



Астраханский государственный технический
университет

Кафедра «Электрооборудование и автоматика судов»

Методические указания к самостоятельной работе студентов

Однофазные цепи синусоидального тока

Разработчик: ст. преп. Сенина О.А.

Научный консультант: профессор Зайнутдинова Л.Х.

[Начать
работу](#)

Содержание

1. Основные теоретические сведения: основные понятия о переменном токе, идеальные и реальные элементы в цепи синусоидального тока.
2. Практическое задание: расчет однофазной цепи синусоидального тока.
3. Математическая поддержка: векторы и действия над ними.
4. Задачи для самостоятельного решения.

Продолжит

ь

Основные теоретические сведения

- **Переменный электрический ток** — это ток, изменяющийся с течением времени.
- Значение этой величины в рассматриваемый момент времени называется **мгновенным значением тока i** .

Продолжит

ь

- Наиболее распространен переменный синусоидальный ток, являющийся синусоидальной функцией времени.
- Переменный синусоидальный сигнал характеризуется:
 - периодом T , который выражается в секундах (с),
 - частотой f - величиной, обратной периоду, выражается в герцах (Гц). В России принята частота $f=50$ Гц.
 - круговой частотой $\omega = 2\pi f$ (1/с).

Продолжит

ь

- Мгновенные значения тока:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i),$$

где i – мгновенное значение тока, А;

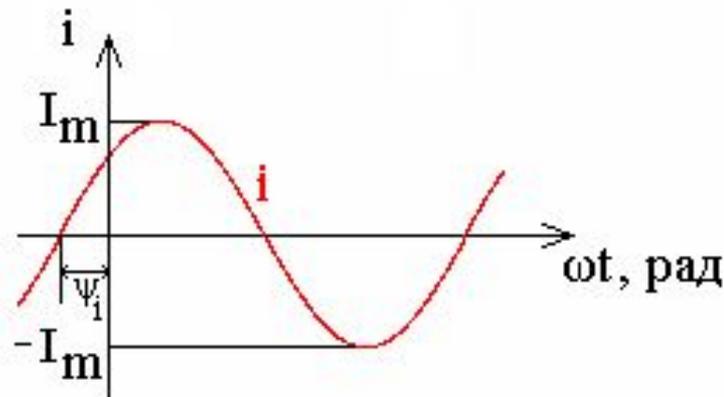
I_m – амплитудное значение тока, А;

ω – круговая (угловая) частота, 1/с;

ψ_i – начальная фаза тока;

t – время, с.

Синусоидальные величины принято изображать графиками в виде зависимости от ωt . На данном графике $\psi_i > 0$.

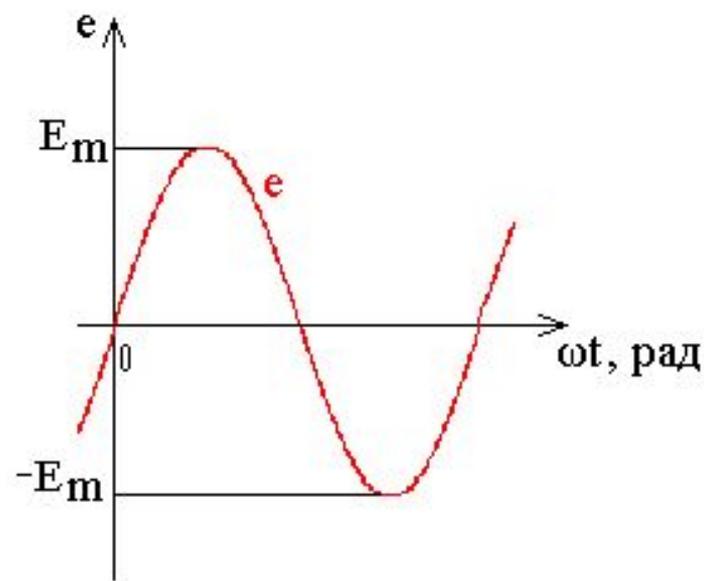
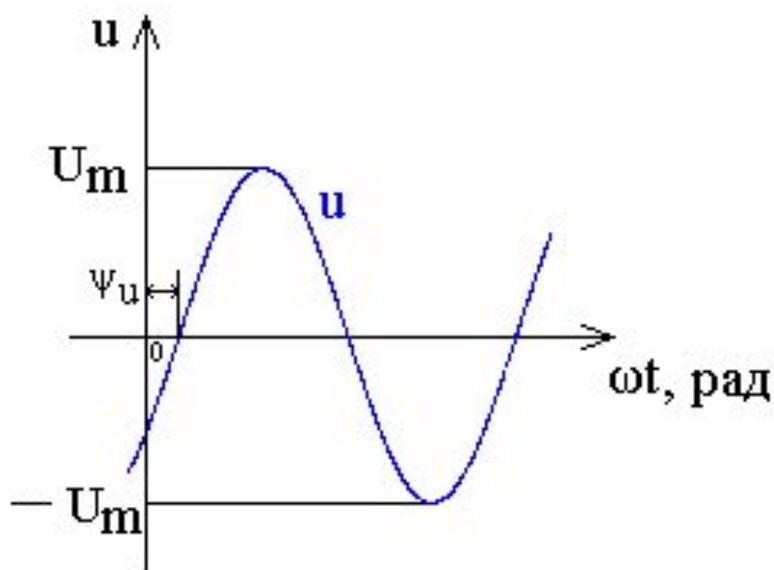


Продолжит

ь

- Аналогично выражаются мгновенные значения напряжения и ЭДС.

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi_u), \quad e = E_m \sin(\omega t + \psi_e)$$



На данных графиках $\psi_u < 0$, $\psi_e = 0$.

Продолжит

ь

Начальная фаза тока (ЭДС, напряжения) ψ_i, ψ_e, ψ_u – это значение фазы в момент времени $t = 0$.

Разность начальных фаз двух синусоидальных величин одной и той же частоты называют **сдвигом фаз**.

Сдвиг фаз между напряжением и током определяется вычитанием начальной фазы тока из начальной фазы напряжения:

$$\varphi = \psi_u - \psi_i$$

Продолжит

ь

- Действующее значение переменного тока (ЭДС, напряжения) – это среднеквадратичное значение переменного тока (ЭДС, напряжения) за период T .
- Если ток, ЭДС или напряжение изменяются по синусоидальному закону, то действующее значение составляет :

$$I = I_m / \sqrt{2}$$

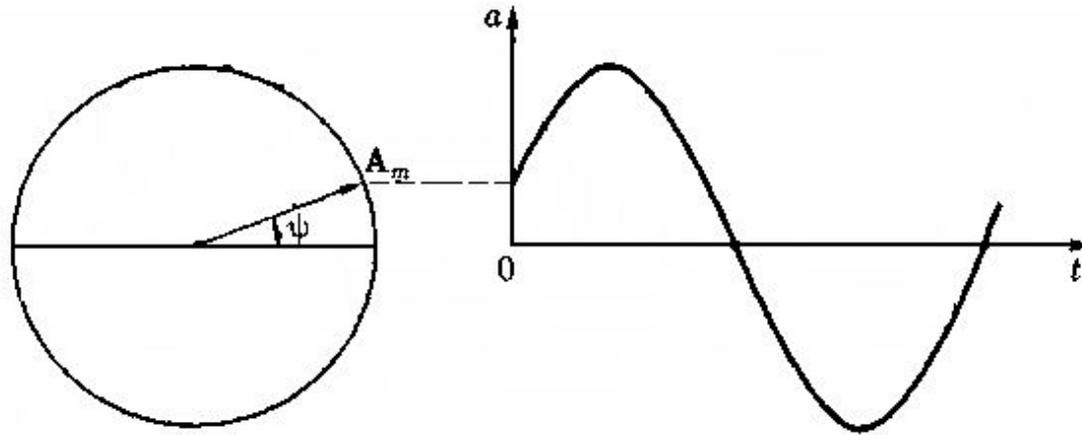
$$E = E_m / \sqrt{2}$$

$$U = U_m / \sqrt{2}$$

Продолжит

ь

Представление синусоидальных величин вращающимися векторами

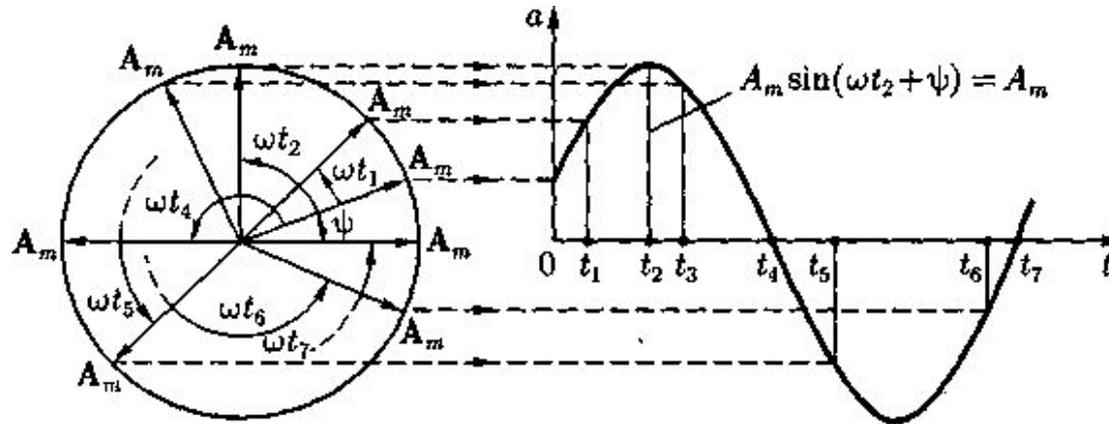


Для представления синусоидально изменяющейся величины $a=A_m \sin(\omega t+\psi)$ с начальной фазой ψ вращающимся вектором построим радиус-вектор A_m этой величины длиной, равной амплитуде A_m и под углом ψ к горизонтальной оси. Это будет его исходное положение в момент начала отсчета $t=0$.

Продолжит

ь

Представление синусоидальных величин вращающимися векторами

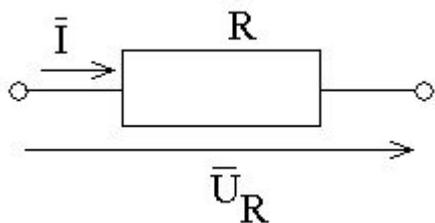


Если радиус-вектор вращать с постоянной угловой скоростью ω против направления движения часовой стрелки, то его проекция на вертикальную ось будет равна $A_m \sin(\omega t + \psi)$.
Применение вращающихся векторов позволяет компактно представить на одном рисунке совокупность различных синусоидально изменяющихся величин одинаковой частоты.

