

Трансформаторы питающие преобразовательные схемы

Мирослав Лукевски¹

¹ ELHAND TRANSFORMATORY,

e-mail: m.lukiewski@elhand.com.pl

Питание преобразовательных схем происходит чаще всего при помощи трансформаторов, которых параметры приспособлены к требованиям преобразователей.

ELHAND TRANSFORMATORY производит с нескольких лет преобразовательные трансформаторы типа ET1SB и ET3SB. Это очень большая группа машин в различных исполнениях. Трансформаторы этого типа работают вместе с многими, часто очень сложными, преобразовательными схемами.

Преобразовательные трансформаторы – свойства и употребление

Из группы преобразовательных трансформаторов надо различить одно- и трёхфазные трансформаторы.

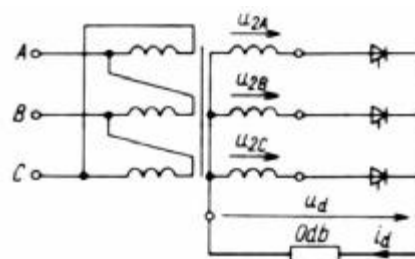
Однофазные трансформаторы типа ET1SB производятся чаще всего как простые, двухобмоточные машины или в версии с выводом выведенным из середины вторичной обмотки. Трансформаторы с выводом работают с управляемыми вентилями в двухфазной схеме. Этот вывод играет роль нейтрального зажима, к которому присоединена нагрузка. Однофазные трансформаторы без вывода работают обычно с двухпульсной схемой управляемого вентиля в виде мостика Гретца. В случае мостового выпрямителя часто отказываются от преобразовательного трансформатора в пользу сетевых дросселей типа ED1N, через которые питается мостик.

Трёхфазные преобразовательные трансформаторы типа ET3SB, в зависимости от схемы питаемого преобразователя, производятся во многих вариантах.

Одной из самых простых конструкций является трансформатор предназначен для схем трёхпульсных преобразователей (черт. 1). Первичные обмотки этих трансформаторов

чаще всего соединены в треугольник, вторичные – в звезду с выведенным нейтральным зажимом (группа Дин).

Похоже как в мостовых схемах, схему трёхпульсного преобразователя можно питать Из трёхфазной, четырёхпроводной сети без трансформатора, заменяя его сетевыми дросселями типа ED3N. Выпрямленный ток нагрузки плывёт в это время через нейтральный провод питающей линии. Это значительно ограничивает мощность приёмников которые могут быть питаемыми тем образом.

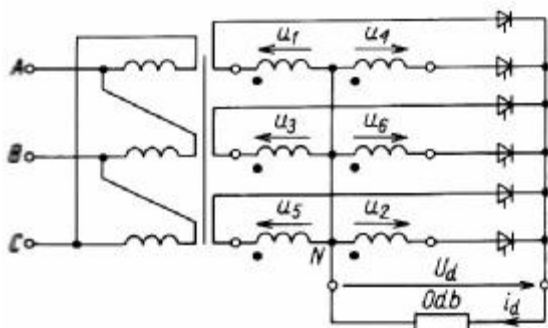


Черт. 1 Схема двухпульсового преобразователя с нейтральным проводом [3]

Значительно больше применений имеют трансформаторы предназначены для схем шестипульсных преобразователей. В этой группе машин чаще всего употребляют типичный трёхфазный трансформатор изготовляемый для схемы шестипульсового мостового преобразователя. Такая схема питается через трансформатор или сетевые дроссели. Трансформатор употребляется в случае, когда необходимо приспособить выходное напряжение преобразователя к требуемому напряжению приёмника. Мостовая схема преобразователя не требует выведения нейтрального провода по вторичной стороне трансформатора, а его обмотки могут быть соединены в схемах: Yy, Yd, Dy, Dd.

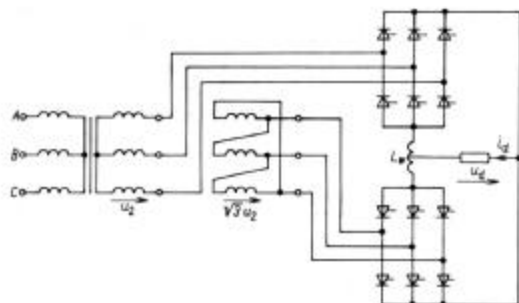
Нетипичным конструкционным решением является специальный трансформатор для питания шестифазного преобразователя. Первичные обмотки этого трансформатора создают треугольник, вторичные обмотки соединены в шестифазную схему с выведенным нейтральным зажимом (черт. 2).

