

ISS0050 Mõõtmise - Электрические величины

Kristina Vassiljeva

16 октября 2014 г.

Основные понятия

- цепь / sidud ehk ahelad / circuit
- Тест
- линии / liinid
- Элементы, компоненты
- II
- Источники
- Безопасность

Передача энергии

Основные понятия

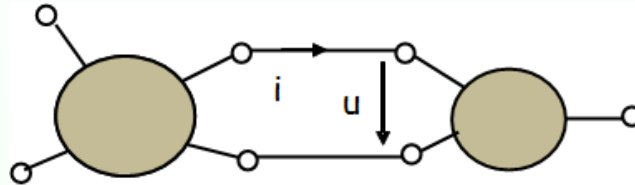
цепь / sidud ehk ahelad / circuit

Основные понятия

• цепь / sidud ehk ahelad / circuit

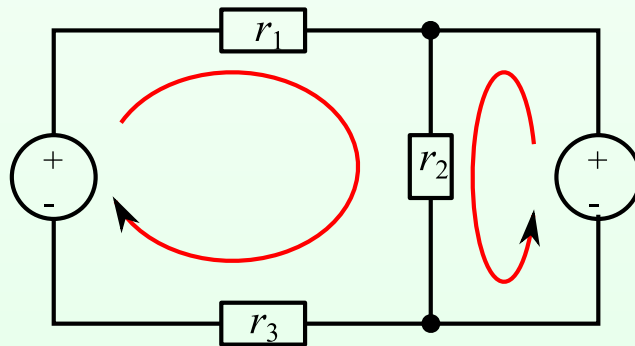
- Тест
- линии / liinid
- Элементы, компоненты
- II
- Источники
- Безопасность

Передача энергии



клеммы,
соединения, провода

ток I , напряжение U , многополюсник Z , Y матрицы



Законы Кирхгофа:

$$\text{узел: } \sum I_i = 0$$

$$\text{контур: } \sum e_i = \sum I_i \cdot R_i$$

Тест

Основные понятия

• цепь / sidud ehk ahelad / circuit

• **Тест**

• линии / liinid

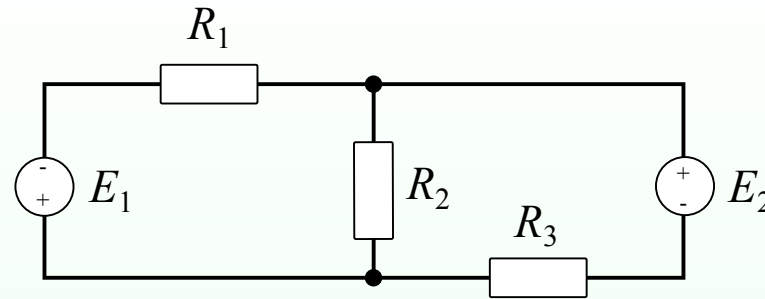
• Элементы, компоненты

• II

• Источники

• Безопасность

Передача энергии



Дано:

- $R_1 = 100 \Omega$;
- $R_2 = 150 \Omega$;
- $R_3 = 150 \Omega$;
- $E_1 = 75 V$;
- $E_2 = 100 V$.

Найти:

- I_1 ?
- I_2 ?
- I_3 ?