Продолжит

ь

Цепь переменного тока с резистивным элементом



- В резистивном элементе происходит преобразование электрической энергии в тепловую.
- Если приложено синусоидально изменяющееся напряжение

$$u = U_m \sin \omega t,$$

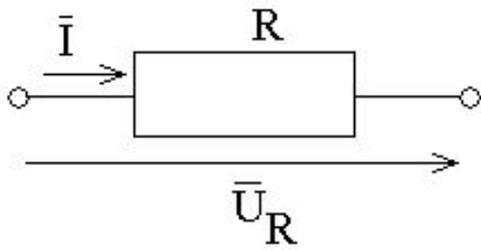
То, по закону Ома, мгновенное значение тока в цепи:

$$i = u/R = (U_m/R) \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

Продолжит

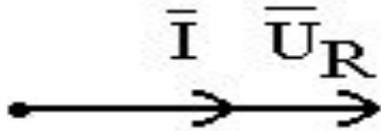
ь

Цепь переменного тока с резистивным элементом



$$U_{Rm} = R I_m$$

$$U_R = R I$$



Напряжение и ток совпадают по фазе и в любой момент времени значения тока и напряжения пропорциональны друг другу.

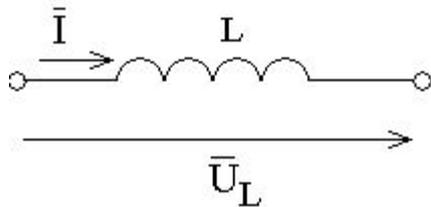
Продолжит

ь

Цепь переменного тока с индуктивным элементом

- Индуктивный элемент создает магнитное поле.
- Если ток синусоидальный $i = I_m \sin \omega t$, то тогда

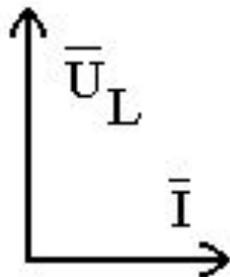
$$u = -e = L (d i / d t) = U_{Lm} \cos \omega t = U_{Lm} \sin (\omega t + \pi / 2)$$



$$U_{Lm} = \omega L I_m$$

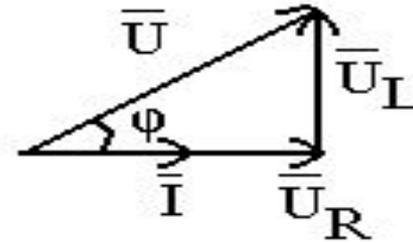
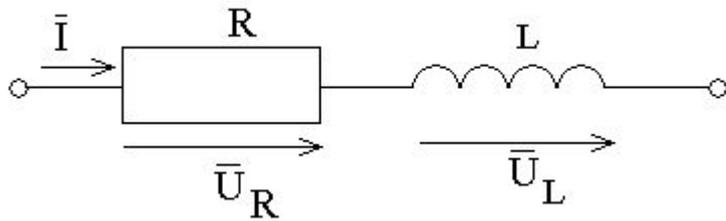
Величина $X_L = \omega L$ – индуктивное сопротивление, Ом.

Напряжение на индуктивном элементе по фазе опережает ток на угол $\varphi = \pi / 2$.



Продолжит

Неразветвленная цепь переменного тока с резистивным и индуктивным элементами

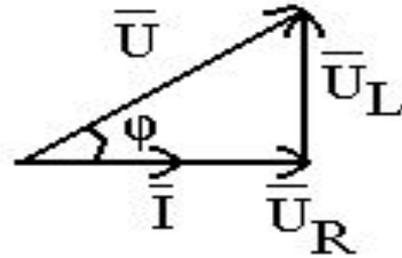
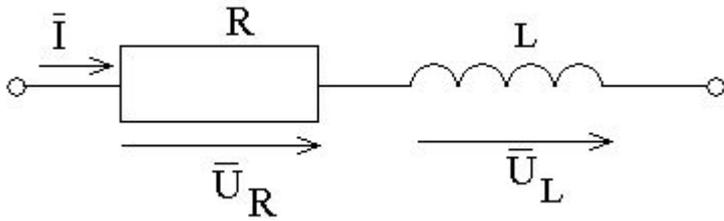


$$\bar{U} = \bar{U}_R + \bar{U}_L$$

Продолжит

ь

Неразветвленная цепь переменного тока с резистивным и индуктивным элементами



Напряжение опережает по фазе ток на угол φ :

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{U_L}{U_R} = \operatorname{arctg} \frac{X_L}{R}$$

Действующее значение напряжения U (В): $U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$

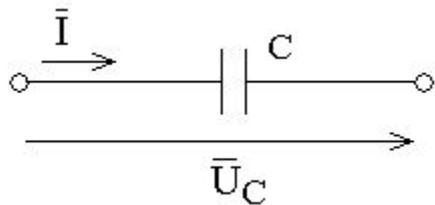
Полное сопротивление цепи Z (Ом): $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

Ток в цепи I (А): $I = \frac{U}{Z}$

Продолжит

ь

Цепь с емкостным элементом



Емкостный элемент создает электрическое поле.

Если в цепи проходит ток $i=I_m \sin(\omega t)$, $i=dq/dt=C(du_C/dt)$, то тогда напряжение

$$u_C = \frac{1}{C} \int i dt = \frac{1}{\omega C} I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

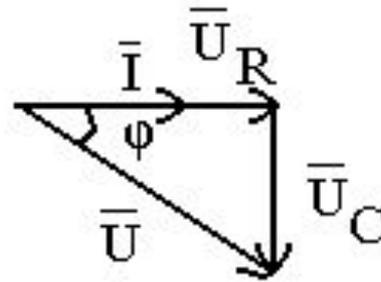
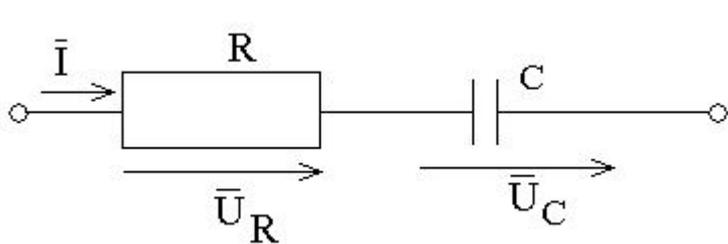
то есть напряжение отстает от тока на угол $\pi/2$.

Действующее значение тока в цепи: $I=U/X_C$, где $X_C=1/(\omega C)$ – емкостное сопротивление, Ом.

Продолжит

ь

Неразветвленная цепь переменного тока с резистивным и емкостным элементами



Напряжение на зажимах цепи

$$\bar{U} = \bar{U}_R + \bar{U}_C$$

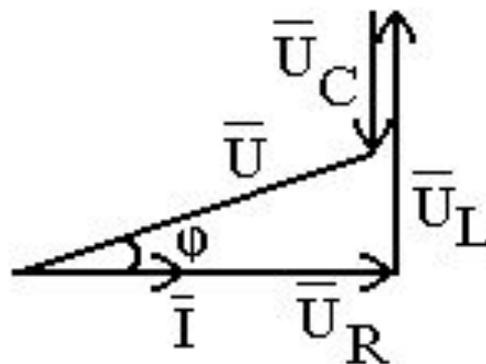
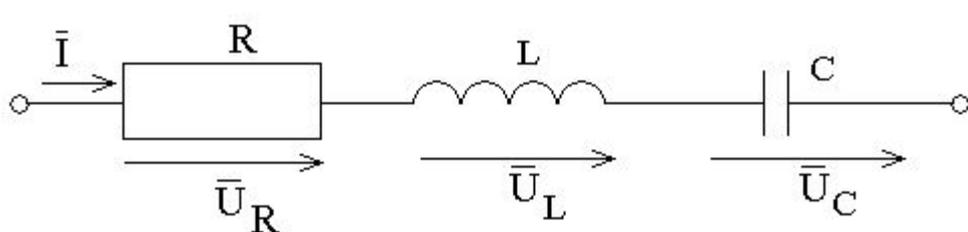
Действующее значение напряжения $U = I\sqrt{R^2 + X_c^2} = IZ$

Разность фаз $\varphi = \text{arctg} \frac{-X_c}{R}$

Продолжит

ь

Неразветвленная цепь переменного тока с резистивным, индуктивным и емкостным элементами



Значение напряжения на зажимах этой цепи равно сумме значений трех составляющих:

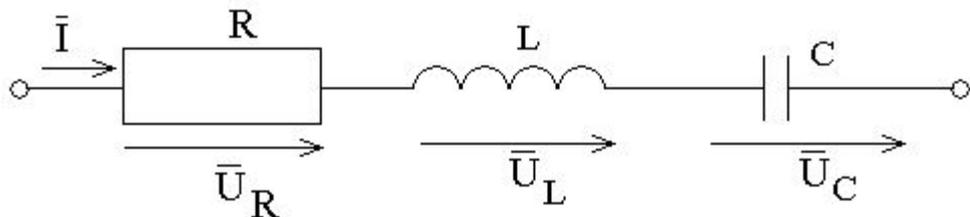
$$\bar{U} = \bar{U}_R + \bar{U}_L + \bar{U}_C$$

Действующее значение $U = \sqrt{U_R + (U_L - U_C)^2}$

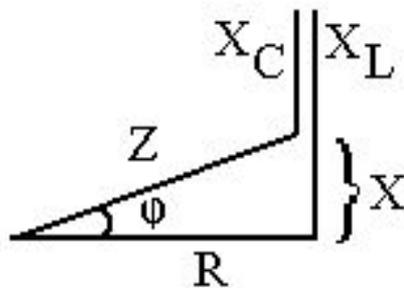
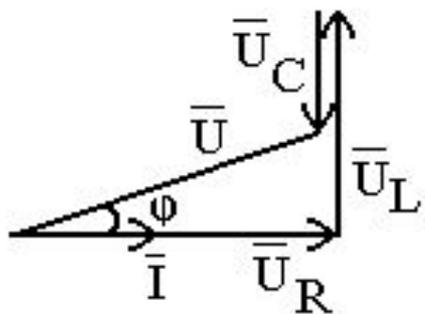
Продолжит

ь

Неразветвленная цепь переменного тока с резистивным, индуктивным и емкостным элементами



Сдвиг фаз между
напряжением и током:



$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{U_L - U_C}{U_R} = \operatorname{arctg} \frac{X}{R}$$

$X = X_L - X_C$ – реактивное
сопротивление

Продолжит

ь

Мощности цепи

Активная мощность, Вт:

$$P = U I \cos\varphi = U_R I = I^2 R$$

Реактивная мощность, вар:

$$Q = U I \sin\varphi = (U_L - U_C) I = I^2 X$$

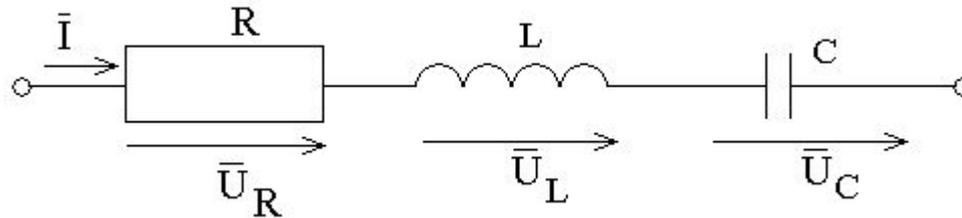
Полная мощность, ВА:

$$S = U I = I^2 Z = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Продолжит

