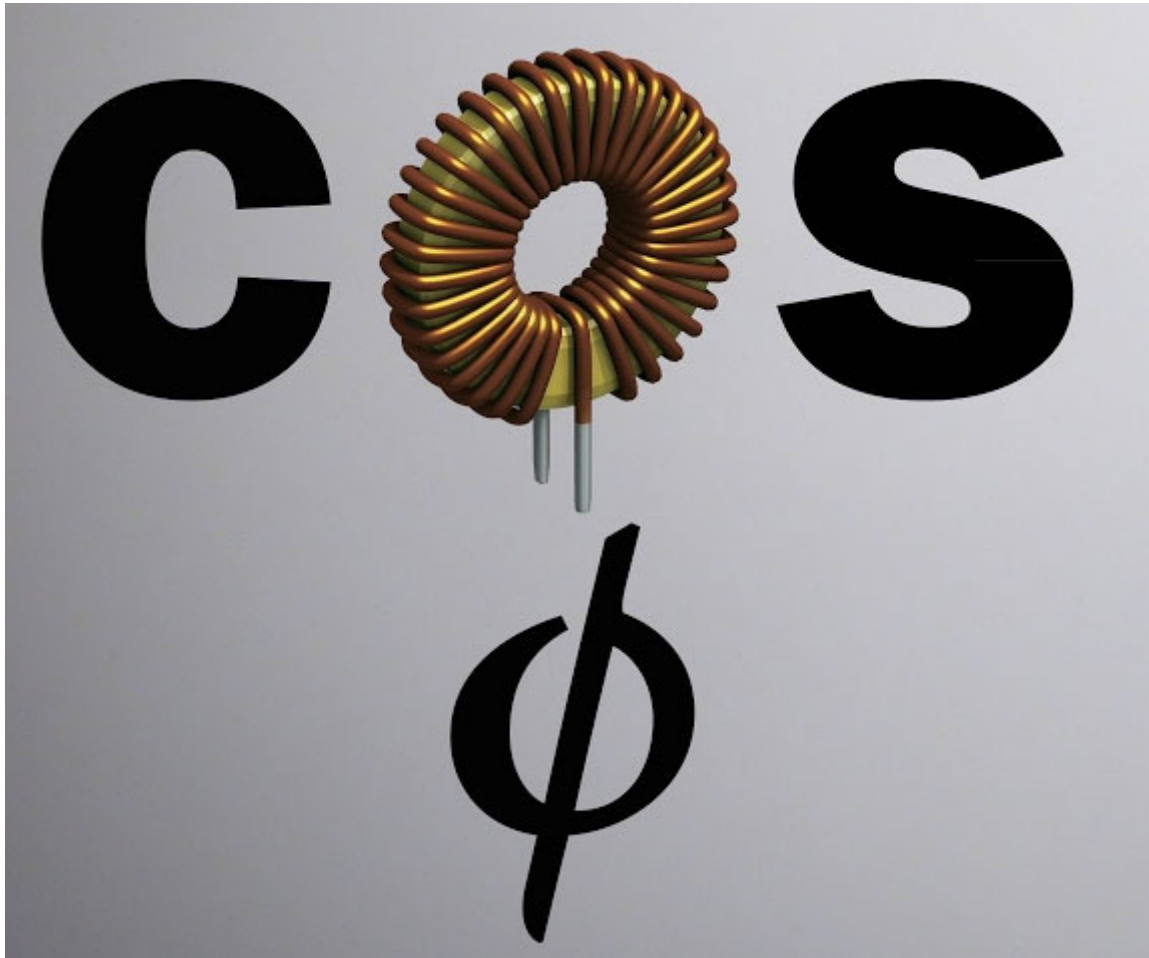


Коэффициент мощности косинус фи — наглядное объяснение простыми словами.

admin 01.04.2018



Многие из вас наверняка видели на электроинструментах, двигателях, а также люминесцентных лампах, лампах ДРЛ, ДНАТ и других, такие надписи как косинус фи — $\cos \varphi$.

Однако люди далекие от электротехники и позабывшие школьные уроки физики, не совсем понимают, что же означает данный параметр и зачем он вообще нужен.

Давайте рассмотрим и объясним этот косинус, как можно более простыми словами, исключая всякие непонятные научные определения, типа электромагнитная индукция. В двух словах про него конечно не расскажешь, а вот в трех можно попробовать.

Когда ток отстает от напряжения

Предположим перед вами есть 2 проводника. Один из этих проводников имеет потенциал. Не суть важно какой именно — отрицательный (минус) или положительный (плюс).



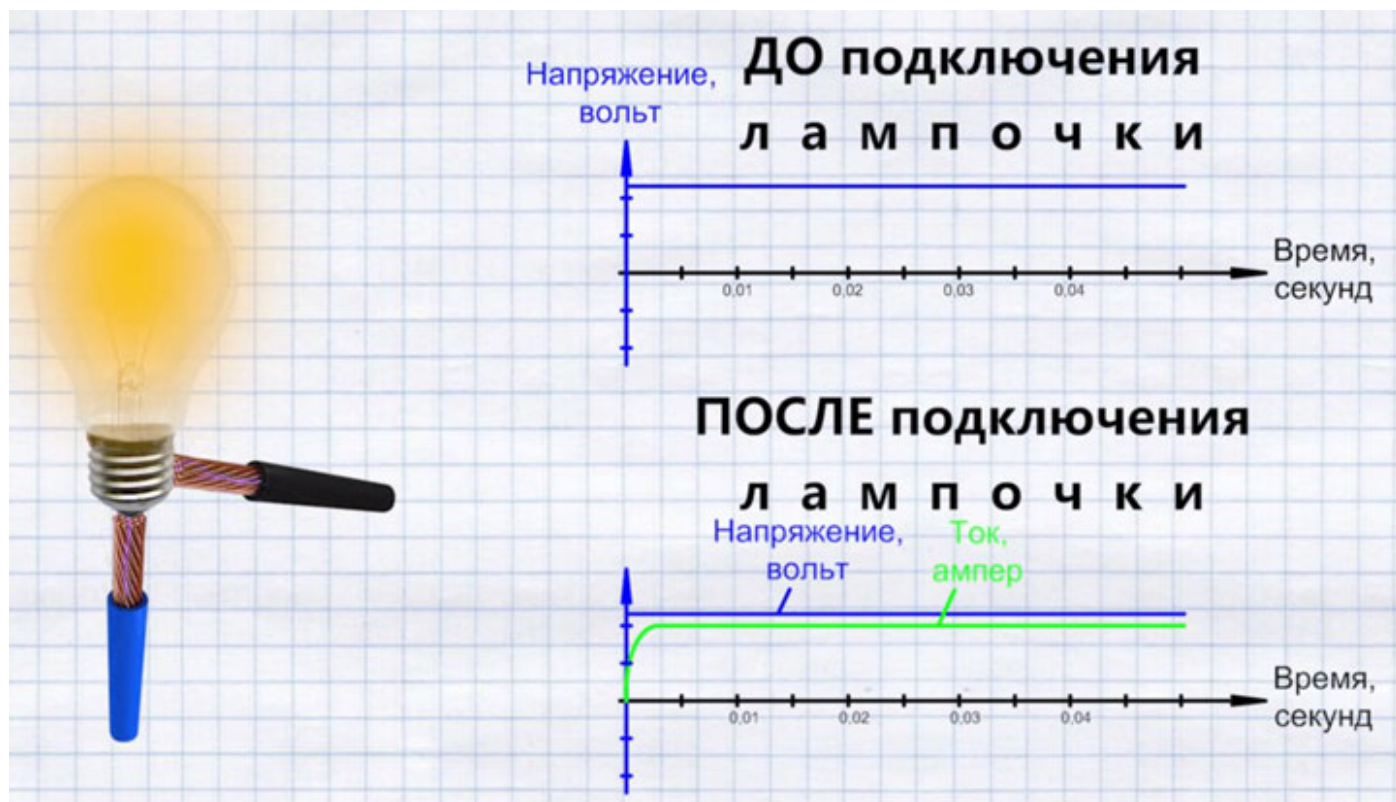
У другого провода вообще нет никакого потенциала. Соответственно между этими двумя проводниками будет разность потенциалов, т.к. у одного он есть, а у другого его нет.

