

**Министерство высшего и специального
среднего образования
Ташкентский Государственный
Технический Университет имени Беруни
Факультет Электроники и автоматики**

Реферат

по радиоматериалам и радиокомпонентам на тему:
Трансформатор

**Выполнил студент группы 130-08 КТ:
Мустафайева.М
Преподаватель: Парманкулов И.П**

ТАШКЕНТ 2010

Трансформатор

Вы приобрели холодильник ЗИЛ. Продавец вас предупредил, что холодильник рассчитан на напряжение в сети 220 В. А у вас в доме сетевое напряжение 127 В. Безвыходное положение? Ничуть. Просто придется сделать дополнительную затрату и приобрести трансформатор. Трансформатор — очень простое устройство, которое позволяет как повышать, так и понижать напряжение. Преобразование переменного тока осуществляется с помощью трансформаторов. Впервые трансформаторы были использованы в 1878 г. русским ученым П. Н. Яблочковым для питания изобретенных им «электрических свечей» — нового в то время источника света. Идея П. Н. Яблочкова была развита сотрудником Московского университета И. Ф. Усагиным, сконструировавшим усовершенствованные трансформаторы.

Трансформатор состоит из замкнутого железного сердечника, на который надеты две (иногда и более) катушки с проволочными обмотками (рис. 1). Одна из обмоток, называемая первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Вторая обмотка, к которой присоединяют «нагрузку», т. е. приборы и устройства, потребляющие электроэнергию, называется вторичной. Схема устройства трансформатора с двумя обмотками приведена на рисунке 2,

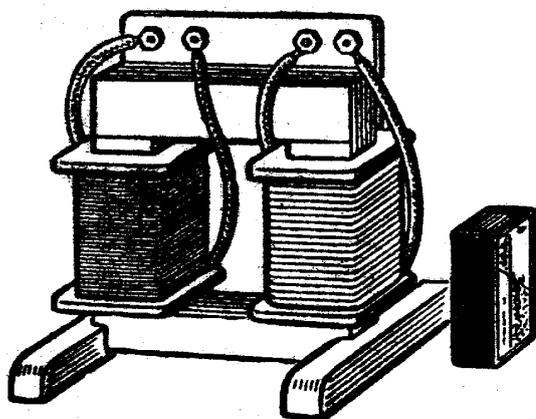


Рис.1

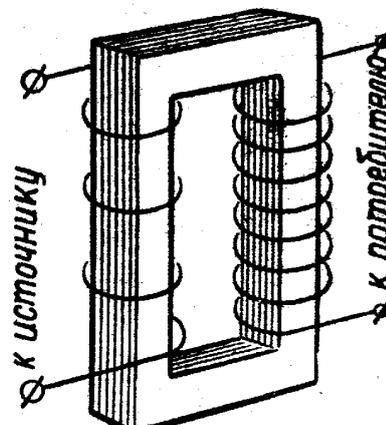
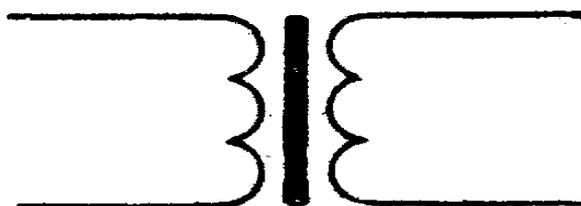


Рис.2

а принятое для него условное обозначение — на рис. 3.



Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. При прохождении переменного тока по первичной обмотке в железном сердечнике появляется переменный магнитный поток, который возбуждает э.д.с. индукции в каждой обмотке. Причем мгновенное значение э.д.с. индукции e в любом витке первичной или вторичной обмотки согласно закону Фарадея определяется формулой

$$e = - \Delta \Phi / \Delta t.$$

Если $\Phi = \Phi_0 \cos \omega t$, то

$$e = \omega \Phi_0 \sin \omega t, \text{ или}$$

$$e = E_0 \sin \omega t,$$

где $E_0 = \omega \Phi_0$ - амплитуда э.д.с. в одном витке.