ь

Резонанс напряжений



В неразветвленной цепи R-L-C при равенстве реактивных сопротивлений $X_L = X_C$ наступает резонанс напряжений

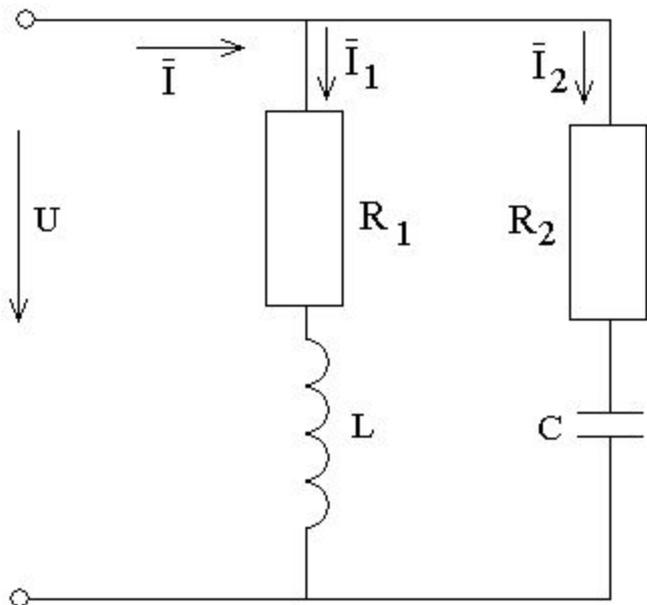
Полное сопротивление принимает минимальное значение, равное активному сопротивлению: $Z = R$.

Падения напряжений U_L и U_C находятся в противофазе. При резонансе $U_L = U_C$ равны между собой и приобретают максимальное значение. Ток в цепи имеет наибольшее значение $I = U/R$ и совпадает по фазе с напряжением, то есть $\varphi = 0$ и коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$.

Продолжит

ь

Цепь с параллельными ветвями



Рассмотрим разветвленную цепь, состоящую из двух ветвей.

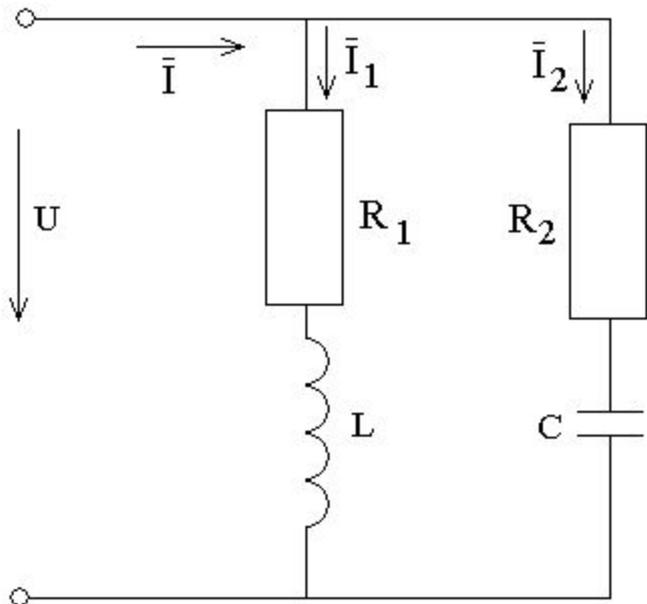
Ток неразветвленной части цепи может быть определен по закону Ома: $\mathbf{I} = \mathbf{U}/\mathbf{Z} = \mathbf{U}\mathbf{Y}$, где \mathbf{Y} -полная проводимость цепи.

$$\mathbf{Y} = \frac{1}{\mathbf{Z}} = \sqrt{\mathbf{G}^2 + \mathbf{B}^2}$$

Продолжит

ь

Цепь с параллельными ветвями



$$Y = \frac{1}{Z} = \sqrt{G^2 + B^2}$$

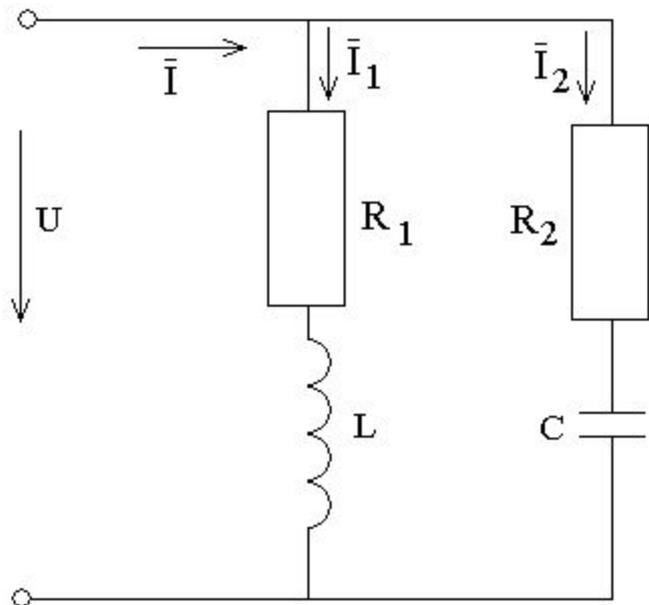
Активная проводимость цепи G равна арифметической сумме активных проводимостей параллельных ветвей:

$$G = G_1 + G_2 = \frac{R_1}{Z_1^2} + \frac{R_2}{Z_2^2}$$

Продолжит

ь

Цепь с параллельными ветвями



$$Y = \frac{1}{Z} = \sqrt{G^2 + B^2}$$

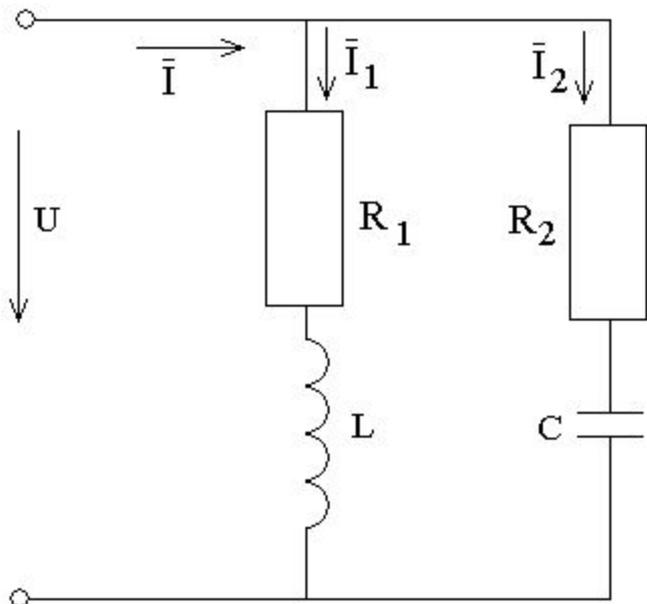
Реактивная проводимость цепи **B** равна разности индуктивных и емкостных проводимостей параллельных ветвей.

$$B = B_L - B_C = \frac{X_L}{Z_1^2} - \frac{X_C}{Z_2^2}$$

Продолжит

ь

Цепь с параллельными ветвями



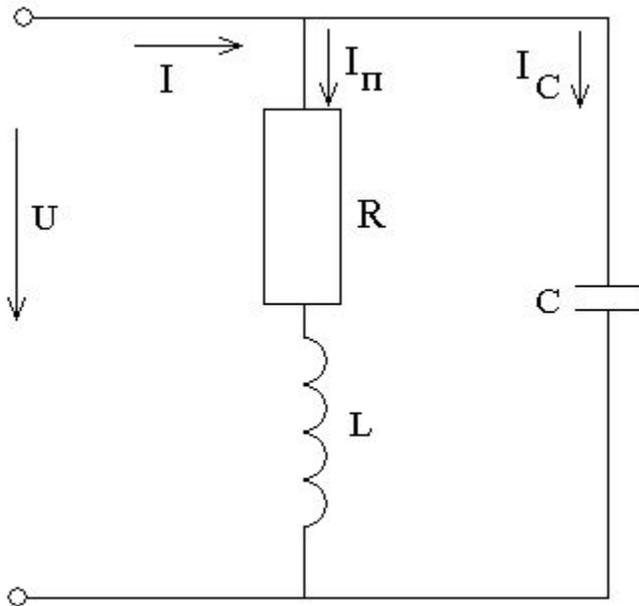
В цепи можно получить резонанс токов при условии равенства проводимостей $B_L = B_C$, тогда полная проводимость цепи $Y = G$. Угол сдвига фаз φ между током I и напряжением U в неразветвленной части цепи равен нулю, так как реактивные составляющие токов в ветвях I_{p1} и I_{p2} равны между собой и находятся в противофазе.

Цепь обладает только активной мощностью.

Продолжит

ь

Компенсация реактивной мощности



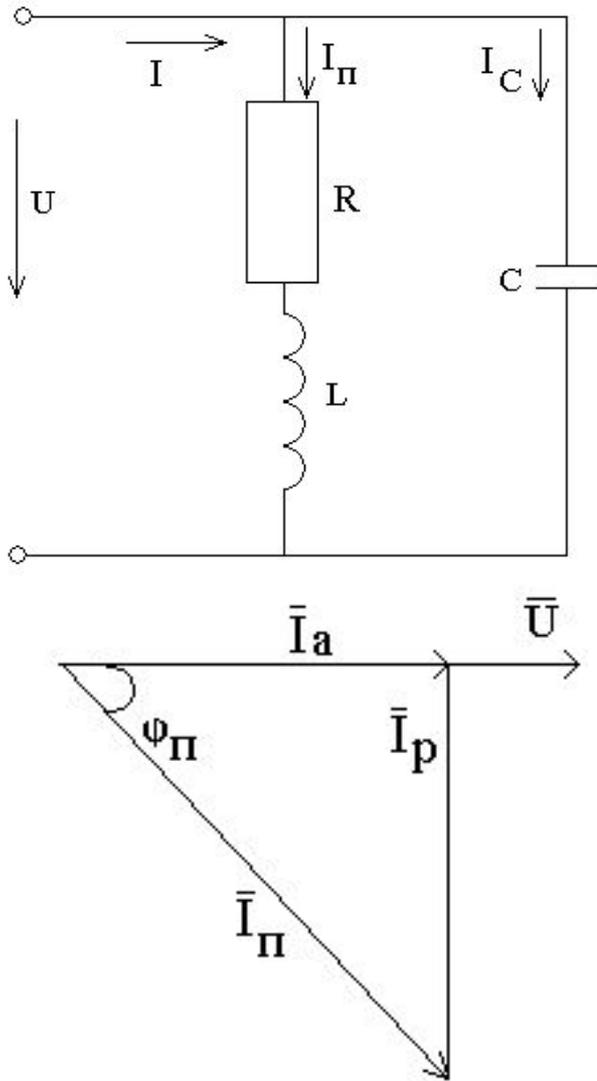
Идея компенсации реактивной энергии индуктивного потребителя заключается в подключении к нему емкостного потребителя, в результате чего потребление реактивной энергии всей установкой уменьшается.