Эту разность потенциалов как раз таки и принято называть напряжением.



Если вы соедините кончики двух проводов не непосредственно между собой, а через лампочку накаливания, то через ее вольфрамовую нить начнет протекать ток. От одного провода к другому.

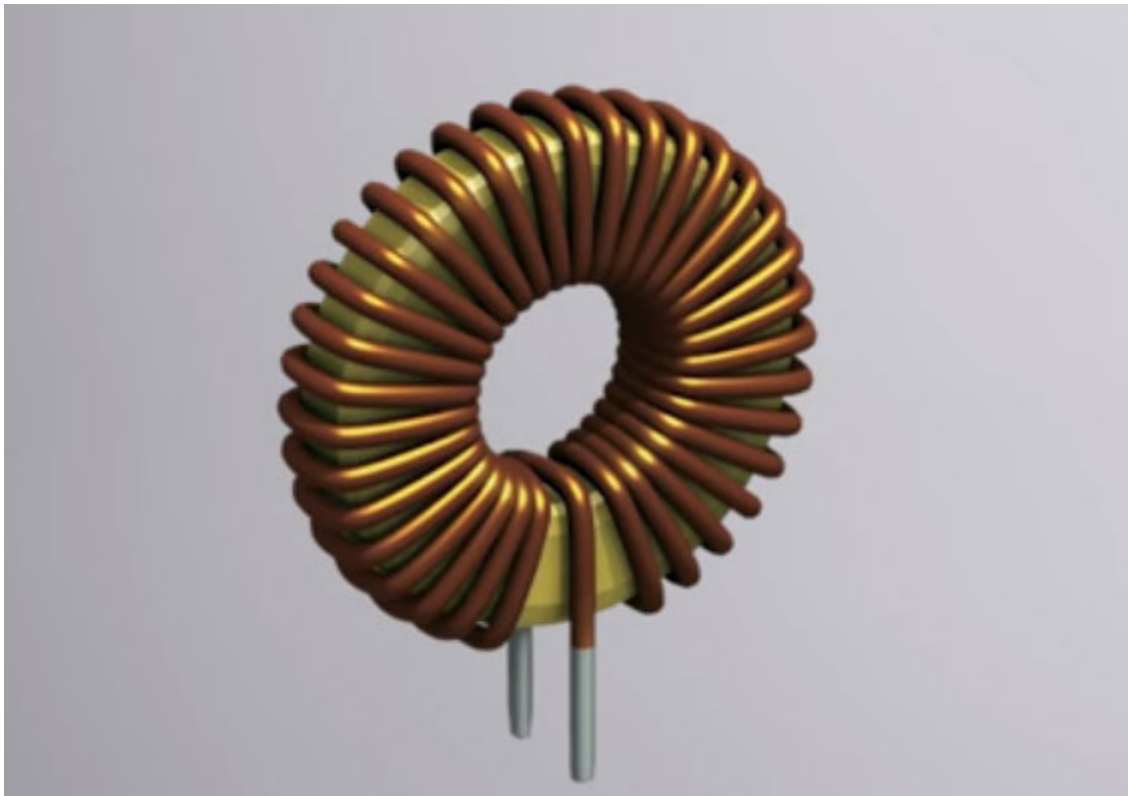
На первый взгляд может показаться, что лампочка загорается моментально. Однако это не так. Ток проходя через нить накала, будет нарастать от своего нулевого значения до номинального, какое-то определенное время.



В какой-то момент он его достигает и держится на этом уровне постоянно. То же самое будет, если подключить не одну, а две, три лампочки и т.д.



А что случится, если вместе с лампой последовательно включить катушку, намотанную из множества витков проволоки?



Изменится ли как-то процесс нарастания тока? Конечно, да.

Данная катушка индуктивности, заметно затормозит время увеличения тока от нуля до максимума. Фактически получится, что максимальное напряжение (разность потенциалов) на лампе уже есть, а вот ток поспевать за ним не будет.



Его нарастание слишком медленное. Из-за чего это происходит и кто виноват? Виноваты витки катушки, которые оказывают влияние друг на друга и тормозят ток.

Если у вас напряжение постоянное, например как в аккумуляторах или в батарейках, ток относительно медленно, но все-таки успеет дорасти до своего номинального значения.