линии / liinid

Основные понятия

• цепь / sidud ehk ahelad / circuit

• Тест

• **линии / liinid**

• Элементы, компоненты

• II

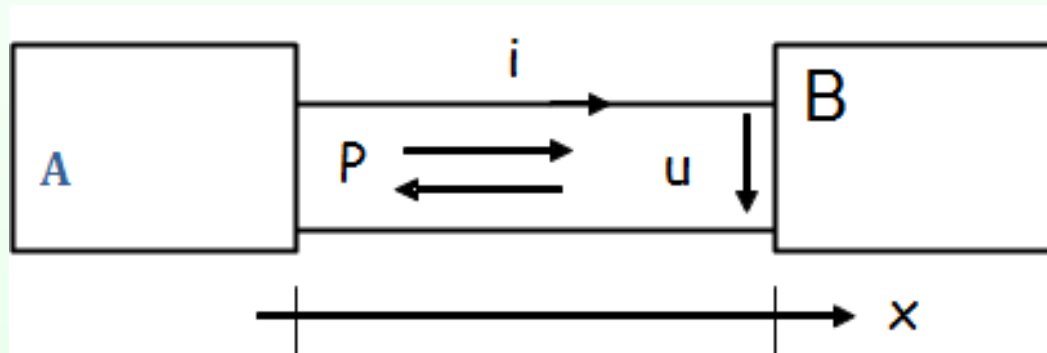
• Источники

• Безопасность

Передача энергии

$i, u(x, t)$ волны $x > \lambda/10$

распространяющееся в пространстве возмущение электромагнитного поля (взаимодействующих друг с другом электрического и магнитного полей)



ток I

в проводах

напряжение U

между проводами

мощность P

в пространстве (энергия разделена по-канально)

Элементы, компоненты

Основные понятия

• цепь / sidud ehk ahelad / circuit

• Тест

• линии / liinid

• **Элементы, компоненты**

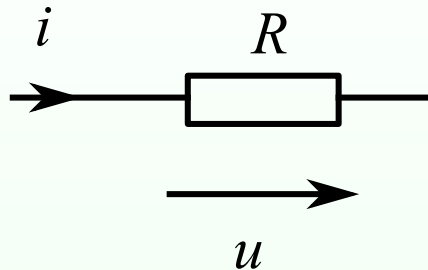
• II

• Источники

• Безопасность

Передача энергии

Сопротивление R , g



энергию

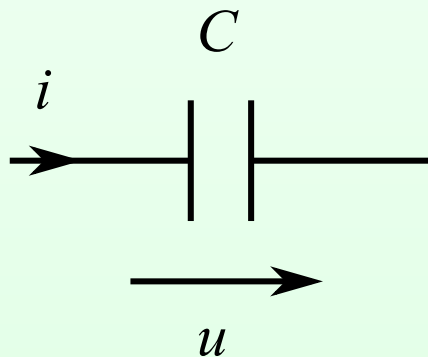
W_r не сохраняет (резистор)

$$i = \frac{u}{R}$$

$$P = i \cdot u = i^2 \cdot R = \frac{u^2}{R}$$

$W_r = P \cdot t$, изменяется количеством тепла

Емкость – мера способности проводника накапливать электрический заряд



энергия

W_e сохраняется в электрическом поле E , (конденсатор)

$$i = C \frac{du}{dt}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$W_e = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

-энергию получаем обратно

II

Основные понятия

● цепь / sidud ehk ahelad / circuit

● Тест

● линии / liinid

● Элементы, компоненты

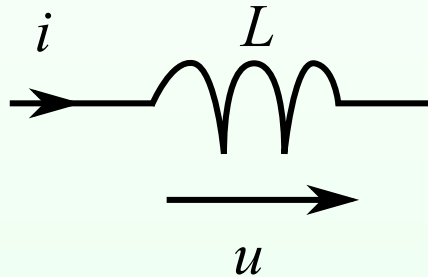
● **II**

● Источники

● Безопасность

Передача энергии

Индуктивность – коэффициент пропорциональности между магнитным потоком и величиной этого тока