ELHAND TRANSFORMATORY



Черт. 2. Схема шестипульсного преобразователя с нейтральным проводом [3]

Следующей большой группой трансформаторов являются машины работающие в схемах составных многопульсных преобразователей.



Черт. 3. Схема составного двенадцатипульсного преобразователя [3]

На чертеже № 3 изображена схема двенадцатипульсного преобразователя составленного из двух соединённых параллельно через дроссель шестипульсных выпрямителей. В этой схеме употреблён трёхобмоточный преобразовательный трансформатор. Благодаря тому, что каждый мостик питается из отдельной вторичной обмотки с разными группами соединений, получено фазовый сдвиг напряжений питающих мостиков. Полезным последствием этого решения является увеличение количества пульсаций выпрямленного напряжения.

Преобразовательные трансформаторы работают в крайне трудных условиях. Вторичные токи этого типа машин содержат ряд гармонических. Качественный и количественный состав гармонических тока зависят от схемы преобразователя, в котором трансформатор работает. В схемах преобразователей с нейтральным проводом

ток на вторичной стороне трансформатора принимает форму однонаправленных, прямоугольных импульсов. Это вызывает подмагничивание стержня потоком с постоянной составляющей. Этот эффект бесполезный для трансформатора с энергетической точки зрения.

Преобразовательные трансформаторы по габаритам и весу как правило больше чем типичные питающие трансформаторы. Эти различия следуют из целеустремлённого понижения индукции в стержне машины ещё в стадии проекта. Такое перемещение рабочей точки преобразовательных трансформаторов вызвано необходимостью ограничения избыточных потерей из-за чрезвычайно высокого содержания высших гармонических во вторичном токе машины.

От преобразовательных трансформаторов требуется, чтоб они кроме приспособления уровня напряжения к требованиям приёмника совершали тоже защиту тиристоров преобразователя. Преобразовательные трансформаторы обладают значительную индуктивность рассеяния, которая ограничивает крутизну нарастания тока проводимости тиристоров [1, 3, 4].

Конструкция преобразовательных трансформаторов

Преобразовательные трансформаторы производятся в однофазном – типа ET1SB – и трёхфазном – типа ET3SB – исполнениях.

Мощности производяемых машин создают широкий диапазон – от нескольких десятков [ВА] до нескольких соток [кВА]. Передачи напряжения, а также группы схем обмоток трансформаторов зависят от параметров схемы преобразователя, в которой им придётся работать.

Стержни трансформаторов изготовлены из анизотропических кремнёвых жёсткой толщиной в 0,25 – 0,5 мм. Обмотки изготовлены из медного обмоточного круглого или профилированного провода, соответственно сформированные, размещены на колонках стержня. Затем стержень дополняется отсутствующим ярмом.

Трансформаторы импрегнированы в вакууме, это предохраняет их от влияния окружающей среды.

Оборудование трансформатора состоит из зажимов, кабельных наконечников или

питающих рельсов, а также механическое оборудование необходимое для транспорта.

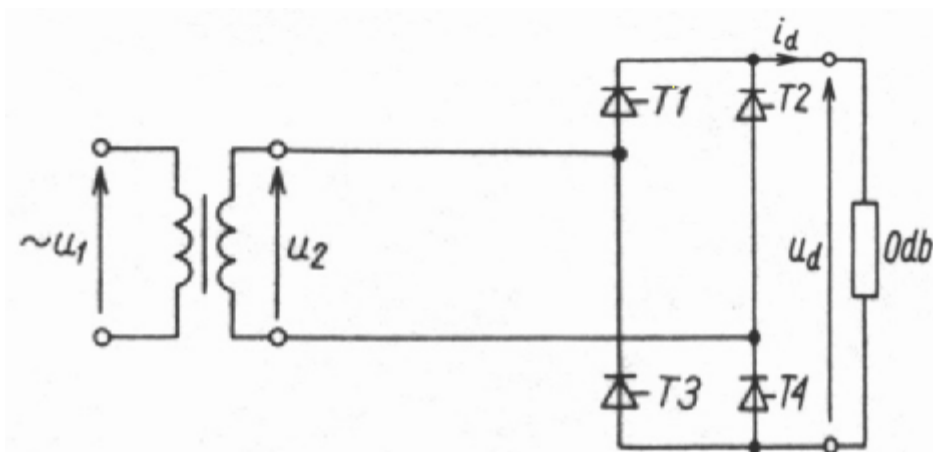
Готовый трансформатор подвергается испытанию на станции электрических испытаний с целью обнаружения всех недостатков изделия, которые могли возникнуть во время производственного процесса.