Читайте также

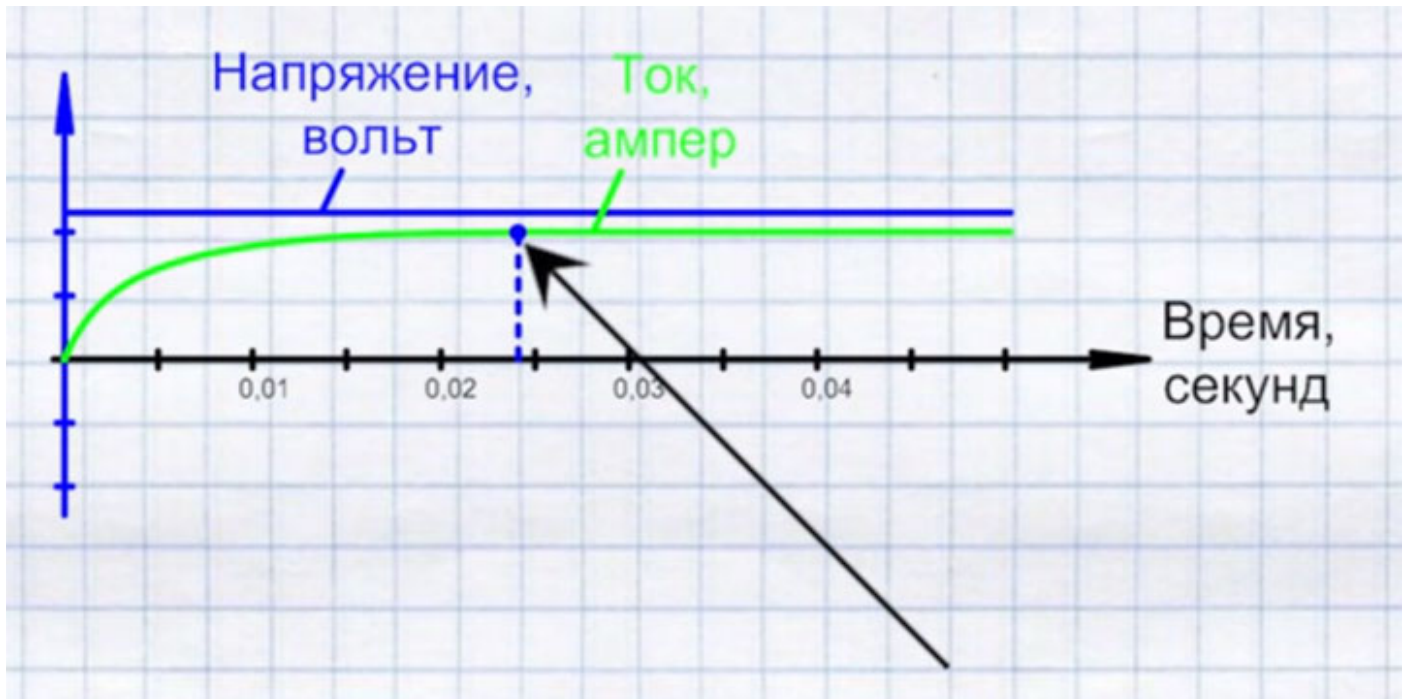


Почему нельзя и когда можно выбрасывать батарейки в мусорку.

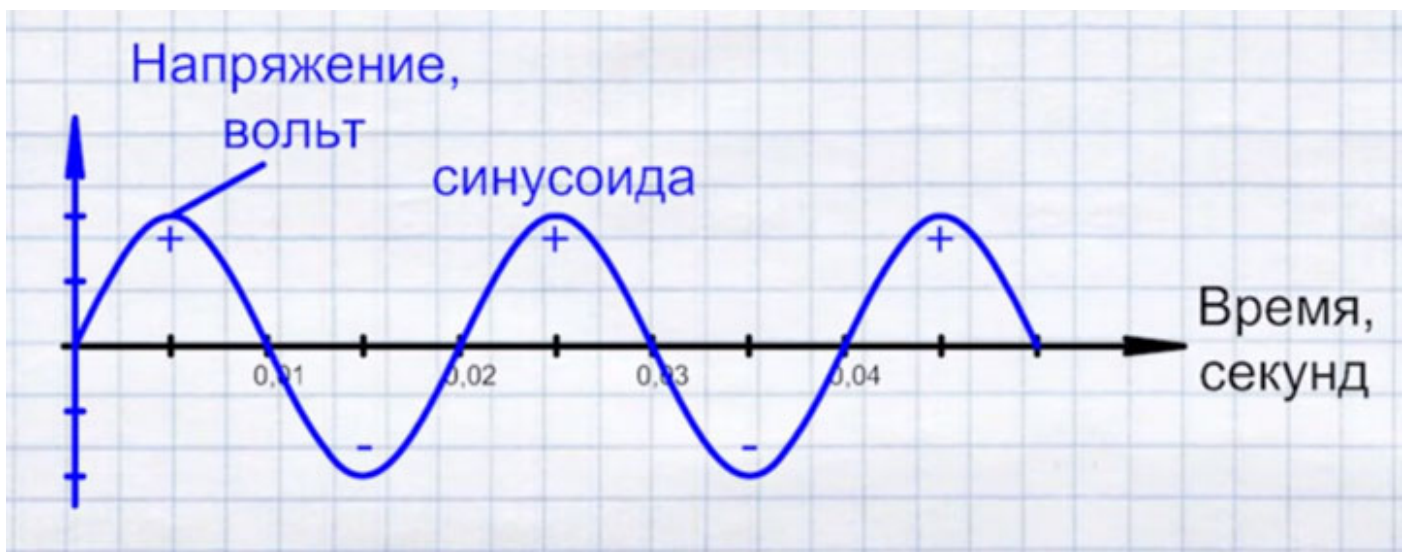
Мифы и заблуждения о загрязнении природы.

Как можно получить штраф до 250 тыс. за сбор б/у батареек. Кто по закону может их собирать.

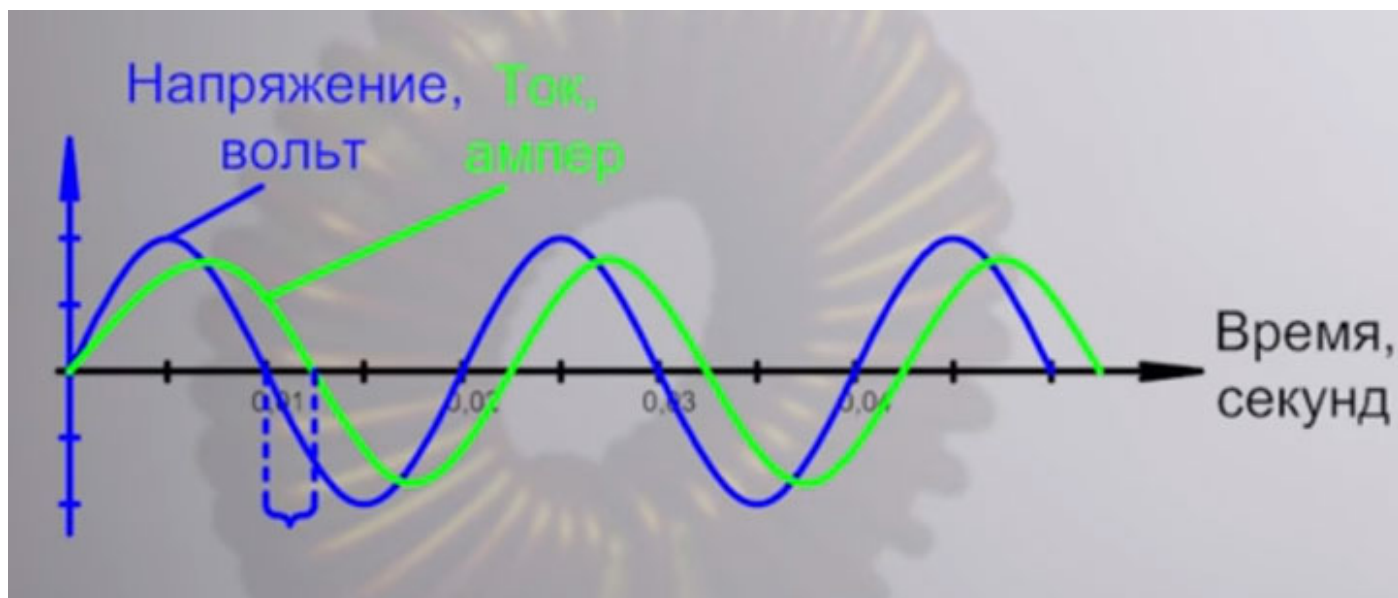
А далее, ток будет вместе с напряжением идти, что называется «нога в ногу».