Схема замещения индуктивного потребителя содержит резистивный и индуктивный элементы с сопротивлениями R и X_L , активная мощность P и напряжение U потребителя заданы.

Продолжит

ь

Компенсация реактивной мощности



Ток потребителя I_{Π} отстает по фазе от напряжения U на угол φ_{Π} и может быть представлен как сумма двух составляющих: активной I_a и реактивной I_p .

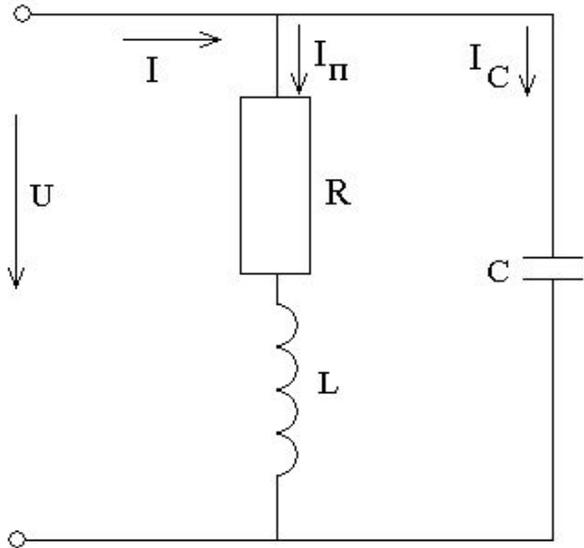
Активная составляющая тока I_a определяет его активную мощность $P=UI_a$ и при заданных значениях P и U должна остаться неизменной.

Возможно уменьшение реактивной составляющей тока I_p .

Продолжит

ь

Компенсация реактивной мощности



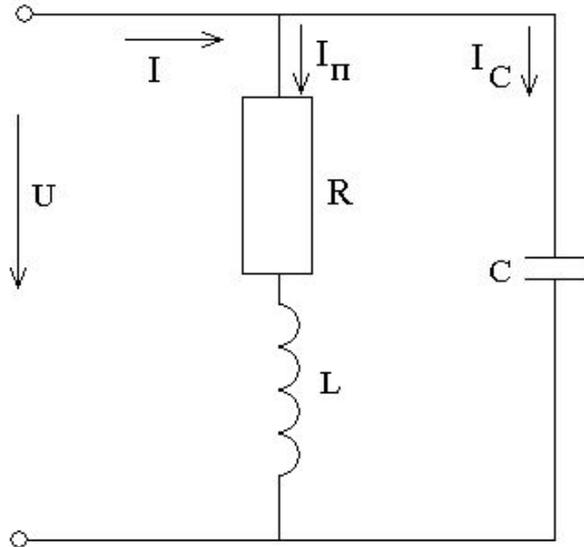
Необходимо включить параллельно индуктивному потребителю батарею конденсаторов, чтобы повысить коэффициент мощности потребителя $\cos \varphi$

φ_P до заданного значения $\cos \varphi$.

Продолжит

ь

Компенсация реактивной мощности



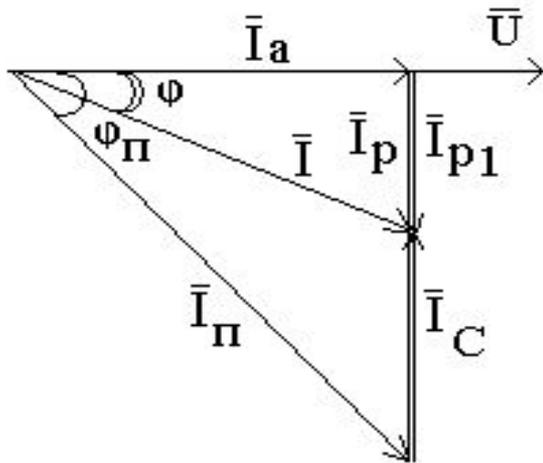
Ток батареи конденсаторов I_C , которая подключается параллельно индуктивному потребителю, должен быть равен разности реактивных составляющих токов потребителя до компенсации I_p и после компенсации

I_{p1} .

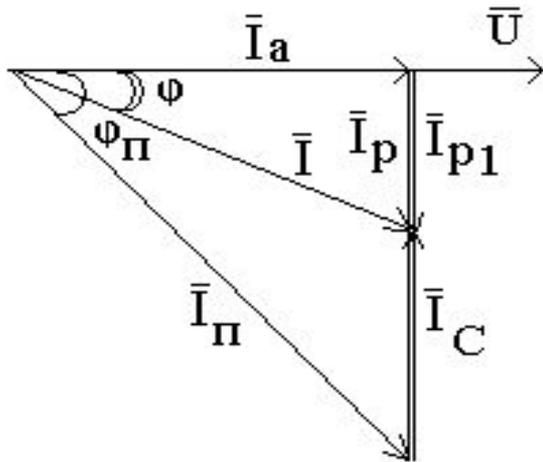
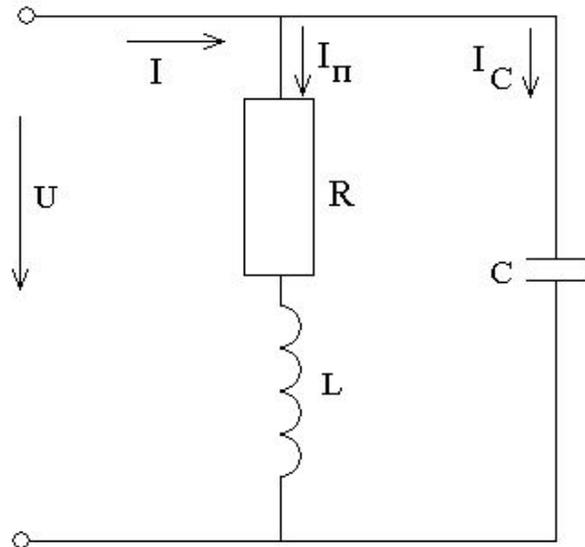
$$I_C = I_p - I_{p1} = I_a \operatorname{tg} \varphi_{\Pi} - I_a \operatorname{tg} \varphi = I_a (\operatorname{tg} \varphi_{\Pi} - \operatorname{tg} \varphi)$$

Продолжит

ь



Компенсация реактивной мощности



С другой стороны, ток

$$I_C = U/X_C, \quad I_a = P/U$$

Тогда
$$U\omega C = \frac{P}{U} (\operatorname{tg}\varphi_{\Pi} - \operatorname{tg}\varphi)$$

Откуда искомое значение емкости конденсатора

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\operatorname{tg}\varphi_i - \operatorname{tg}\varphi)$$

Обычно при помощи батареи компенсации реактивной мощности осуществляют до $\cos\varphi=0,90\div 0,95$.

Продолжит

ь

Практическое задание

К однофазной цепи синусоидального тока напряжением

$U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$ подключены потребители:

однофазный трансформатор ОСМ-0,16, $\cos \varphi = 0,8$;

однофазный асинхронный двигатель ДГ-2-0,14, $P_{\text{ном}} = 140 \text{ Вт}$,
 $\eta = 66\%$, $\cos \varphi = 0,65$;

светильники 60 Вт, 2 штуки.

Составить эквивалентную схему замещения потребителей и определить параметры ее элементов.

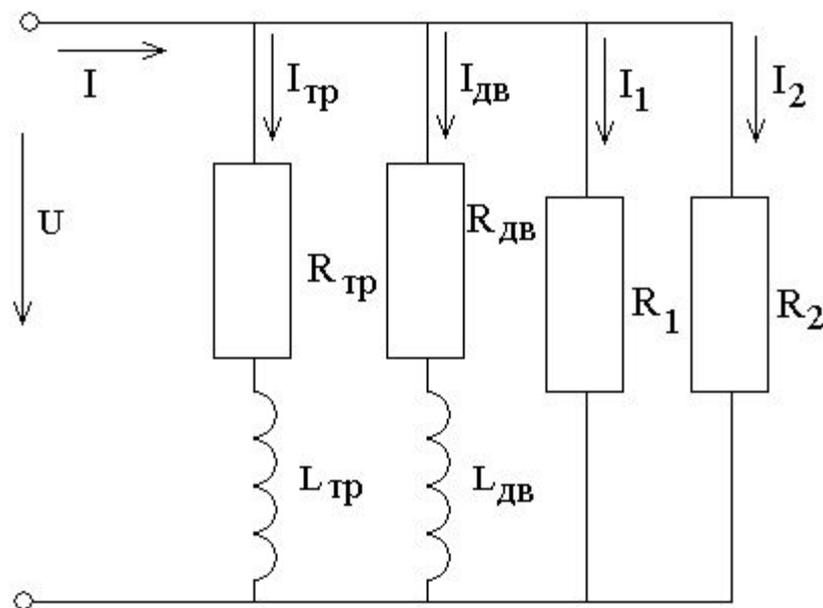
Рассчитать емкость батареи конденсаторов, которую нужно подключить к потребителю для снижения реактивной мощности до нуля.

Продолжит

ь

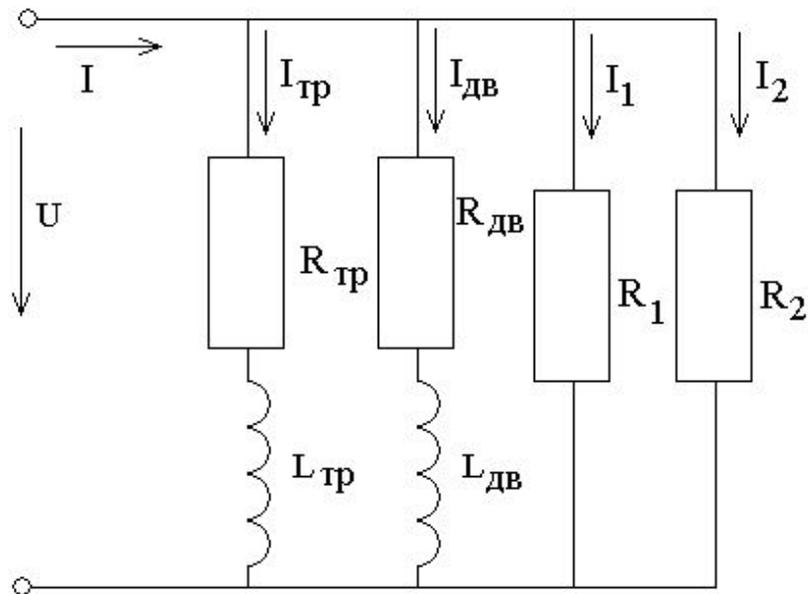
1. Составление эквивалентной схемы замещения потребителей

Схемы замещения трансформатора и двигателя представляют собой совокупности активного и индуктивного элементов, светильники являются активными элементами. Все потребители соединяются параллельно.