$$i = \frac{u}{R},$$

$$P = i \cdot u = i^2 \cdot R = \frac{u^2}{R}$$

$$W_r = P \cdot t,$$

изменяется количеством тепла

-энергию получаем обратно

Источники

Основные понятия

● цепь / sidud ehk ahelad / circuit

● Тест

● линии / liinid

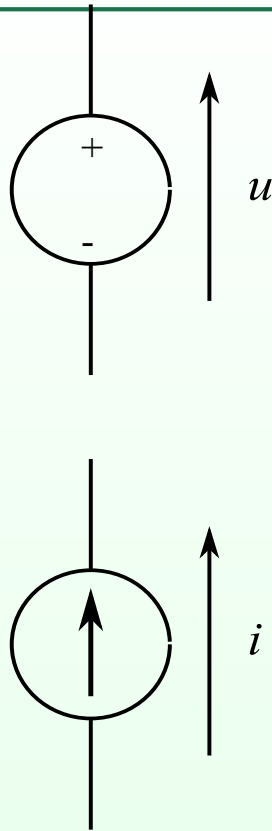
● Элементы, компоненты

● II

● **Источники**

● Безопасность

Передача энергии



Источник

ЭДС – двухполюсник, напряжение на зажимах которого постоянно (не зависит от тока в цепи)

Источник тока – двухполюсник, который создает ток, не зависящий от сопротивления нагрузки, к которой он присоединен

Безопасность

Основные понятия

- цепь / sidud ehk ahelad / circuit
- Тест
- линии / liinid
- Элементы, компоненты
- II
- Источники
- **Безопасность**

Передача энергии

Несчастные случаи – нежелательные, незапланированные события

В лабораториях опасным является электричество, напряжение 220 V.

Причины электроударов

поврежденные устройства → требования к устройствам

человеческий фактор → правила поведения

Воздействие электрического тока на человека

$< 1 \text{ mA}$	порог чувствительности
$1 \text{ mA} - 5 \text{ mA}$	испуг, не больно
$> 10 \text{ mA}$	спазмы, конвульсии - ОПАСНО!
$100 - 300 \text{ mA}$	максимально опасный ток
$> 300 \text{ mA}$	ожоги

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

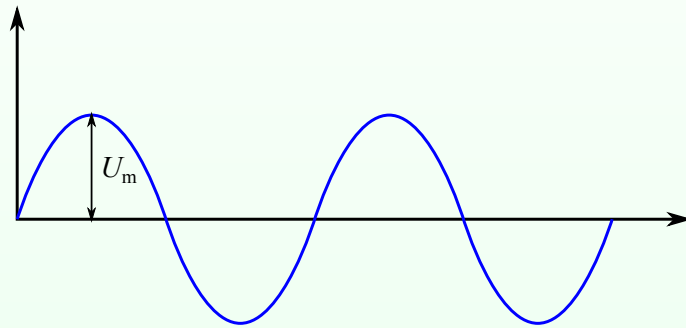
Передача энергии

Однофазное питание

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов



$$f = 50 \text{ Hz},$$

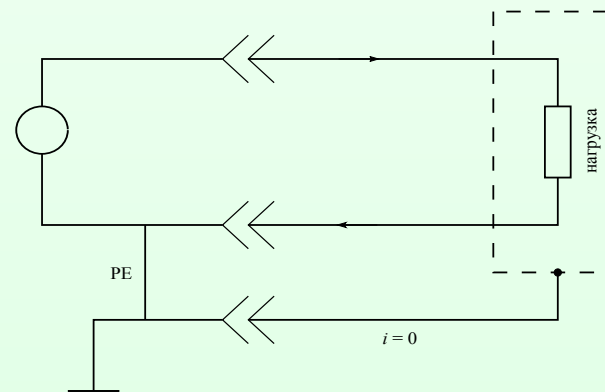
$$U = 220 \text{ V} \quad (230 \text{ V})$$

L - фаза

N - нейтраль

PE - защитное заземление
protective earth, Ground

Действия человека не меняют потенциал Земли!