А вот если взять напряжение из розетки, с переменной синусоидой, то здесь оно не постоянно и будет меняться. Сначала U какое-то время положительная величина, а потом — отрицательная, причем одинаковое по амплитуде. На рисунке это изображается в виде волны.

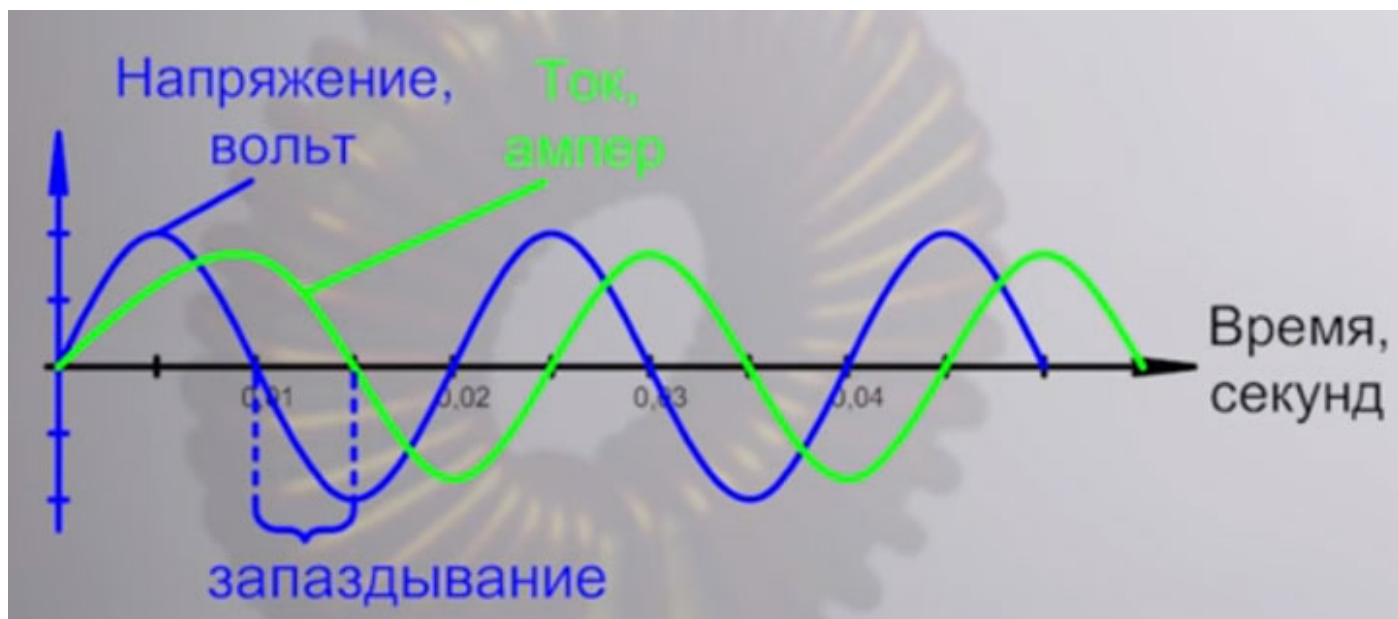


Эти постоянные колебания не дают нашему току, проходящему сквозь катушку, достигнуть своего установившегося значения и догнать так напряжение. Только он будет подбираться к этой величине, а напряжение уже начинает падать.



Поэтому в этом случае и говорят, что ток отстает от напряжения.

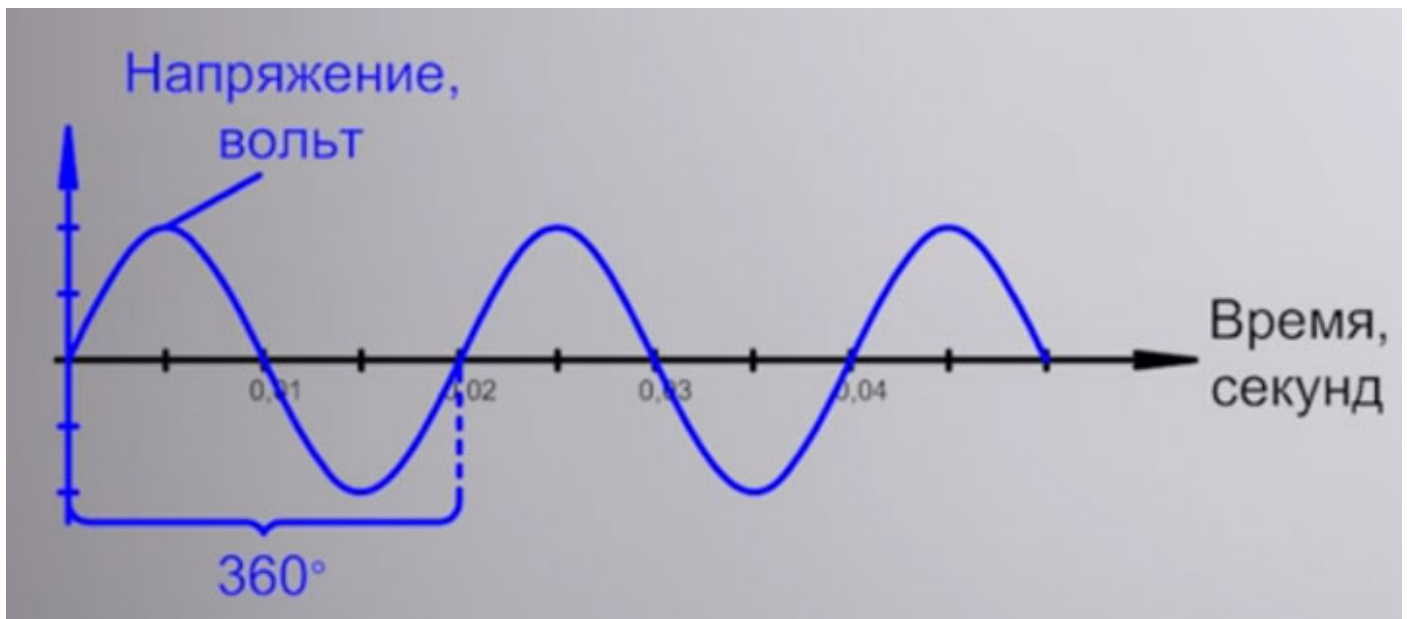
Причем, чем больше в катушке намотано витков, тем большим будет это самое запаздывание.