В первичной обмотке, имеющей n_1 витков, полная э.д.с. индукции e_1 равна $n_1 e$.

Во вторичной обмотке полная э.д.с. e_2 равна $n_2 e$, где n_2 - число витков этой обмотки.

Отсюда следует, что

$$e_1 / e_2 = n_1 / n_2. \quad (1)$$

Сумма напряжения u_1 , приложенного к первичной обмотке, и э.д.с. e_1 должна равняться падению напряжения в первичной обмотке:

$u_1 + e_1 = i_1 R_1$, где R_1 - активное сопротивление обмотки, а i_1 - сила тока в ней. Данное уравнение непосредственно вытекает из общего уравнения. Обычно активное сопротивление обмотки мало и членом $i_1 R_1$ можно пренебречь. Поэтому

$$u_1 \approx - e_1. \quad (2)$$

При разомкнутой вторичной обмотке трансформатора ток в ней не течет, и имеет место соотношение

$$u_2 \approx - e_2. \quad (3)$$

Так как мгновенные значения э.д.с. e_1 и e_2 изменяются синфазно, то их отношение в формуле (1) можно заменить отношением действующих значений E_1 и E_2 этих э.д.с. или, учитывая равенства (2) и (3), отношением действующих значений напряжений U_1 и U_2 .

$$U_1 / U_2 = E_1 / E_2 = n_1 / n_2 = k. \quad (4)$$

Величина k называется коэффициентом трансформации. Если $k > 1$, то трансформатор является понижающим, при $k < 1$ - повышающим.

При замыкании цепи вторичной обмотки в ней течет ток. Тогда соотношение $u_2 \approx - e_2$ уже не выполняется точно, и соответственно связь между U_1 и U_2 становится более сложной, чем в уравнении (4).

Согласно закону сохранения энергии мощность в первичной цепи должна равняться мощности во вторичной цепи:

$$U_1 I_1 = U_2 I_2, \quad (5)$$

где I_1 и I_2 — действующие значения силы в первичной и вторичной обмотках.

Отсюда следует, что

$$U_1/U_2 = I_1/I_2. \quad (6)$$

Это означает, что, повышая с помощью трансформатора напряжение в несколько раз, мы во столько же раз уменьшаем силу тока (и наоборот).

Вследствие неизбежных потерь энергии на выделение тепла в обмотках и железном сердечнике уравнения (5) и (6) выполняются приближенно. Однако в современных мощных трансформаторах суммарные потери не превышают 2—3%.

В житейской практике часто приходится иметь дело с трансформаторами. Кроме тех трансформаторов, которыми мы пользуемся волей-неволей из-за того, что промышленные приборы рассчитаны на одно напряжение, а в городской сети используется другое, — кроме них приходится иметь дело с бобинами автомобиля. Бобина — это повышающий трансформатор. Для создания искры, поджигающей рабочую смесь, требуется высокое напряжение, которое мы и получаем от аккумулятора автомобиля, предварительно превратив постоянный ток аккумулятора в переменный с помощью прерывателя. Нетрудно сообразить, что с точностью до потерь энергии, идущей на нагревание трансформатора, при повышении напряжения уменьшается сила тока, и наоборот.

Для сварочных аппаратов требуются понижающие трансформаторы. Для сварки нужны очень сильные токи, и трансформатор сварочного аппарата имеет всего лишь один выходной виток.

Вы, наверное, обращали внимание, что сердечник трансформатора изготавливают из тонких листиков стали. Это сделано для того, чтобы не терять энергии при преобразовании напряжения. В листовом материале вихревые токи будут играть меньшую роль, чем в сплошном.