Производственный процесс течёт согласно с процедурами обеспечения качества ISO 9002, что гарантирует повторяемость технических параметров, а также наивысшее качество производяемых машин и устройств.

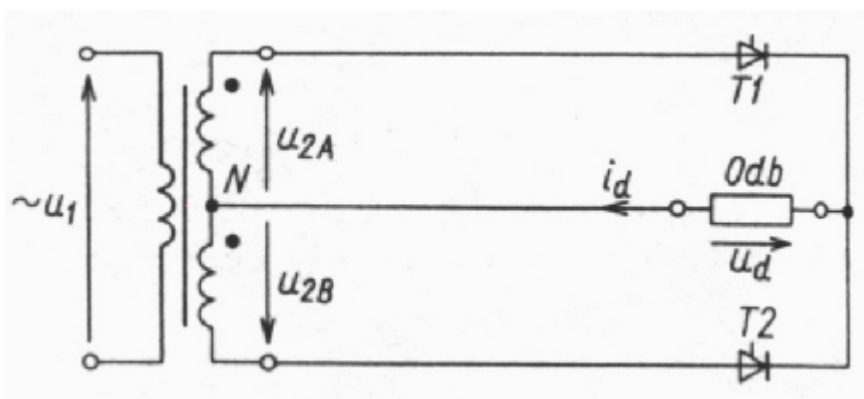
Литература

- [1] Плямитзер А.М. *Электрические машины*. НТИ Варшава 1986г.
- [2] Барлик Р., Новак М. *Тиристорная техника* WNT W-ва 1994
- [3] Новак М., Барлик Р. *Пособие инженера энергоэлектронщика* WNT W-ва 1998
- [4] *Техническая документация трансформаторов типа ET1SB и ET3SB - ELHAND TRANSFORMATORY*

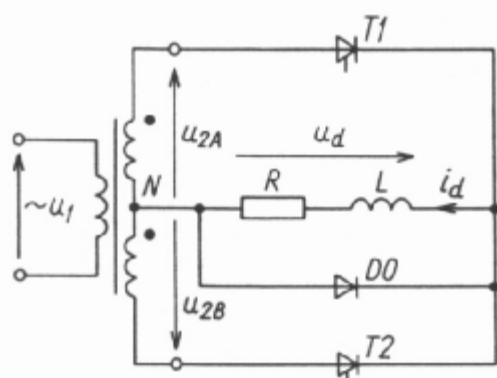
Преобразовательные трансформаторы – примеры применений