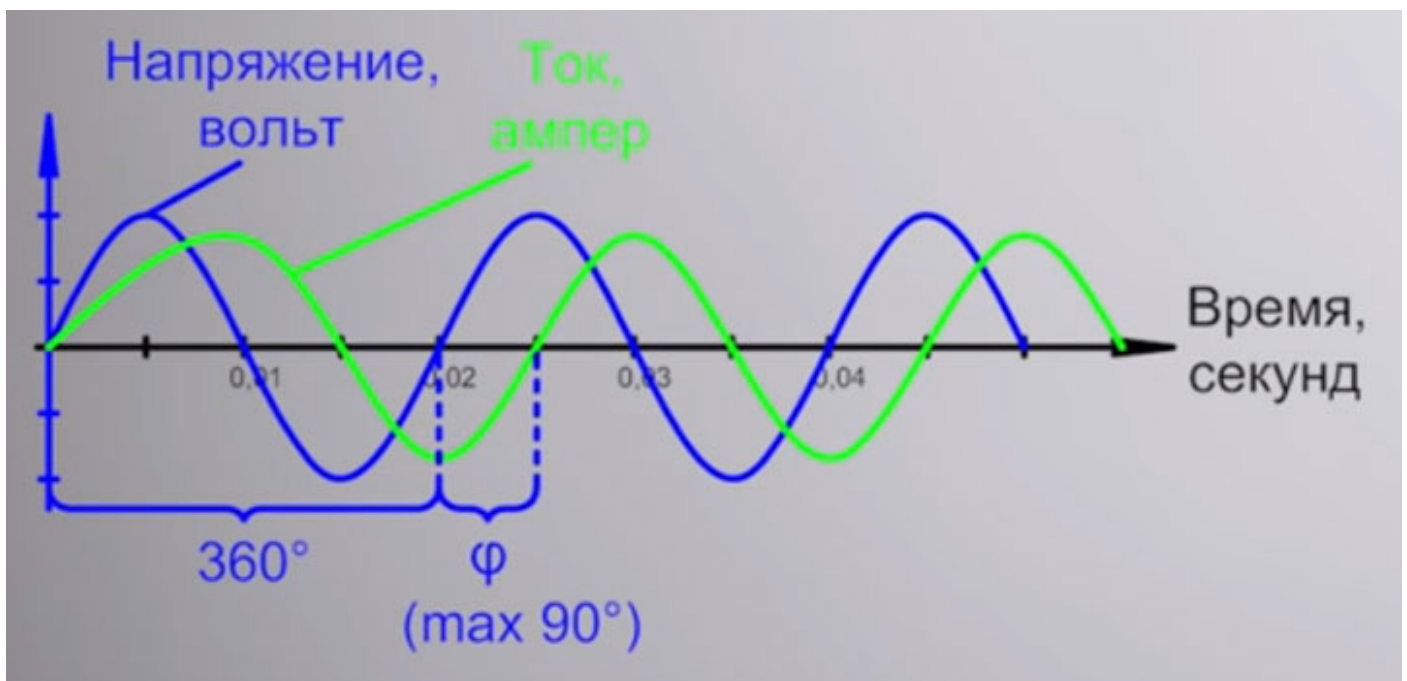
Как же это все связано с косинусом фи — $\cos \varphi$?

Что такое коэффициент мощности

А связано это таким образом, что данное отставание тока измеряется углом поворота. Полный цикл синусоиды или волны, который она проходит от нуля до нуля, вмести в себя максимальное и минимальное значение, измеряется в градусах. И один такой цикл равен 360 градусов.



А вот угол отставания тока от напряжения, как раз таки и обозначается греческой буквой фи. Значение косинуса этого угла опаздывания и есть тот самый $\cos \varphi$.



Таким образом, чем больше ток отстает от напряжения, тем большим будет этот угол. Соответственно косинус фи будет уменьшаться.

$$\cos \varphi = 0$$

(90°)

$$\cos \varphi = 0,5$$

(60°)

$$\cos \varphi = 0,87$$

(30°)

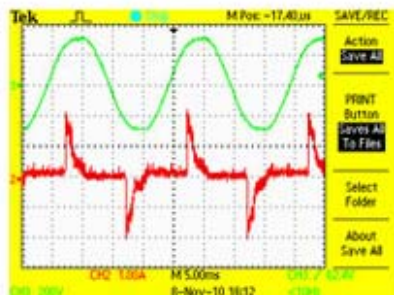
$$\cos \varphi = 1$$

(0°)

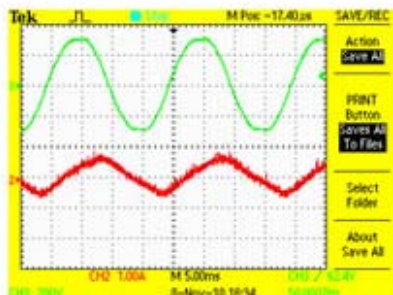
По научному, ток сдвинутый от напряжения называется фазовым сдвигом. При этом почему-то многие уверены, что синусоида всегда идеальна. Хотя это далеко не так.

Таблица 1

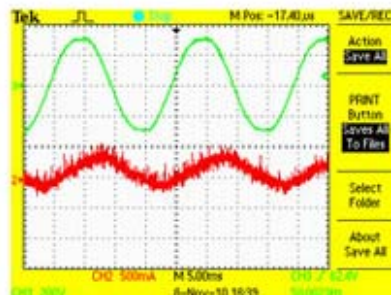
	Световой поток, Лм	Удельный световой поток, Лм/Вт
Лампа накаливания 60 Вт	740 - 830	12 - 14
Лампа накаливания 100 Вт	1550 - 1630	15,5 - 16
Люминесцентная лампа 40 Вт	2480	62
Сверхяркий светодиод CLN6A 1Вт	65 - 80	65 - 80



а)
Лампа с цоколем 105 Вт
72 Вт
222 В
0,64 А
Кэфф мощности 0,51



б)
Лампа с дросселем 22 Вт
29 Вт
222 В
0,515 А
Кэфф мощности 0,24



в)
Лампа с дросселем 11 Вт
14 Вт
222 В
0,356 А
Кэфф мощности 0,17

Входные характеристики люминесцентных ламп

В качестве примера можно взять импульсные блоки питания.