Дома вы имеете дело с маленькими трансформаторами. Что же касается мощных трансформаторов, то они представляют собой огромные сооружения. В этих случаях сердечник с обмотками помещен в бак, заполненный охлаждающим маслом.

Передача электроэнергии

Потребители электроэнергии имеются повсюду. Производится же она в сравнительно немногих местах, близких к источникам топливных и гидроресурсов. Поэтому возникает необходимость передачи электроэнергии на расстояния, достигающие иногда сотен километров.

Но передача электроэнергии на большие расстояния связана с заметными потерями. Дело в том, что, протекая по линиям электропередачи, ток нагревает их. В соответствии с законом Джоуля — Ленца, энергия, расходуемая на нагрев проводов линии, определяется формулой

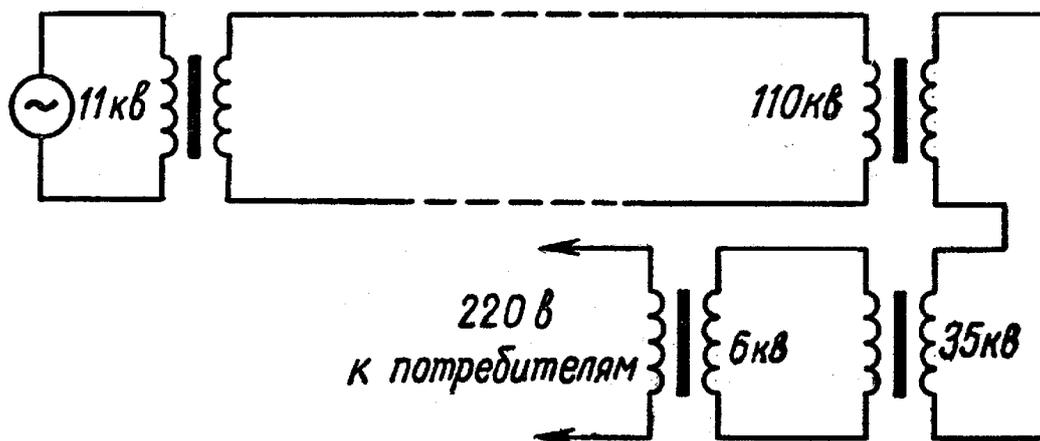
$$Q=I^2Rt$$

где R — сопротивление линии. При большой длине линии передача энергии может стать вообще экономически невыгодной. Для уменьшения потерь можно, конечно, идти по пути уменьшения сопротивления R линии посредством увеличения площади поперечного сечения проводов. Но для уменьшения R , к примеру, в 100 раз нужно увеличить массу провода также в 100 раз. Ясно, что нельзя допустить такого большого расходования дорогостоящего цветного металла, не говоря уже о трудностях закрепления тяжелых проводов на высоких мачтах и т. п. Поэтому потери энергии в линии снижают другим путем: уменьшением тока в линии. Например, уменьшение тока в 10 раз уменьшает количество выделившегося в проводниках тепла в 100 раз, т. е. достигается тот же эффект, что и от стократного утяжеления провода.

Так как мощность тока пропорциональна произведению силы тока на напряжение, то для сохранения передаваемой мощности нужно повысить напряжение в линии передачи. Причем, чем длиннее линия передачи, тем выгоднее использовать более высокое напряжение. Так, например, в высоковольтной линии передачи Волжская ГЭС — Москва используют напряжение в 500 кв. Между тем генераторы переменного тока строят на напряжения, не превышающие 16—20 кв., так как более высокое напряжение потребовало бы принятия более сложных специальных мер для изоляции обмоток и других частей генераторов.

Поэтому на крупных электростанциях ставят повышающие трансформаторы. Трансформатор увеличивает напряжение в линии во столько же раз, во сколько уменьшает силу тока. Потери мощности при этом невелики.