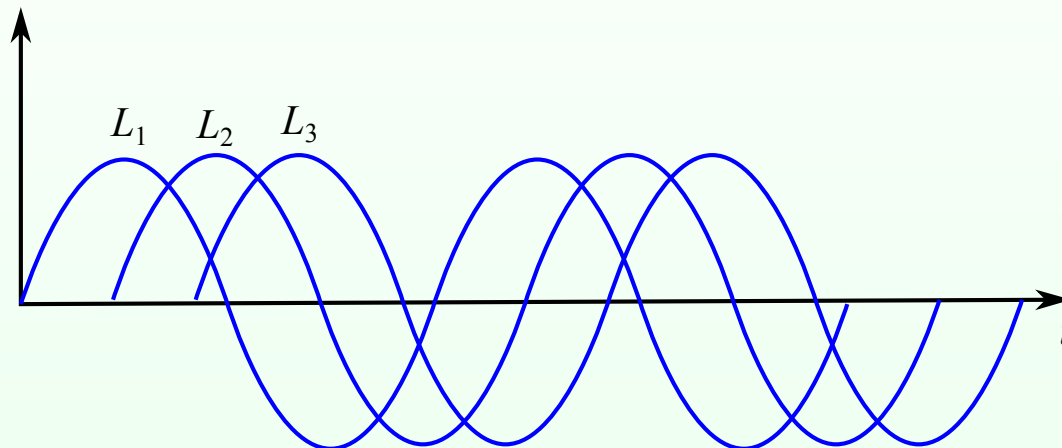
Трехфазный ток

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- **Трехфазный ток**
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

Трехфазное питание $U = 3 \times 380 \text{ V}$



3 периодических напряжения синусоидального характера одной частоты, которые сдвинуты относительно друг друга на $1/3$ периода.

Соединение из 5 проводов: L_1, L_2, L_3, N, PE

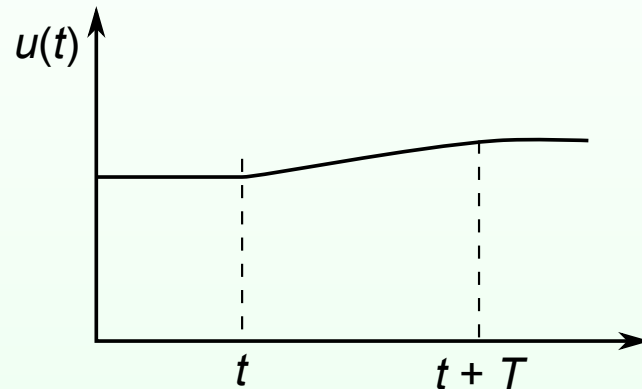
Сигналы

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- **Сигналы**
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

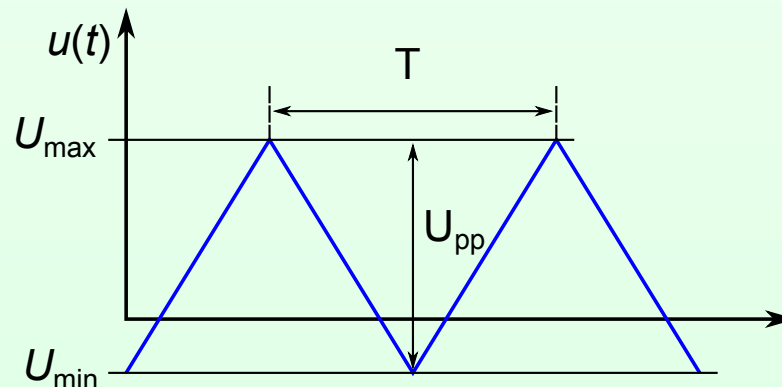
1. **Постоянный сигнал / direct / alalis** медленно изменяющийся сигнал → **число**



в течение времени сигнал не

изменяется

2. **Периодический сигнал** синусоидальный сигнал, импульсный сигнал, пилообразный сигнал
 $u(t) = u(t + T) \rightarrow$ **число**



Амплитудные значения

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- Сигналы
- **Амплитудные значения**
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

- быстрое измерение сигнала, значение сигнала в момент времени t

$$U = u(t)$$

Время изменения сигнала: $\mu s, ns$

- числовые значения сигнала $u(t)$:

Амплитудные значения

U_{max} - максимальное,

U_{min} - минимальное,

U_{pp} - диапазон (peak to peak)