Читайте также



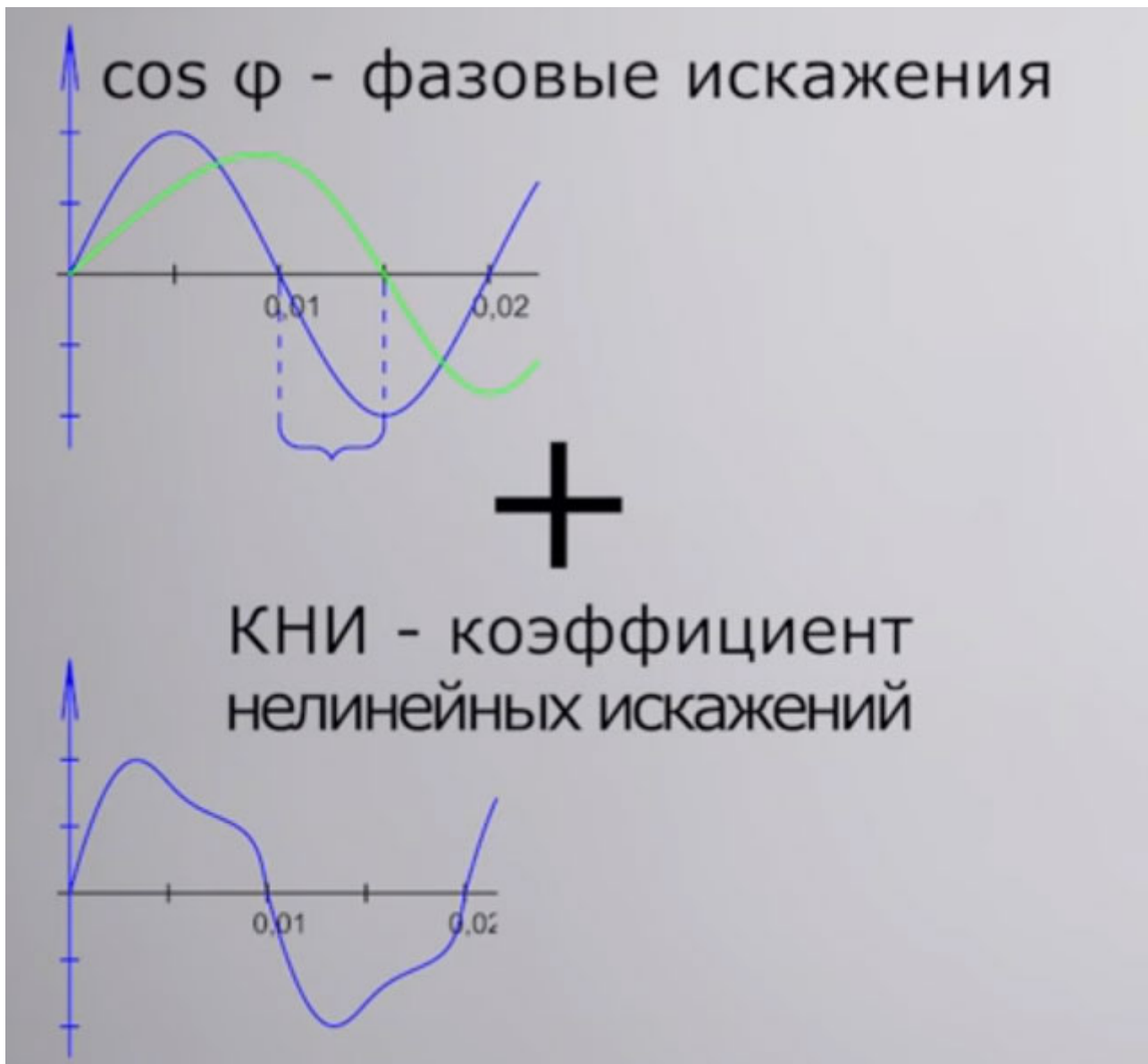
Чем отличается драйвер от блока питания?

Виды блоков питания и драйверов. Принцип работы.

Главный недостаток драйвера. Как из-за одного светодиода может сгореть вся лента.

От чего лучше подключать светодиодную ленту - от драйвера или блока питания?

Не идеальность синусоиды выражается коэфф. нелинейных искажений — КНИ. Если сложить две эти величины — $\cos \varphi$ и КНИ, то вы получите коэффициент мощности.



Однако, чтобы все не усложнять, чаще всего под понятием коэфф. мощности имеют в виду только лишь один косинус фи.

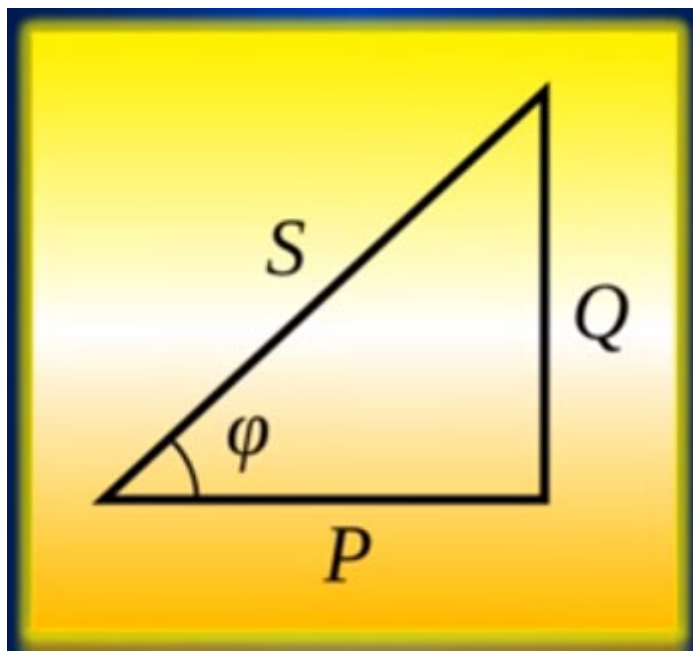
На практике, данный коэффициент мощности рассчитывают не при помощи угла сдвига фаз, а отношением активной мощности к полной.

На практике коэффициент мощности рассчитывают отношением активной мощности к полной мощности:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Активная и реактивная мощность

Существует такое понятие как треугольник мощностей. Сам косинус — это тригонометрическая функция, которая и появилась при изучении свойств прямоугольных треугольников.



Она здорово помогает производить определенные вычисления с ними. Например, наглядно показывает отношение длин прилежащего катета (P-активная мощность) к гипотенузе (S-полная мощность).

То есть, зная угол сдвига, можно узнать, сколько активной мощности содержится в полной. Чем меньше этот угол, тем меньше реактивной составляющей находится в сети, и наоборот.

Только не путайте $\cos \varphi$ с КПД. Это разные понятия. Реактивная составляющая не расходуется, а «возвращается» на подстанцию в сеть, т.е. фактически потери ее нет. Только небольшая ее часть может тратиться на нагрев проводов.