Для непосредственного использования электроэнергии в двигателях электропривода станков, в осветительной сети и для других целей напряжение на концах линии нужно понизить. Это достигается с помощью понижающих трансформаторов. Причем обычно понижение напряжения и соответственно увеличение силы тока происходит в несколько этапов. На каждом этапе напряжение становится все меньше, а территория, охватываемая электрической сетью, — все шире. Схема передачи и распределения электроэнергии приведена на рисунке.



Электрические станции ряда областей страны соединены высоковольтными линиями передач, образуя общую электросеть, к которой присоединены потребители. Такое объединение называется энергосистемой. Энергосистема обеспечивает бесперебойность подачи энергии потребителям не зависимо от их месторасположения.

Работа однофазного трансформатора вхолостую

Трансформаторами в электротехнике называют такие аппараты, в которых электрическая энергия переменного тока от одной неподвижной катушки из проводника передаётся другой неподвижной катушки из проводника, не связанной с первой электрически. Звеном, передающим энергию от одной катушки к другой, является магнитный поток, сцепляющийся с обеими катушками и непрерывно меняющийся по величине и по направлению.

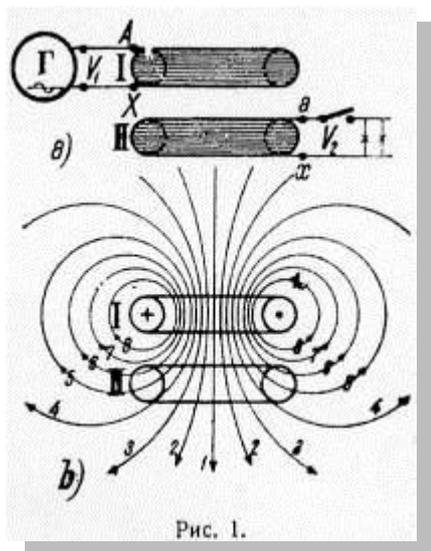


Рис. 1.

На рисунке №1а изображен простейший трансформатор, состоящий из двух катушек расположенных коаксиально одна над другой. К катушки подводится переменный ток от генератора переменного тока: эта катушка называется первичной катушкой (первичной обмоткой). От вторичной катушки соединяется цепь с приёмниками электрической энергии. Действие трансформатора заключается в прохождении тока в первичной обмотке создавая магнитное поле, силовые линии которого пронизывают не только создаваемую их катушку но и вторичную обмотку. Примерная картина распределения силовых линий, создаваемых первичною катушкой, изображённой на рисунке №1б. Как видно на рисунке, все силовые линии замыкаются вокруг проводников первой катушки, но часть из них (1,2,3,4) замыкаются также вокруг проводников второй катушки. Таким образом, вторая катушка является магнитно связной с первой катушкой при посредстве магнитных силовых линий. Степень магнитной связи первой и второй катушек, при коаксиальном расположений их, зависит от расстояния между ними: чем дальше катушки друг от друга, тем меньше магнитная связь между ними, ибо тем меньше силовые линии первой катушки сцепляется с второй катушкой. Так как через первую катушку проходит переменный ток, то есть ток,

меняющийся во времени по какому-то закону, например по закону синуса, то и магнитное поле, им создаваемое, также будет меняться по тому же закону. В результате изменения тока в первой катушке обе катушки пронизываются магнитным потоком, непрерывно меняющим свою величину и своё направление. Согласно основному закону электромагнитной индукции при всяком изменении пронизывающего катушку магнитного потока в катушке индуцируется переменная электродвижущая сила. В нашем случае в первой катушке индуцируется *электродвижущая сила самоиндукции*, а во второй катушке *индуцируется электродвижущая сила взаимной индукции*.