Все измерительные устройства переменного напряжения показывают эффективное значение

Значения сигнала

Среднее значение

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (1)$$

Среднее значение по модулю

$$U_{mk} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt \quad (2)$$

измеряют многие устройства

Эффективное значение true rms / root mean square/ определяется мощностью сигнала

$$U_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} \quad (3)$$

Основные
понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток

- Сигналы
- Амплитудные значения

● **Значения сигнала**

- Синусоидальный сигнал

● Синусоидальный сигнал II

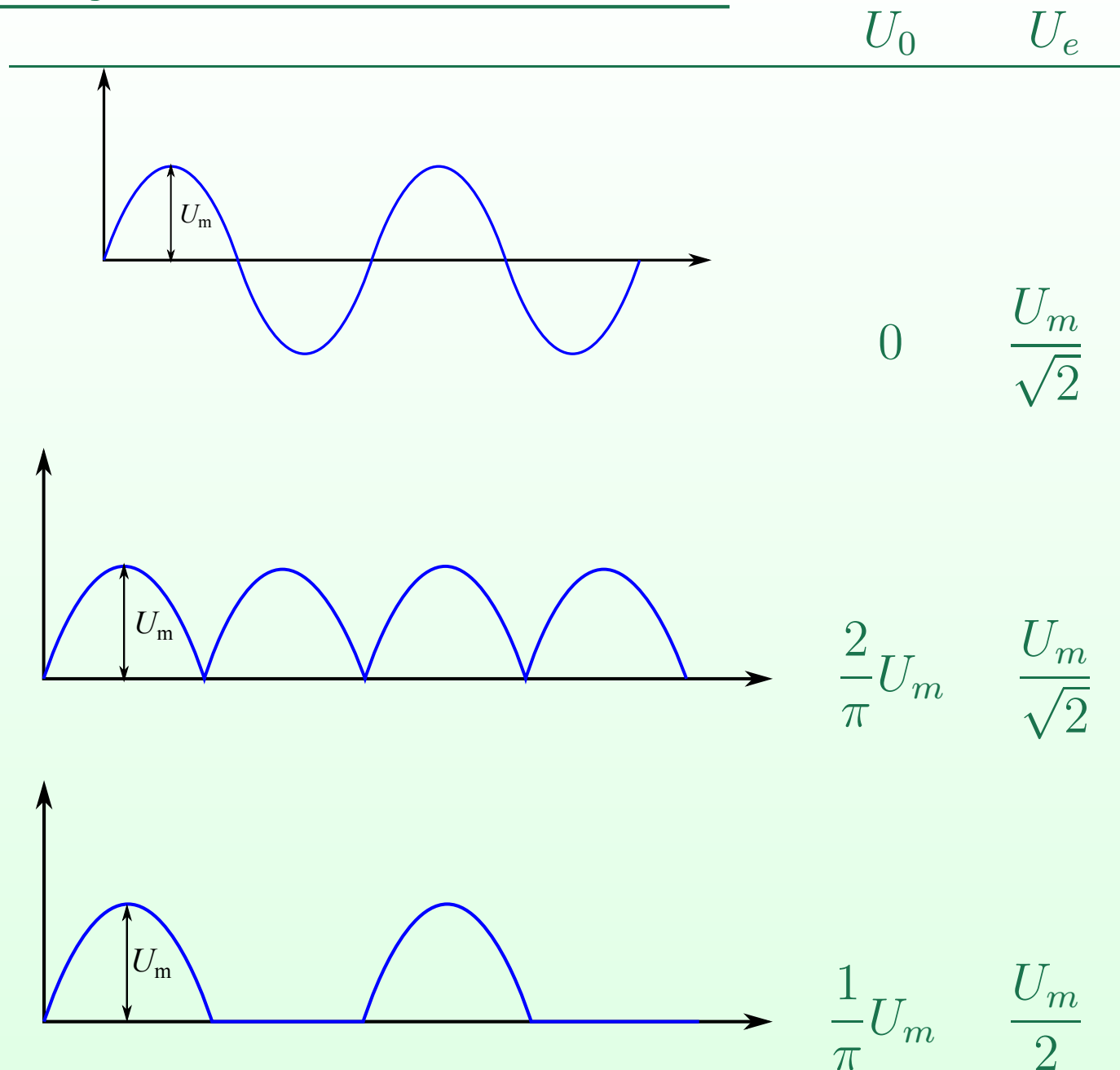
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