Черт. 1 Схема управляемого двухпульсного вентиля в мостовой схеме

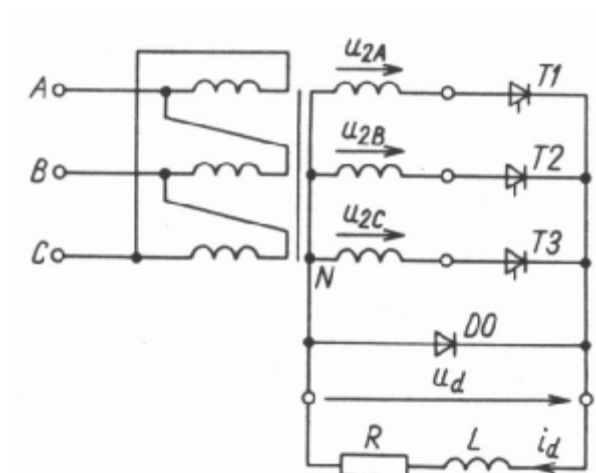


Черт. 2 Схема управляемого двухпульсного вентиля в двухфазной схеме

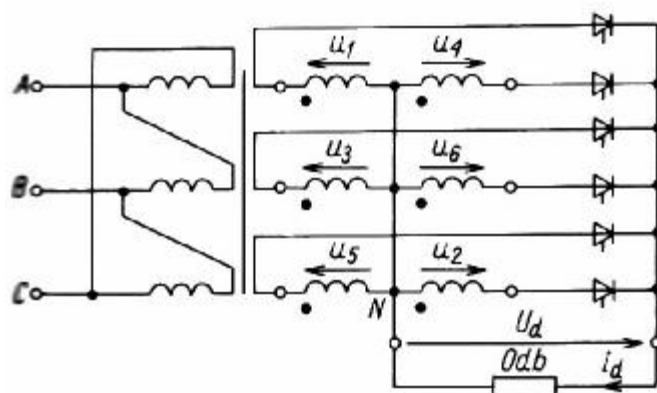


Черт. 3 Схема управляемого двухпульсного вентиля в двухфазной схеме с нолевым диодом

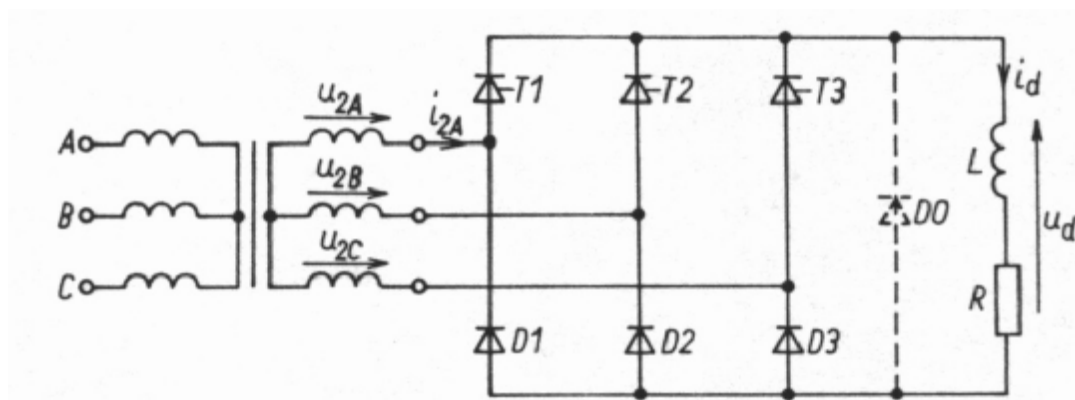
ELHAND TRANSFORMATORY



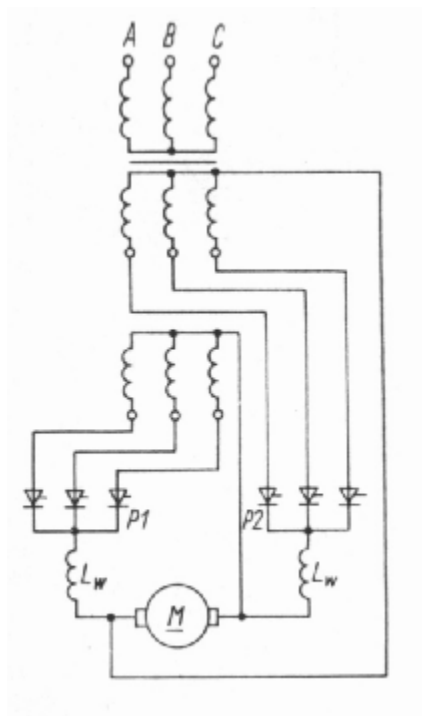
Черт. 4 Схема управляемого трёхпульсного вентиля с нейтральным проводом



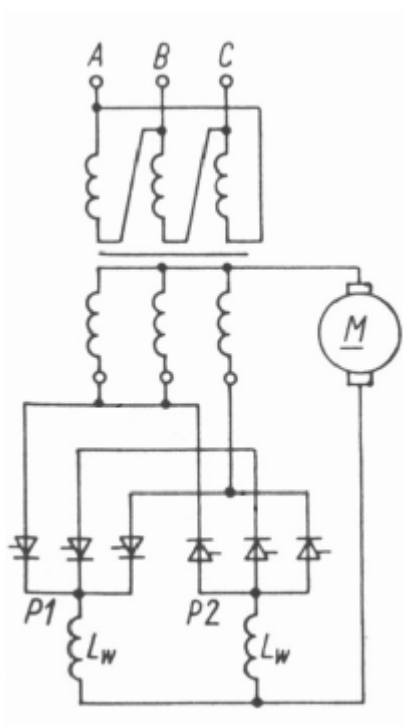
Черт. 5 Схема управляемого шестипульсного шестифазного вентиля с нейтральным проводом