Если концы второй катушки соединить с цепью приёмников электрической энергии то в этой цепи появится ток, следовательно, приёмники получат электрическую энергию. В тоже время к первой катушке от генератора направится энергия, почти равная энергии, отдаваемой в цепь второй катушки. Таким образом, электрическая энергия от одной катушки будет передаваться в цепь второй катушки, совершенно не связанной с первой катушкой гальванически (металлически). Средством передачи энергии в этом случае является только переменный магнитный поток. Магнитная связь двух обмоток оценивается отношением магнитного потока, сцепляющегося с обеими обмотками, к потоку, создаваемому одной катушкой. Из рисунка №1b, что только часть силовых линий первой катушки замыкается только вокруг второй катушки. Другая часть силовых линий замыкается только вокруг первой катушки. Эти силовые линии в передаче электрической от первой катушки ко второй совершенно не участвуют, они образуют так называемое поле рассеяния.

Для того чтобы увеличить магнитную связь между первичной и вторичной обмотками и одновременно уменьшить магнитное

сопротивление для прохождения магнитного потока, обмотки технических трансформаторов располагают на совершенно замкнутых железных сердечниках.

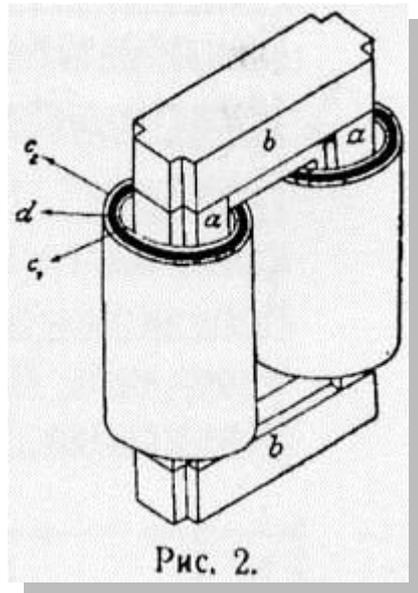
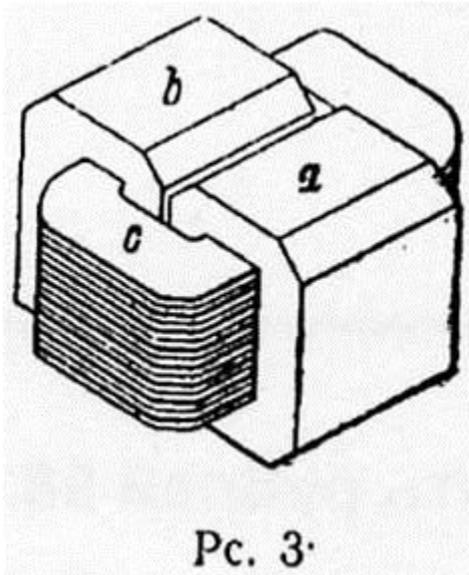


Рис. 2.

Первым примером выполнения трансформаторов может служить схематически изображенный на рисунке №2 однофазный трансформатор так называемого *стержневого типа*. У него первичные и вторичные расположены на железных стержнях соединённых с торцом железными накладками называемые *ярмами*. Таким образом два стержня и два ярма образуют замкнутое железное кольцо, в котором и проходит магнитный поток, сцепляющийся с первичной и вторичной обмотками, Это железное кольцо называется *сердечником* трансформатора.



Вторым примером выполнения трансформаторов может служить схематически изображенный на рисунке №3 однофазный трансформатор так называемого *броневго типа*. У этого трансформатора первичные и вторичные обмотки, состоящие каждая из ряда плоских катушек, расположены на сердечнике, образуемом двумя стержнями двух железных колец, Кольца окружая обмотки, покрывают их почти целиком как бы бронёй, поэтому трансформатор и называется броневым. Магнитный поток, проходящий внутри обмоток разбивается на две равные части, замыкающиеся каждая в своём железном кольце. Применением замкнутых железных магнитных цепей у трансформаторов добиваются значительного снижения потока рассеяния. У таких трансформаторов потоки, сцепляющиеся с первичною и вторичною обмотками, почти равны друг другу.