

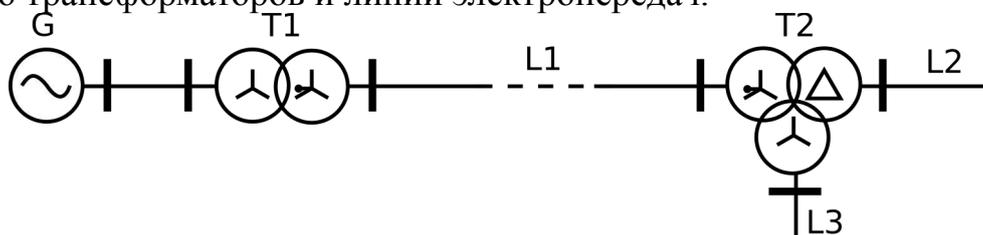
Под энергосистемой понимается совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенных для производства, преобразования, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

К элементам электроэнергетической системы относятся генераторы, трансформаторы; линии электропередачи, всевозможное вспомогательное оборудование, а также устройства управления и регулирования. Электроэнергетическая система тесно связана с другими системами, образующими глобальную.

Часть электрической системы, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии, содержащая подстанции, линии электропередачи и распределительные устройства, называется электрической сетью.

Для графического изображения электроэнергетических систем, а также отдельных её элементов и связей между элементами используют общепринятые условные обозначения. Условные обозначения или символы позволяют на чертеже просто показать тот или иной вид электроустановки.

Рассмотрим электрическую систему содержащую источник — генератор, несколько трансформаторов и линий электропередач.



Все элементы электрической сети обладают своим внутренним сопротивлением. Поскольку по основным силовым элементам сети протекает электрический ток, то в соответствии с законом Джоуля-Ленца в этих элементах выделяется энергия в виде тепла:

$$Q = I^2 R t$$

Но нас с вами будут интересовать потери мощности. Как можно определить мощность зная ток и напряжение?:

$$P = UI$$

Если выразить мощность через сопротивление и ток, то получим потери мощности:

$$\Delta P = I^2 R$$

Таким образом потери мощности в сети прямо пропорциональны протекающему току. Но электрическую энергию необходимо передавать на дальние расстояния и как можно с меньшими потерями. Для передач электрической энергии как раз и служат элементы системы.

Рассмотрим назначение основных элементов.

Широкое распространение переменного тока в электроэнергетике обусловлено возможностью получения наиболее простых конструкций электрических машин, работа которых основывается на наведении ЭДС переменным магнитным потоком. Ещё одно преимущество переменного тока

простора преобразования напряжения, что важно для передачи электрической энергии на дальние расстояния. Изменение величин напряжения и тока производится в трансформаторах.

Их классифицируют на повышающие и понижающие, на трансформаторы напряжения и трансформаторы тока, а также по другим признакам.

Для передачи энергии от одного места системы к другому используются линии электропередачи. Которые подразделяются на воздушные — прокладываемые на открытом воздухе и кабельные — обычно прокладываемые в земле в траншеях. Металлические провода воздушных линий подвешиваются к опорам через изоляторы с помощью специальных зажимов. Опоры выполняются деревянными, металлическими или железобетонными, в зависимости от используемого напряжения, механических, экономических и других факторов.

Но вернёмся в вопросу: за счёт чего же снижаются потери?

Для этого рассмотрим трансформатор 35/10 кВ. Данные трансформаторы используются в качестве понижающих, позволяя согласовать напряжение источника питания с напряжением потребителей которыми выступают трансформаторы 10/0,4 кВ. со стороны высшего напряжения на трансформатор подаётся 35 кВ, а со стороны низшего напряжения снимается 10 кВ. Во сколько раз понижает напряжение трансформатор?

Трансформатор понижает напряжение в 3,5 раза. Таким образом трансформатор можно характеризовать коэффициентом трансформации равным отношению высшего напряжения к низшему. С токами всё наоборот, они больше на стороне низшего напряжения в 3,5 раза токов протекающих со стороны высшего напряжения.

Также одним из важнейших параметров трансформатора является мощность. Как она вычисляется?

$$S = \sqrt{3} U I \text{ (если не знают объяснить откуда } \sqrt{3} \text{)}$$

пояснить по величинам входящим в формулу, на рисунке показать  $U_l$  и  $I_l$ .

Какие же члены нашего выражения останутся неизменными?

Напряжение в разных сторон трансформатора разное, разные и токи, а мощность?

Для примера возьмём трансформатор мощностью 1000 кВА, при этом ток на его низкой стороне составляет 10,5 А. Вычислим мощность на низкой и высокой стороне трансформатора пренебрегая потерями в нём:

$$S_{BH} = \sqrt{3} U_{BH} I_{BH} = \sqrt{3} \cdot 35 \cdot 3 = \sqrt{3} \cdot 105 \text{ кВА}$$

$$S_{HH} = \sqrt{3} U_{HH} I_{HH} = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10,5 = \sqrt{3} \cdot 105 \text{ кВА}$$

Видим что поток мощности с обеих сторон трансформатора не меняется, т. е. можем повышать напряжение при этом ток будет снижаться, а поток мощности останется постоянным.

А если мы снижаем ток, то следовательно снижаем потери не только мощности, но и напряжения (по закону Ома):

$$S = const \rightarrow U \uparrow \rightarrow I \downarrow$$
$$I \downarrow \rightarrow \Delta P \downarrow$$
$$I \downarrow \rightarrow \Delta U \downarrow$$

Вывод: напряжение повышают для снижения потерь мощности и напряжения, и как следствие, увеличения длины линий электропередач по которым передаётся электрическая энергия.

Поскольку генераторы вырабатывают в среднем напряжение 10 кВ, то для передачи электрической энергии на дальние расстояния напряжения вначале повышают, а затем его постепенно понижают через систему трансформаторов.