Синусоидальный сигнал

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трёхфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов



Синусоидальный сигнал II

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

Мощность рассчитывают из эффективного значения сигнала

$$P = U_e^2 / R = I_e^2 \cdot R \sqrt{2} \quad (4)$$

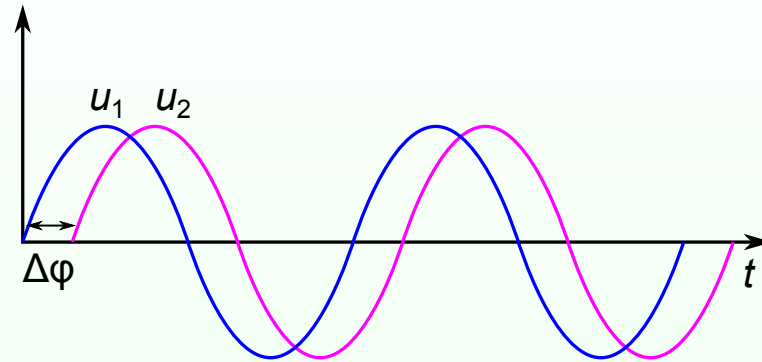
Отношение величин: **crest factor** U_{max}/U_e

Сдвиг фаз

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- **Сдвиг фаз**
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов



Два одинаковых синусоидальных сигнала ($u_1(t), u_2(t)$) с частотой (f) отличающиеся друг от друга амплитудами (U_{m1}, U_{m2}) и фазами.

Δt - временная задержка между сигналами

$\Delta\phi$ - сдвиг фаз (rad, °)

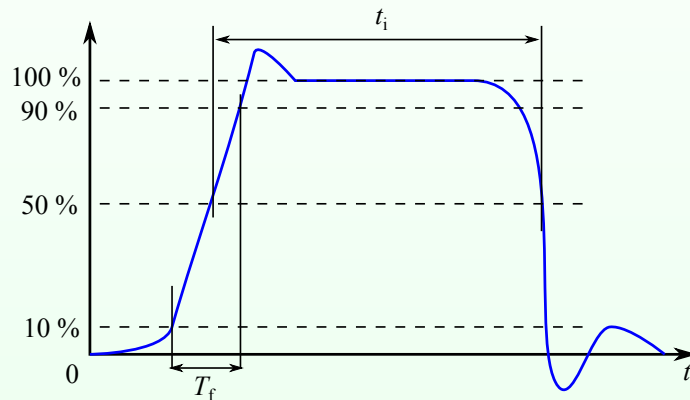
Импульсный сигнал

Основные понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трехфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

Импульсный сигнал - двоичный сигнал $\{0, 1\}$, два уровня



T_f - фронт (10% \rightarrow 90%)
 t_i - длина импульса
начало, конец - 50%

Среднее значение

$$U_0 = U_m \frac{t_i}{T} \quad (5)$$

Эффективное значение

$$U_{rms} = U_m \sqrt{\frac{t_i}{T}} \quad (6)$$

Значения сигналов

Вычисли средние и эффективные значения сигнала

Основные
понятия

Передача энергии

- Однофазное питание
- Трёхфазный ток
- Сигналы
- Амплитудные значения
- Значения сигнала
- Синусоидальный сигнал
- Синусоидальный сигнал II
- Сдвиг фаз
- Импульсный сигнал
- Значения сигналов