Продолжит

ь



Для определения параметров схемы замещения рассматриваем каждую из параллельных ветвей цепи отдельно.

Расчет трансформатора:

Число 0,16 в маркировке трансформатора означает его полную мощность, выраженную в киловольтамперах, то есть:

$$S_{\text{тр}} = 0,16 \text{ кВА} = 160 \text{ ВА} \quad P_{\text{тр}} = S_{\text{тр}} \cos \varphi_{\text{тр}} = 128 \text{ Вт}$$

$$\text{ток } I_{\text{тр}} = S_{\text{тр}} / U = 160 / 220 = 0,727 \text{ А}$$

$$\text{сопротивления: } Z_{\text{тр}} = U / I_{\text{тр}} = 220 / 0,727 = 302,613 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{тр}} = P_{\text{тр}} / I_{\text{тр}}^2 = 128 / 0,727^2 = 242,182 \text{ Ом}$$

$$X_L = \sqrt{Z_{\text{тр}}^2 - R_{\text{тр}}^2} = 181,446 \text{ Ом}$$

$$\text{индуктивность } L_{\text{тр}} = X_L / 2\pi f = 0,578 \text{ Гн}$$

Продолжит

Расчет двигателя:

Сначала необходимо определить активную мощность, потребляемую двигателем из сети:

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{дв}} = 140 / 0,66 = 212,121 \text{ Вт}$$

полная мощность $S_{\text{дв}} = P_{\text{дв}} / \cos\varphi_{\text{дв}} = 212,121 / 0,65 = 326,34 \text{ ВА}$

ток $I_{\text{дв}} = S_{\text{дв}} / U = 326,34 / 220 = 1,483 \text{ А}$

сопротивления:

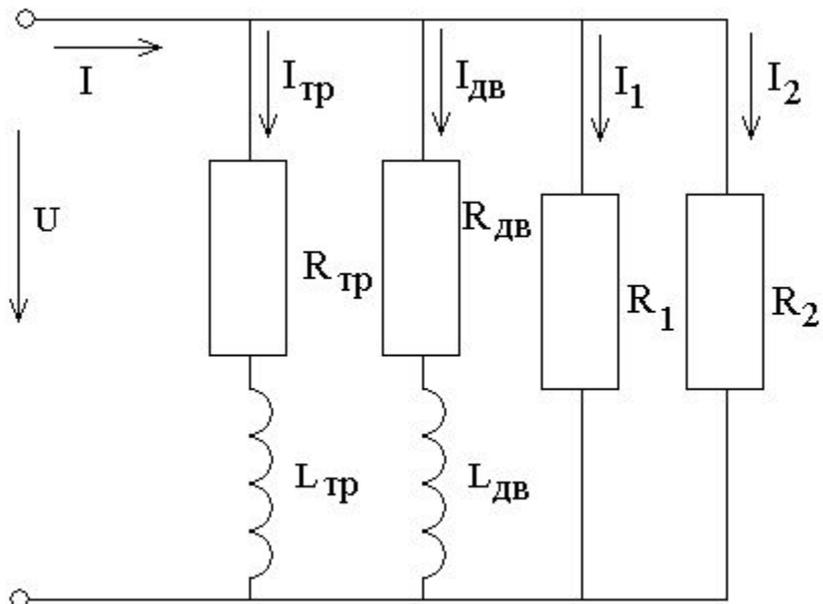
$$Z_{\text{дв}} = U / I_{\text{дв}} = 220 / 1,483 = 148,348 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{дв}} = P_{\text{дв}} / I_{\text{дв}}^2 = 212,121 / 1,483^2 = 96,45 \text{ Ом}$$

$$X_{L_{\text{дв}}} = \sqrt{Z_{\text{дв}}^2 - R_{\text{дв}}^2} = 112,714 \text{ Ом}$$

индуктивность $L_{\text{дв}} = X_{L_{\text{дв}}} / 2\pi f = 0,359 \text{ Гн}$

Продолжит



Расчет светильников

Так как мощность светильников одинакова, значит параметры светильников будут равны между собой:

ТОКИ

$$I_1 = I_2 = P_{\text{св}} / U = 60 / 220 = 0,273 \text{ А}$$

сопротивления

$$R_1 = R_2 = P_{\text{св}} / I^2 = 60 / 0,273^2 = 805,056 \text{ Ом}$$

Продолжит

Свернем данную схему в её эквивалентную методом активно-реактивных проводимостей

Определяем проводимости:

активные:

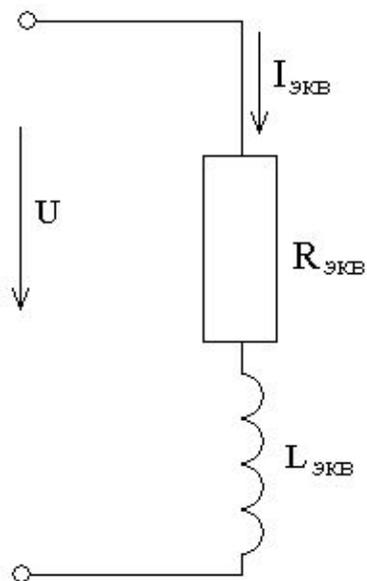
$$G_{\text{тр}} = R_{\text{тр}} / Z_{\text{тр}}^2 = 242,182 / 302,613^2 = 0,002645 \text{ См}$$

$$G_{\text{дв}} = R_{\text{дв}} / Z_{\text{дв}}^2 = 96,45 / 148,348^2 = 0,004383 \text{ См}$$

$$G_1 = G_2 = 1/R_1 = 1/R_2 = 1/805,056 = 0,001242 \text{ См}$$

Эквивалентная активная проводимость цепи:

$$G = G_{\text{тр}} + G_{\text{дв}} + G_1 + G_2 = 0,009512 \text{ См}$$



Продолжит

ь

Определяем проводимости:

реактивные:

$$B_{\text{тр}} = X_{L_{\text{тр}}} / Z_{\text{тр}}^2 = 181,446 / 302,613^2 = 0,001981 \text{ См}$$

$$B_{\text{дв}} = X_{L_{\text{дв}}} / Z_{\text{дв}}^2 = 112,714 / 148,348^2 = 0,005122 \text{ См}$$

$$B_1 = B_2 = 0$$

Эквивалентная реактивная проводимость цепи:

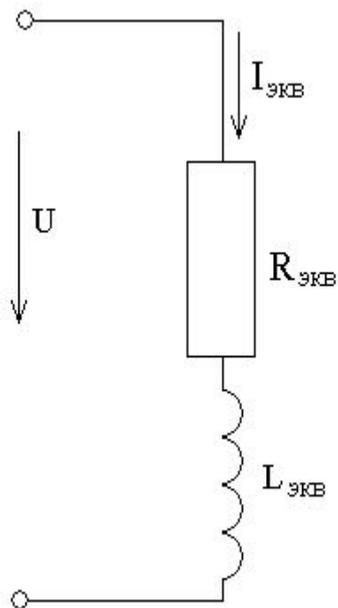
$$B = B_{\text{тр}} + B_{\text{дв}} = 0,007103 \text{ См}$$

Эквивалентная полная проводимость

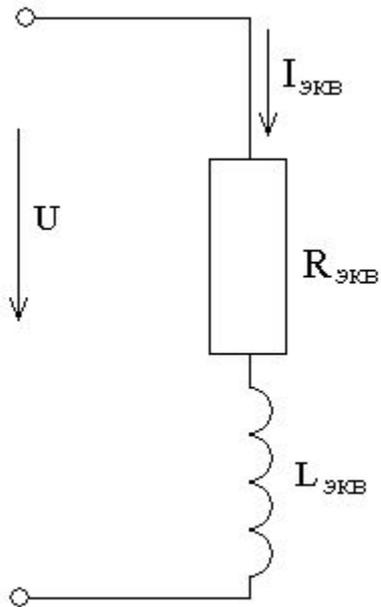
$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} = 0,01187 \text{ См}$$

Продолжит

ь



Определяем эквивалентные сопротивления всей цепи, индуктивность, ток и активную мощность:



$$Z_{\text{экв}} = 1/Y = 1/0,01187 = 84,246 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{экв}} = G/Y^2 = 67,5104 \text{ Ом}$$

$$X_{L_{\text{экв}}} = B/Y^2 = 50,4127 \text{ Ом}$$

$$L_{\text{экв}} = X_{L_{\text{экв}}} / 2\pi f = 0,16 \text{ Гн}$$

$$I_{\text{экв}} = U/Z_{\text{экв}} = 2,6114 \text{ А}$$

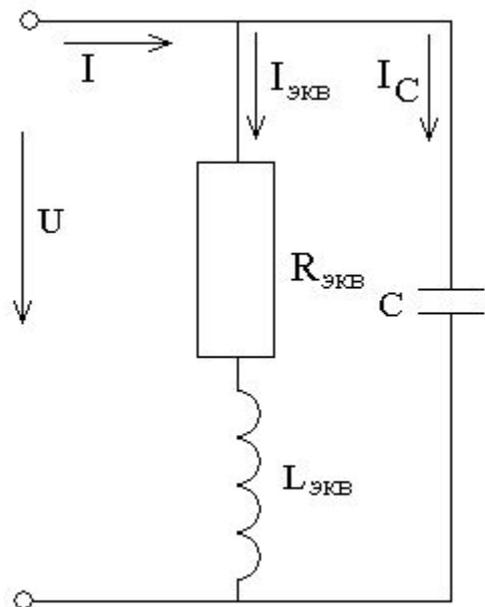
$$P = R_{\text{экв}} I_{\text{экв}}^2 = 460,381 \text{ Вт}$$

Проверь себя: $P_{\text{тр}} + P_{\text{дв}} + P_{\text{св}} * n = P$

Продолжит

ь

2. Подключаем блок конденсаторов для снижения реактивной мощности



$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\operatorname{tg} \varphi_i - \operatorname{tg} \varphi)$$

Определяем:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\Pi} = \operatorname{tg} \varphi_{\text{ЭКВ}} = X_{L_{\text{ЭКВ}}} / R_{\text{ЭКВ}} = 50,4127 / 67,5104 = 0,7467$$

По условию задачи

$$\operatorname{tg} \varphi = 0.$$

$$C = \frac{460,381}{314 \cdot 220^2} (0,7467 - 0) = 0,0000226 \text{ Ф} = 22,6 \text{ мкФ}$$