В КПД все более четко — полезная мощность используется на нагрев — охлаждение — механическую работу, остальное уходит безвозвратно. Эта разница и показывается в КПД.

Читайте также



10 правил как выбрать светодиодную лампу для дома и квартиры и не пожалеть.

Как проверить качество и наличие пульсаций прямо в магазине.

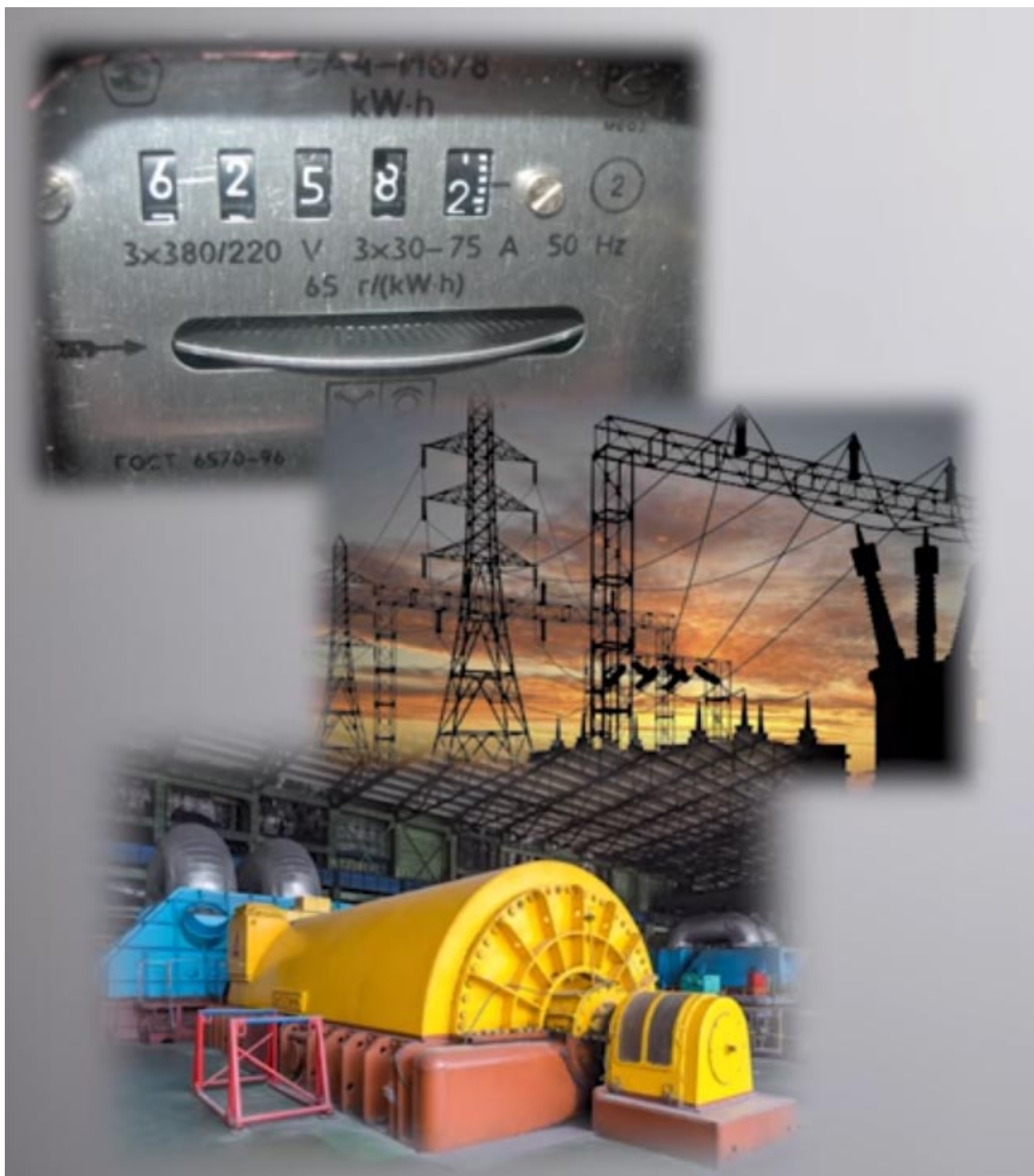
Какие лампы не стоит покупать никогда и почему.

Более подробно, с графиками, рисунками и простыми словами, без особых научных формулировок обо всем этом говорится в ролике ниже.

Низкий коэффициент мощности и его последствия

Рассмотренное запаздывание тока относительно напряжения — это не хорошее явление. Как оно может сказаться на ваших лампочках или проводке?

- ✓ во-первых, это повышенное потребление электроэнергии



Часть энергии будет просто "болтаться" в катушке, при этом не принося никакой пользы. Правда не пугайтесь, ваш бытовой счетчик реактивную энергию не считает и платить вы за нее не будете.

Например, если вы включите в розетку инструмент или светильник с полной мощностью 100Ва, на блоке питания которого будет указано $\cos \varphi = 0,5$. То прибор учета накрутит вам только на половину от этой величины, то есть 50Вт.



Зато по проводам питания будет проходить вся нагрузка, разогревая их бесполезной работой.

