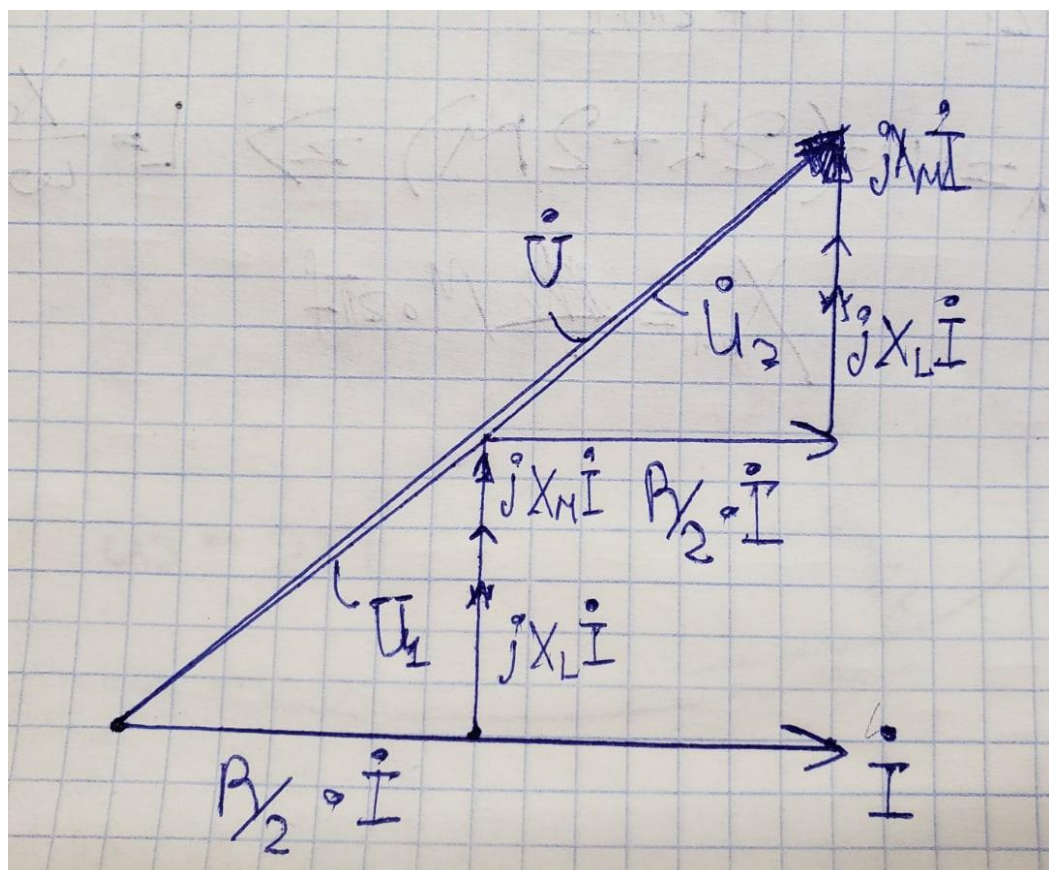


Рис. 6 последовательное соединение

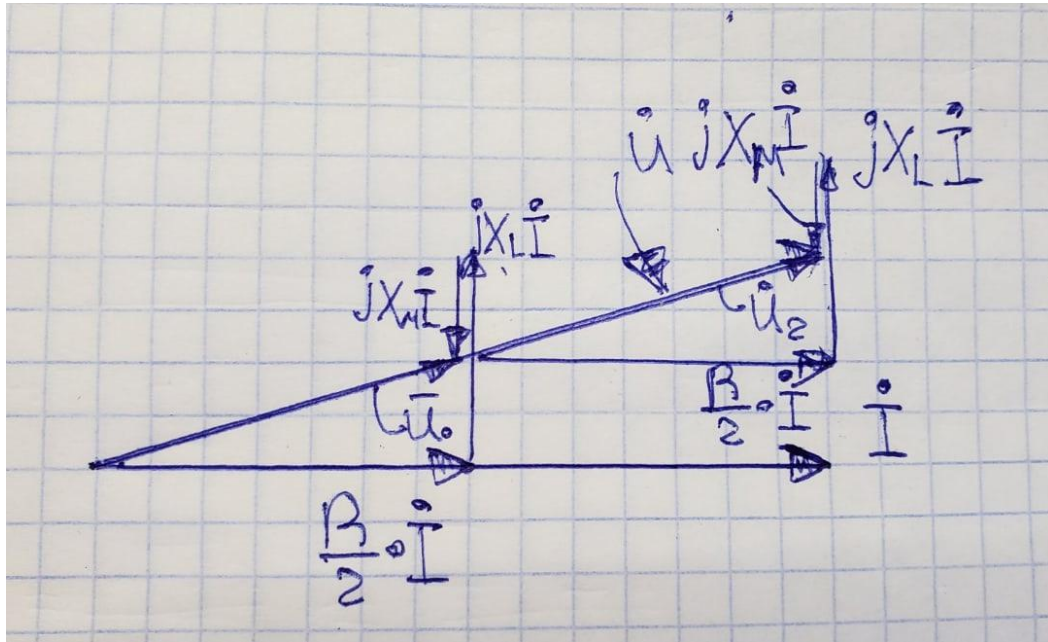


Рис. 7 встречное соединение

Выводы по работе:

Подведём итог, мы вычислили и исследовали параметры индуктивно связанных катушек и влияние взаимной индукции на параметры неразветвленной цепи, и можно сказать, что индуктивно связанные катушки – это катушки, в которых магнитные потоки, наводимые токами одной катушки, сцепляются с витками другой катушки, взаимной индукцией называется – явление возникновения ЭДС индукции в одном контуре при изменении силы тока во втором контуре и наоборот. Стоит отметить, что сильное расхождение результатов работы анализа среды Micro-CAP между данными значениями фазы, вызвано не точностью программы.

Контрольные вопросы:

1. В чём заключается явление взаимной индукции, и чем оно отличается от явления самоиндукции?

Самоиндукция — это явление внутри одной катушки, а взаимная индукция — влияние одной катушки на другую.

2. Какие цепи называются индуктивно связанными?

Взаимно индуктивная связь проявляется в наведении ЭДС в данной катушке при изменении тока, протекающего в другой, близко расположенной катушке. Цепи, в которых наводятся ЭДС взаимной индукции, называют индуктивно связанными цепями.

3. Что такое коэффициент связи и как можно изменять его величину?

Коэффициент связи показывает степень электрической или магнитной связи между контурами. Изменяется от 0 до 1.

$$K_{\hat{n}\hat{a}} = \frac{x_{\hat{n}\hat{a}}}{\sqrt{x_1 x_2}}, \text{ где}$$

$x_{\hat{n}\hat{a}}$ — реактивное сопротивление связи

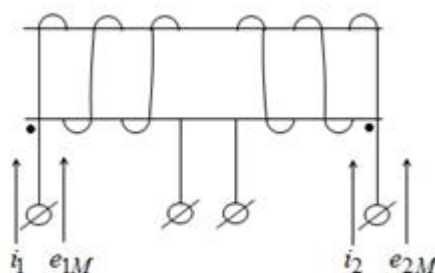
+ x_1/x_2 — сопротивление первичного и вторичного контуров, имеющие тот же характер, что и сопротивление связи.

4. Что такое взаимная индуктивность и чем она отличается от индуктивности? В двух соседних проводящих катушках изменение тока в одной катушке вызовет наведенную ЭДС в другой катушке. Это явление называется взаимной индукцией.

Индуктивность — коэффициент пропорциональности между электрическим током, текущим в каком-либо замкнутом контуре, и полным магнитным потоком, называемым также потокосцеплением, создаваемым этим током через поверхность, краем которой является этот контур.

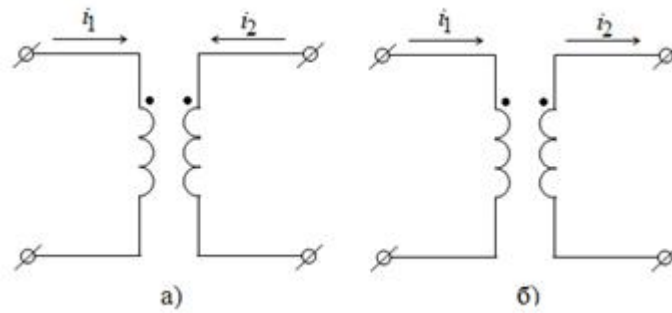
5. Указать способы определения одноимённых выводов индуктивно связанных катушек.

Зажимы катушек, относительно которых токи i_1 и i_2 направлены одинаково, называются одноименными или однополярными.



6. В чём заключается сущность понятий «согласное» и «встречное» включение?

Выводы двух индуктивно связанных катушек, относительно которых токи направлены одинаково и направления создаваемых ими потоков самоиндукции и взаимной индукции в каждой катушке совпадают, называют **одноимёнными**, а включение катушек — согласным. Иначе говоря, одноимённые зажимы двух катушек обладают той особенностью, что подведение к одной из них возрастающего тока приводит к повышению потенциала на одноимённом зажиме другой катушки. Если же потоки будут направлены встречно, то выводы катушек, относительно которых направления токов совпадают, называют **разноимёнными**, а включение катушек — встречным.



Согласное (а) и встречное (б) включение катушек.

7. Как влияет характер включения индуктивно связанных цепей при их последовательном соединении на параметры образовавшейся цепи?

При наличии взаимной индуктивности при согласном включении увеличивается индуктивность цепи. А наличие взаимной индукции при встречном включении уменьшает индуктивность цепи.