Продолжит

ь

Построим векторную диаграмму токов (повторить сложение векторов)

Параметры диаграммы:

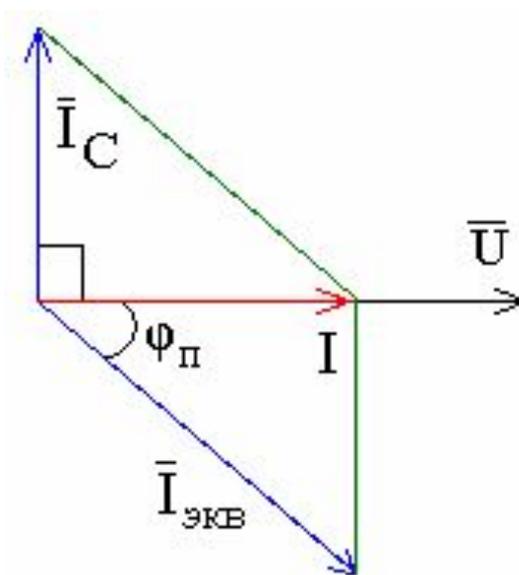
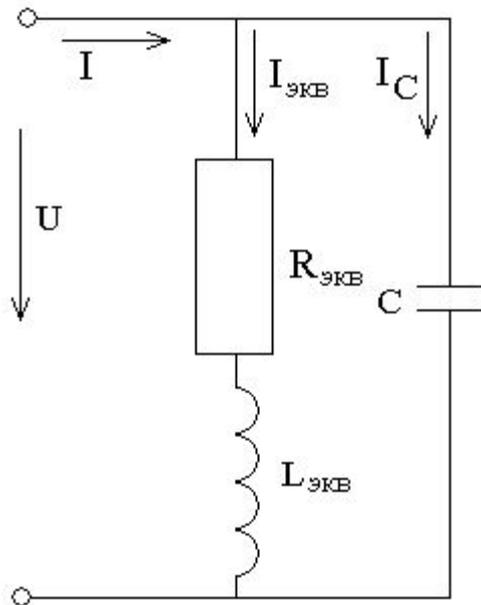
$$I_{\text{ЭКВ}} = 2,6114 \text{ А}$$

$$I_C = U/X_C = U \cdot 2\pi f C = 1,56 \text{ А}$$

$$\varphi_{\text{П}} = \varphi_{\text{ЭКВ}} = \arctg(X_{L\text{ЭКВ}}/R_{\text{ЭКВ}}) = \arctg 0,7467 = 36,8^\circ$$

$$\varphi = 0$$

Масштаб выбираем произвольно, например $1 \text{ см} = 0,5 \text{ А}$



Таким образом,
при полной
компенсации
реактивной
мощности

$$I = I_{\text{ЭКВ}} \cos \varphi_{\text{пр}} = 2,091 \text{ А}$$

Продолжит

ь

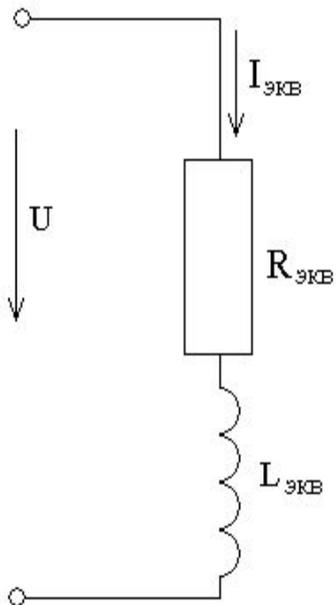
Покажем построение графиков мгновенных значений тока и напряжения для эквивалентной схемы

$$I_{\text{ЭКВ}} = 2,6114 \text{ А}$$

$$\varphi_{\text{П}} = 36,8^\circ$$

$$I_{\text{м экв}} = I_{\text{ЭКВ}} \sqrt{2} = 3,693 \text{ А}$$

$$U_{\text{м}} = U \sqrt{2} = 311,127 \text{ В}$$



Мгновенные значения токов и напряжения определяются:

$$i = I_{\text{м}} \sin(\omega t + \psi_i)$$

$$u = U_{\text{м}} \sin(\omega t + \psi_u)$$

$$\varphi_{\text{П}} = \psi_u - \psi_i = 36,8^\circ$$

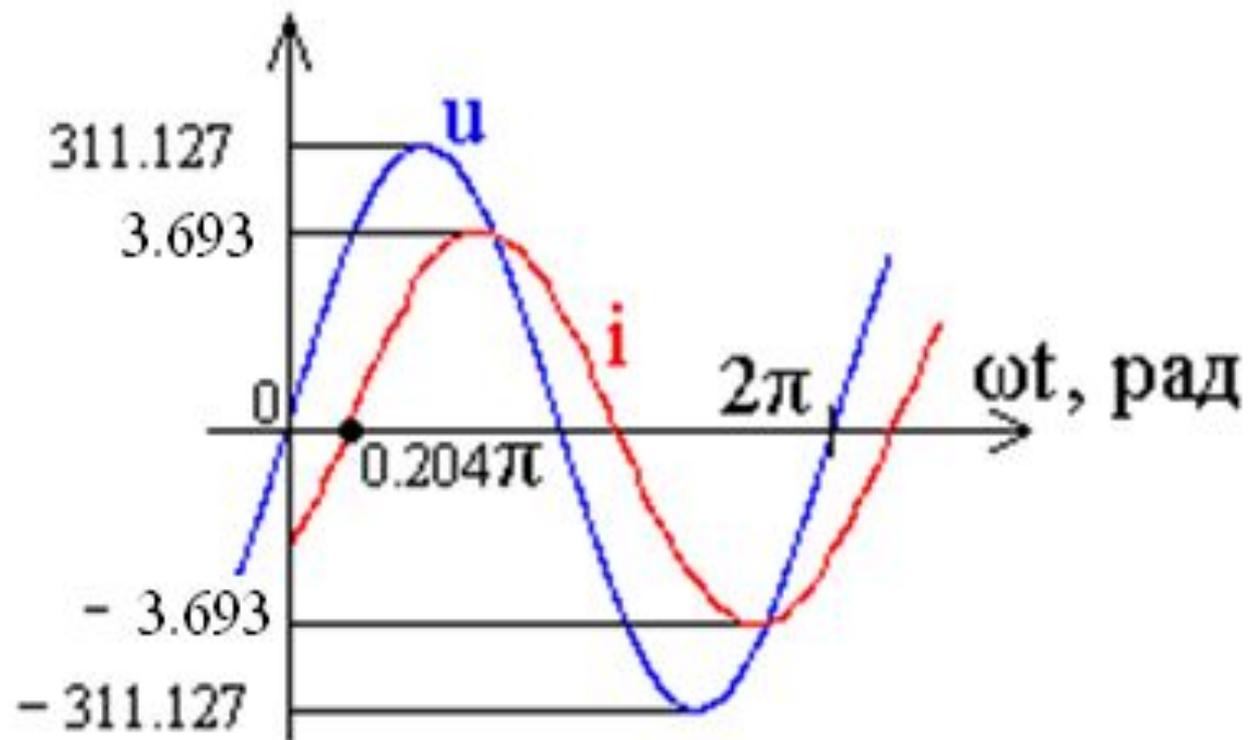
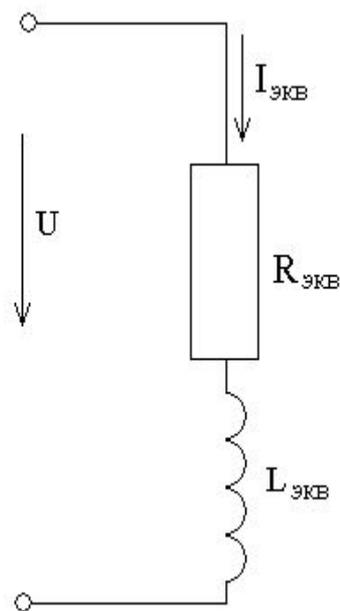
Примем $\psi_u = 0$, тогда $\psi_i = -36,8^\circ =$

$$= -(36,8^\circ / 180^\circ) \pi = -0,204 \pi \text{ радиан}$$

Продолжит

ь

$$i = 3,693 \sin(\omega t - 0,204\pi), \quad u = 311,127 \sin \omega t$$



Продолжит

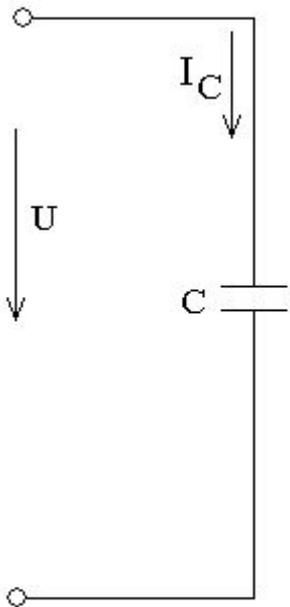
ь

Покажем построение графиков мгновенных значений для
емкостного элемента

$$I_C = 1,56 \text{ A}$$
$$\varphi_C = -90^\circ$$

$$I_{mC} = I_C \sqrt{2} = 2,206 \text{ A}$$

$$U_m = U \sqrt{2} = 311,127 \text{ В}$$



Мгновенные значения токов и напряжения
определяются:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$$
$$u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$$