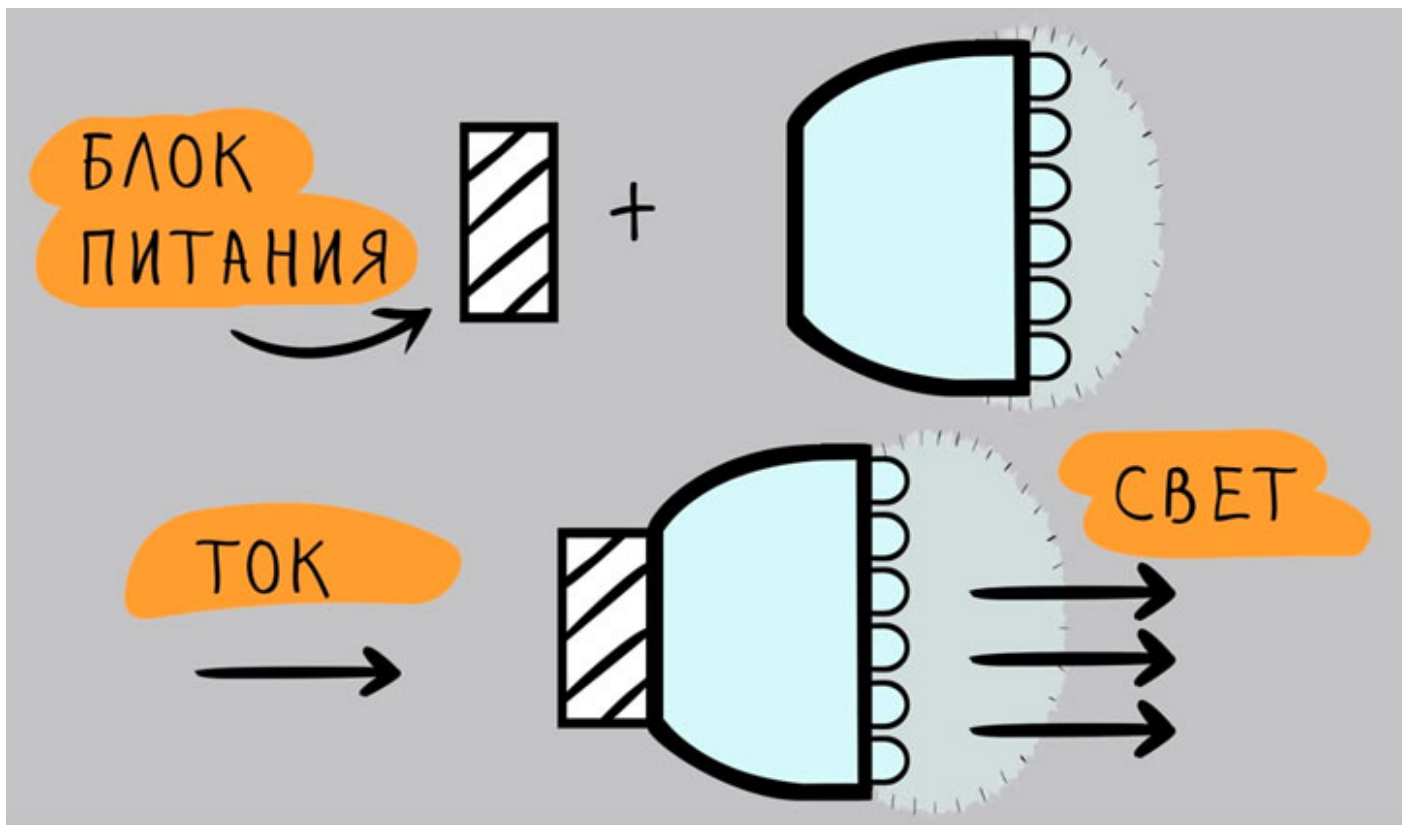
- ✓ величина тока в проводке увеличится

Вот известное наглядное видео, демонстрирующее последствия этого для проводки.

- ✓ для эл.станций и трансформаторов оно вредно перегрузкой

Казалось бы, выбрось катушку и вся проблема исчезнет. Однако делать этого нельзя.

В большинстве светильников, лампы работают не отдельно, а в паре с источниками питания. И в этих самых источниках, как раз таки присутствуют разнообразные катушки.



Катушки просто необходимы как функциональная часть всей схемы и избавиться от них не получится. Например в тех же дроссельных лампах ДРЛ, ДНАТ, люминесцентных и т.п.

Читайте также



5 частых ошибок при подключении лампы ДНАТ. Подходят ли дросселя от ДРЛ к ДНАТ и наоборот?

От чего лампа ДНАТ может взорваться?

Подключение 4-х контактных дросселей. Лампы ДНАТ со встроенным ИЗУ внутри корпуса.

Поэтому характеристика коэфф. мощности, здесь больше относится к блоку питания, нежели к самой лампе. Данный $\cos \varphi$ может принимать значение от нуля до единицы.

КАЧЕСТВО ПАРАМЕТРА $\cos \varphi$	ВЫСОКОЕ	ХОРОШЕЕ	УД	НИЗКОЕ	НЕУД
ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА	0,95...1	0,8...0,95	0,65...0,8	0,5...0,65	0...0,5

Ноль означает, что полезная работа не совершается. Единица - вся энергия идет на совершение полезной работы.

Чем выше коэффициент мощности, тем ниже потери электроэнергии. Вот таблица косинуса фи для различных потребителей:

<i>Бытовые электроприборы</i>	<i>Мощность, Вт</i>	<i>cos (φ)</i>
<i>Электроплита</i>	<i>1200 - 6000</i>	<i>1</i>
<i>Обогреватель</i>	<i>500 - 2000</i>	<i>1</i>
<i>Пылесос</i>	<i>500-2000</i>	<i>0.9</i>
<i>Утюг</i>	<i>1000-2000</i>	<i>1</i>
<i>Телевизор</i>	<i>100-400</i>	<i>1</i>
<i>Фен</i>	<i>600-2000</i>	<i>1</i>
<i>Холодильник</i>	<i>150-600</i>	<i>0.9</i>
<i>Электрочайник</i>	<i>1000-2000</i>	<i>1</i>
<i>СВЧ печь</i>	<i>700-2000</i>	<i>1</i>
<i>Стиральная машина</i>	<i>1500-2000</i>	<i>0.9</i>

ПРИЕМНИК		$\cos \varphi$	$TG \varphi$
Стандартные асинхронные электродвигатели при нагрузке	0%	0.17	5.80
	25%	0.55	1.52
	50%	0.73	0.94
	75%	0.80	0.75
	100%	0.85	0.62
Лампы накаливания		≈ 1	≈ 0
Люминесцентные лампы		≈ 0.5	≈ 1.73
Газоразрядные лампы		0.4 – 0.6	$\approx 2.29 - 1.33$
Печи сопротивления		≈ 1	≈ 0
Индукционные печи (с компенсацией)		≈ 0.85	≈ 0.62
Установки диэлектрического нагрева		≈ 0.85	≈ 0.62
Аппараты контактной электросварки		0.8 – 0.9	0.75 – 0.48
Однофазные аппараты дуговой сварки статической дугой		≈ 0.5	≈ 1.73
Аппараты дуговой сварки вращающейся дугой		0.7 – 0.9	1.02 – 0.48
Трансформаторы и выпрямители для дуговой сварки		0.7 – 0.8	1.02 – 0.75
Дуговые печи		0.8	0.75
Тиристорные силовые выпрямители		0.4 – 0.8	2.25 – 0.75

Как измерить коэффициент мощности



Если вы не знаете точный коэфф. мощности своего прибора, или его нет на бирке, можно ли измерить косинус фи в домашних условиях, не прибегая к различным формулам и вычислениям? Конечно можно.

Для этого достаточно приобрести широко распространенный инструмент - цифровой ваттметр в розетку.



Подключая любое оборудование через него, можно легко без замеров и сложных вычислений, узнать фактический $\cos \varphi$.

Зачастую, фактические данные могут быть даже точнее, чем написанные на шильдике, которые рассчитаны для идеальных условий.

Читайте также



Какие параметры можно измерить с помощью цифрового бытового ваттметра. Как работает устройство.

Какую максимальную мощность можно подключать.

Для чего нужны встроенные батарейки. Достоинства и недостатки измерительного прибора.

Если он слишком низкий, что делать, чтобы привести его значение как можно ближе к единице? Можно это дело определенным образом компенсировать. Например, с помощью конденсаторов.

Однако это тема совсем другой статьи.