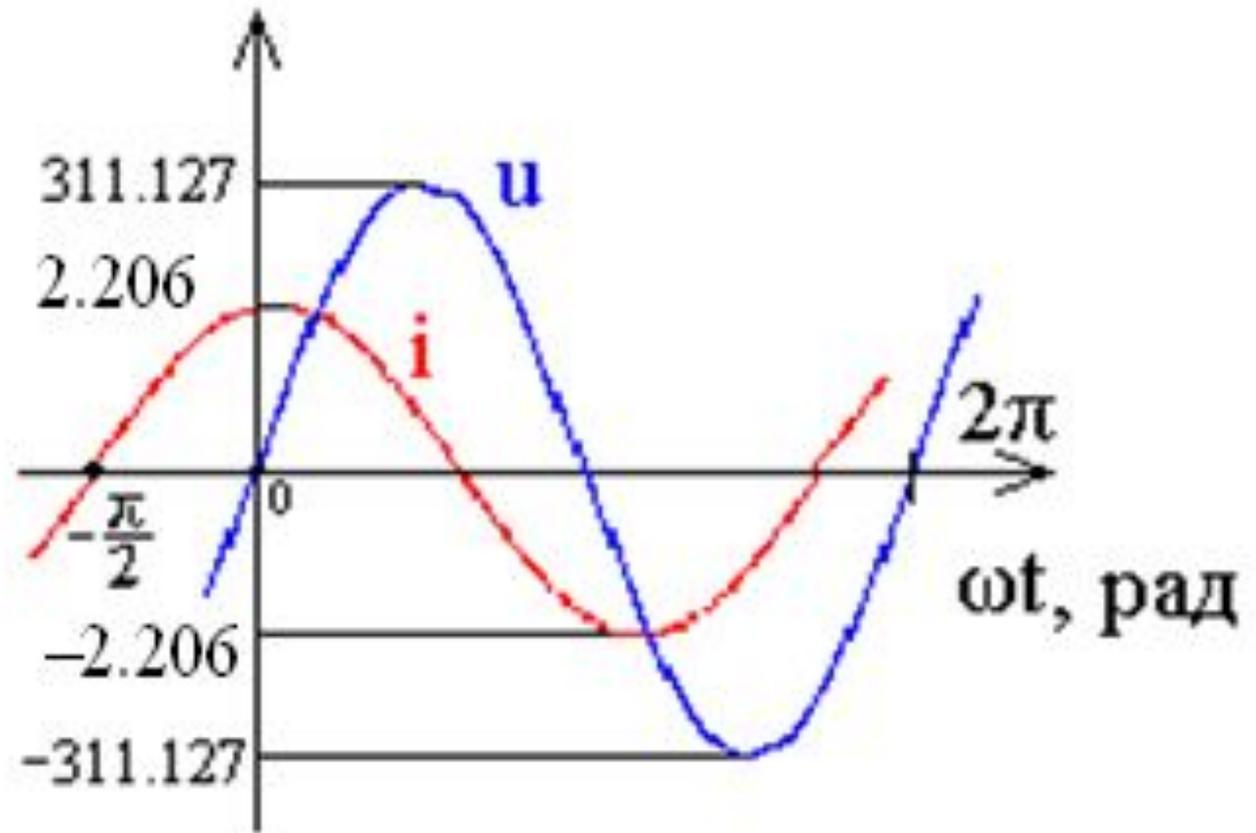
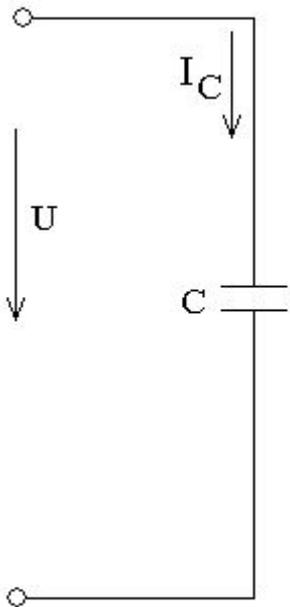
Примем $\psi_u = 0$, тогда

$$\psi_i = 90^\circ = \pi/2 \text{ радиан}$$

Продолжит

ь

$$i = 2,206 \sin(\omega t + \pi/2), u = 311,127 \sin \omega t$$



Продолжит

ь

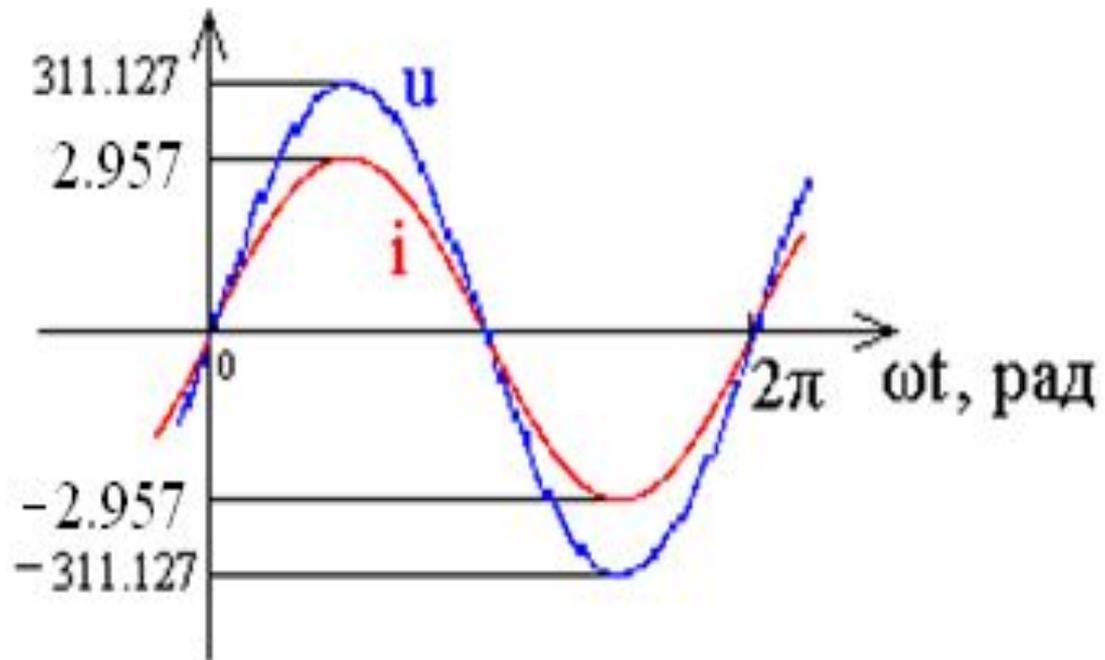
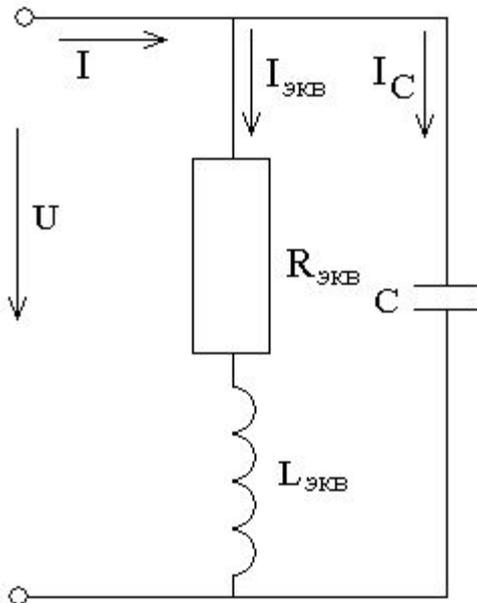
Построение графиков мгновенных значений входного напряжения и тока

$$I = 2,091 \text{ A}$$

$$I_m = I\sqrt{2} = 2,957 \text{ A}$$

$$U_m = U\sqrt{2} = 311,127 \text{ B}$$

$$i = 2,957 \sin \omega t, \quad u = 311,127 \sin \omega t$$



Продолжит

ь

Задачи для самостоятельного решения

К однофазной цепи синусоидального тока напряжением $U_n = 220$ В подключены потребители, типы и характеристики которых приведены в таблице.

Для светильников $\cos \varphi = 1$.

Составить эквивалентную схему замещения потребителей и определить параметры ее элементов.

Рассчитать емкость батареи конденсаторов, которую нужно подключить к потребителю для снижения реактивной мощности до нуля.

№ п/п	Однофазный трансформатор		Однофазный асинхронный двигатель				Светильники Р _{ном} , Вт х кол-во
	тип	cos φ	тип	Р _{ном} , Вт	η, %	cos φ	
1	ОСМ-0,4	0,78	4ААЕ56В2	120	53	0,76	40х4
2	ОСМ-0,063	0,75	АОЛБО 11-4	18	22	0,62	25х3
3	ОСМ-0,25	0,85	4ААТ56А4	120	51	0,90	25х2
4	ОСМ-0,1	0,75	АОЛБ012-4	30	28	0,62	40х3
5	ОСМ-0,16	0,85	4ААЕ56А4	60	37	0,70	15х3
6	ОСМ-0,063	0,75	АОЛБ11-4	50	34	0,62	25х2
7	ОСМ-0,4	0,85	4ААТ56В4	120	51	0,90	40х4
8	ОСМ-0,1	0,8	АОЛБ12-4	80	41	0,62	40х2
9	ОСМ-0,1	0,85	4ААУ56В4	90	39	0,65	25х2
10	ОСМ-0,25	0,75	АОЛБ21-4	120	47	0,62	60х2
11	ОСМ-0.063	0,85	4ААТ50А2	60	56	0,80	15х3
12	ОСМ-0,4	0,75	АОЛБ22-4	180	53	0,62	60х3
13	ОСМ-0,16	0,82	4ААЕ50А2	40	51	0,68	15х3
14	ОСМ-0,63	0,75	АОЛБ31-4	240	60	0,62	40х4
15	ОСМ-0,25	0,8	4ААТ50В2	90	60	0,9	40х2

№ п/п	Однофазный трансформатор		Однофазный асинхронный двигатель				Светильники P _{ном} , Вт x кол-во
	тип	cos φ	тип	P _{ном} , Вт	η, %	cos φ	
16	ОСМ-1,0	0,75	АОЛБ32-4	400	67	0,62	200x2
17	ОСМ-0,16	0.8	4ААЕ50В2	60	53	0,59	25x3
18	ОСМ-0,063	0,78	АО Л Б011 -2	30	41	0,68	15x2
19	ОСМ-0,1	0,82	4ААТ50А4	40	50	0,67	15x3
20	ОСМ-0,16	0,78	АОЛБ012-2	50	48	0,70	15x3
21	ОСМ-0,063	0.82	4ААУ50А4	25	23	0,51	15x2
22	ОСМ-0,1	0.78	АОЛБ11-2	80	51	0,72	25x3
23	ОСМ-0,1	0.8	4ААТ50В4	60	55	0,82	25x2
24	ОСМ-0,16	0,78	АОЛБ12-2	120	55	0,72	40x4
25	ОСМ-0.063	0.8	4ААЕ50В4	40	28	0,54	15x5
26	ОСМ-0,25	0,78	АОЛБ21-2	180	59	0,72	80x2
27	ОСМ-1,0	0,78	АОЛБ32-2	600	69	0,72	100x5
28	ОСМ-0,4	0,78	АОЛБ22-2	240	63	0,72	40x5
29	ОСМ-0,63	0,78	АОЛБ31-2	400	66	0,72	100x3
30	ОСМ-0,1	0,9	АВЕО42-4	18	40	0,90	15x3

№ п/п	Однофазный трансформатор		Однофазный асинхронный двигатель				Светильники P _{ном} , Вт x кол-во
	тип	cos φ	тип	P _{ном} , Вт	η, %	cos φ	
31	ОСМ-0,63	0,78	4ААТ56В2	180	64	0,94	60x2
32	ОСМ-0.063	0,78	АВЕ041-4	10	30	0,90	15x4
33	ОСМ-0,1	0,78	4ААУ56А2	90	50	0,82	25x3
34	ОСМ-0,4	0,78	АВЕ072-2	400	72	0,95	100x3
35	ОСМ-0,16	0,78	4ААТ56А2	120	45	0,95	15x5
36	ОСМ-0,25	0,78	АВЕ071-2	270	70	0,95	60x3
37	ОСМ-0,25	0,9	4ААУ63В4	180	47	0,65	40x4
38	ОСМ-0,16	0,78	АВЕ062-2	180	68	0,96	40x3
39	ОСМ-0,4	0,9	4ААТ63В4	250	58	0,90	60x3
40	ОСМ-0,1	0,78	АВЕ061-2	120	66	0,95	25x3
41	ОСМ-0,4	0,9	4ААЕ63А4	120	46	0,65	25x4
42	ОСМ-0,25	0,85	АВЕ052-2	80	58	0,95	15x4
43	ОСМ-0,4	0,75	4ААЕ63В2	250	62	0,75	80x2
44	ОСМ-0,16	0,85	АВЕ051-2	50	55	0,90	25x2
45	ОСМ-0,16	0,9	4ААТ63А4	180	62	0,90	60x2

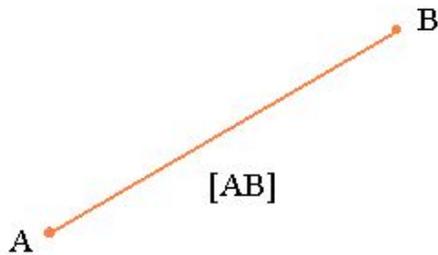
№ п/п	Однофазный трансформатор		Однофазный асинхронный двигатель				Светильники P _{ном} , Вт x кол-во
	тип	cos φ	тип	P _{ном} , Вт	η, %	cos φ	
46	ОСМ-0,1	0,95	АВЕ042-2	30	50	0,90	15x2
47	ОСМ-0,63	0,75	4ААТ63В2	370	68	0,95	100x3
48	ОСМ-0,063	0,85	АВЕ041-2	18	40	0,90	15x2
49	ОСМ-0,16	0,75	4ААЕ63А4	120	46	0,65	25x3
50	ОСМ-0,63	0,85	4АХТ71А2	550	64	0,95	200x2
51	ОСМ-0,25	0,75	4ААТ63А2	250	66	0,95	40x5
52	ОСМ-0,4	0,8	4АХЕ71А2	370	55	0,74	100x3
53	ОСМ-0,4	0,82	4АХЕ71В4	370	51	0,70	60x4
54	ОСМ-1,0	0,8	4АХТ71В2	750	66	0,95	150x4
55	ОСМ-1,0	0,82	4АХТ71В4	550	66	0,92	100x4
56	ОСМ-0,63	0,8	4АХЕ71В2	550	60	0,83	150x3
57	ОСМ-0,25	0,82	4АХЕ71А4	250	50	0,70	40x4
58	ОСМ-0,4	0,8	4АХТ71А4	370	62	0,92	100x2
59	ОСМ-0,4	0,85	4ААУ63В2	250	62	0,75	60x2
60	ОСМ-0,1	0,82	АВЕ061-4	80	56	0,95	25x2

№ п/п	Однофазный трансформатор		Однофазный асинхронный двигатель				Светильники P _{ном} , Вт x кол-во
	тип	cos φ	тип	P _{ном} , Вт	η, %	cos φ	
61	ОСМ-0,1	0,85	4ААУ63А4	120	46	0,65	40x2
62	ОСМ-0,063	0,9	АВЕ052-4	50	50	0,90	25x2
63	ОСМ-0,25	0.85	4ААУТ63В4	250	58	0,90	80x2
64	ОСМ-0,16	0,82	АВЕ062-4	120	60	0,95	25x4
65	ОСМ-0,16	0,85	4ААЕ63В4	180	47	0,65	60x2
66	ОСМ-0,25	0,82	АВЕ071-4	180	63	0,95	40x3
67	ОСМ-0,1	0,75	4ААЕ56А2	90	50	0,82	25x2
68	ОСМ-0,4	0,83	АВЕ072-4	270	63	0,95	60x3
69	ОСМ-0,16	0,75	4ААУ56В2	120	53	0,76	40x2
70	ОСМ-0,063	0,82	ДГ-0,07	70	60	0,54	15x3
71	ОСМ-0,4	0,8	ДГ-2-0,2	200	71	0,71	40x4
72	ОСМ-0,1	0,8	ДГ-0,115	115	66	0,63	40x2
73	ОСМ-0,25	0,8	ДГ-2-0,18	180	71	0,63	40x3
74	ОСМ-0,16	0,8	ДГ-2-0,14	140	66	0,65	60x2

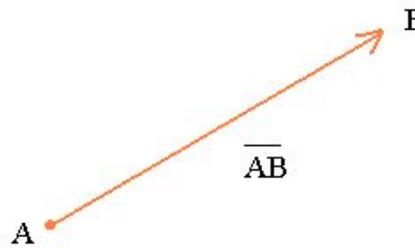
Закончить
работу

Векторы

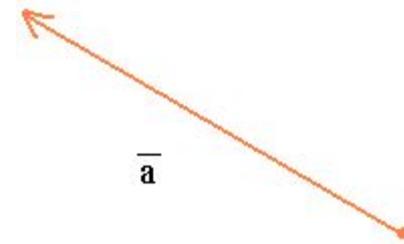
- Вектор – направленный отрезок, имеет определенную длину, направление указывает стрелка.



Отрезок AB



Вектор \overline{AB}



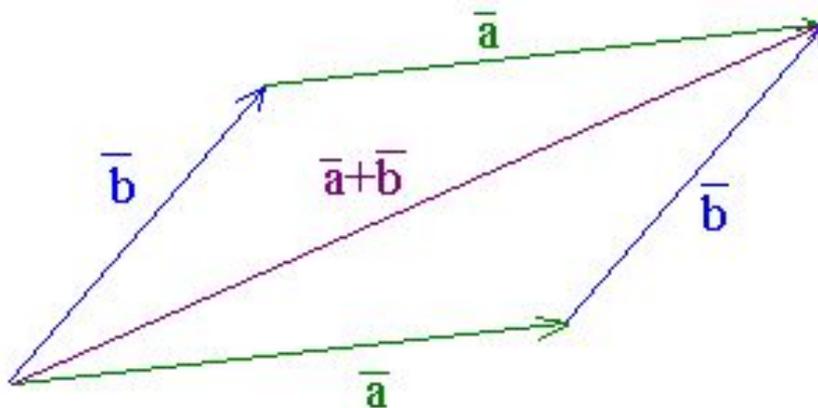
Вектор \overline{a}

Продолжит

ь

Сложение векторов

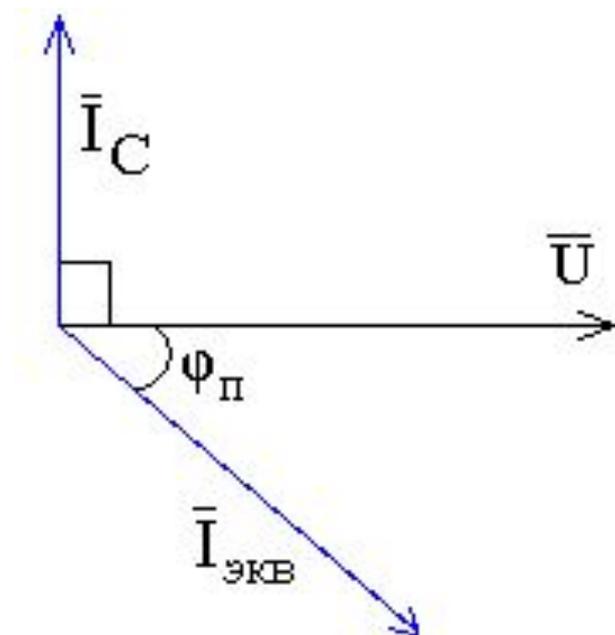
- **Правило параллелограмма:** для векторов с общим началом их сумма изображается диагональю параллелограмма, построенного на этих векторах.



Продолжит

ь

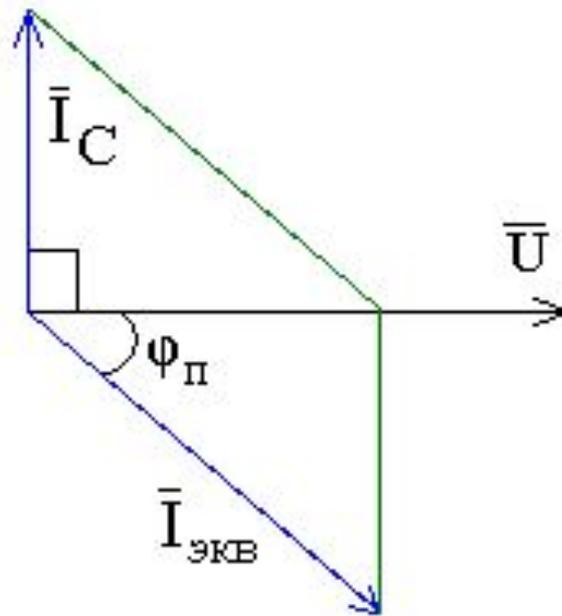
- В нашем случае откладываем в качестве основного вектор напряжения цепи.
- Строим векторы тока в произвольно выбранном масштабе: ток \bar{I}_C на конденсаторе опережает напряжение на угол 90° , ток $\bar{I}_{\text{ЭКВ}}$ отстает на угол $36,8^\circ$ (положительное направление угла – против часовой стрелки):



Продолжит

ь

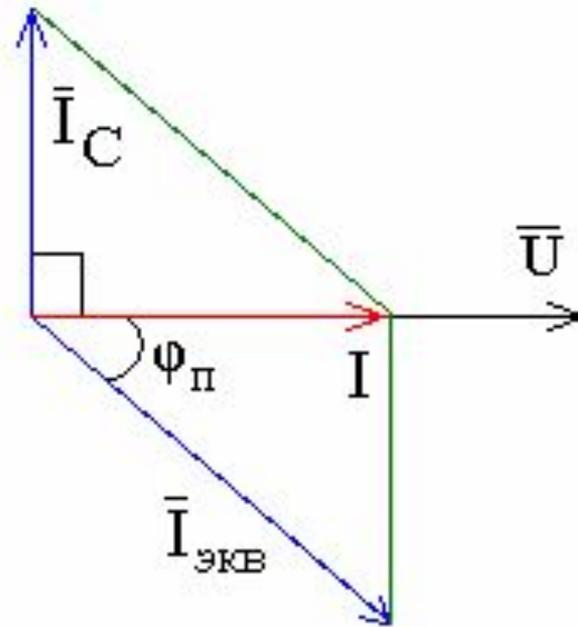
- На данных векторах \bar{I}_C и $\bar{I}_{ЭКВ}$ достраиваем параллелограмм.



Продолжит

ь

- Тогда диагональ параллелограмма покажет вектор тока \bar{I} – сумму векторов \bar{I}_C и $\bar{I}_{\text{ЭКВ}}$.
- При правильном расчете и построении векторы тока \bar{I} и напряжения \bar{U} должны совпадать по направлению ($\varphi=0$).



[Вернуться в задачу](#)