Черт. 6 Схема полупроводящего шестипульсного вентиля в мостовой схеме с нулевым диодом

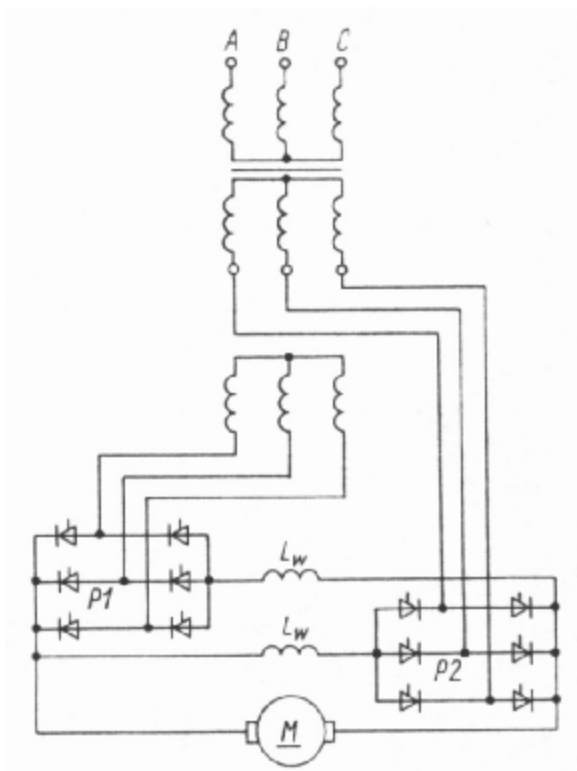


Черт. 7 Схема реверсивного трёхфазного крестового преобразователя

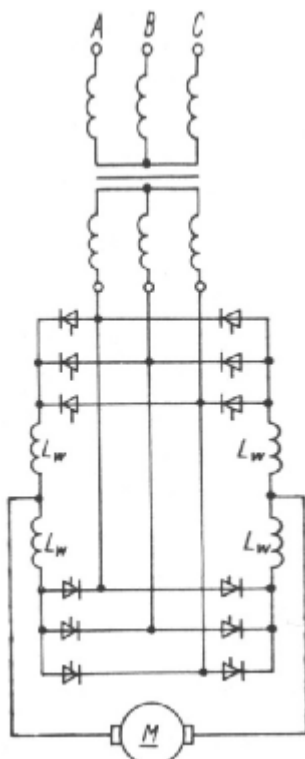


Черт. 8 Схема реверсивного трёхфазного обратно параллельного преобразователя

ELHAND TRANSFORMATORY

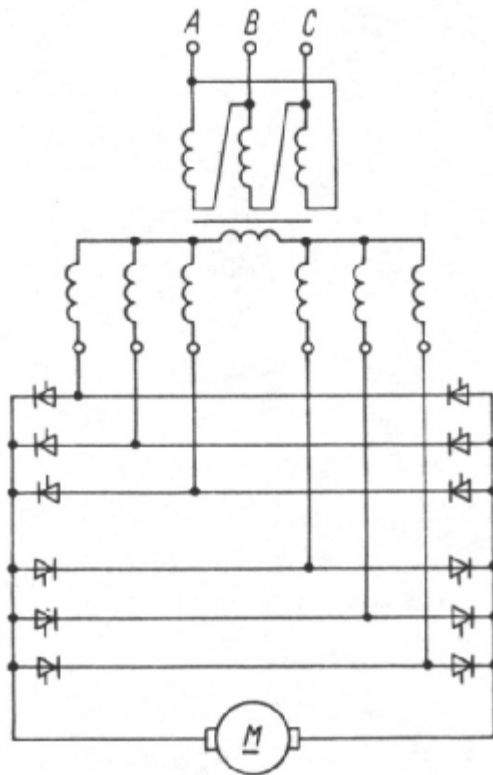


Черт. 9 Схема реверсивного шестипульсного крестового преобразователя

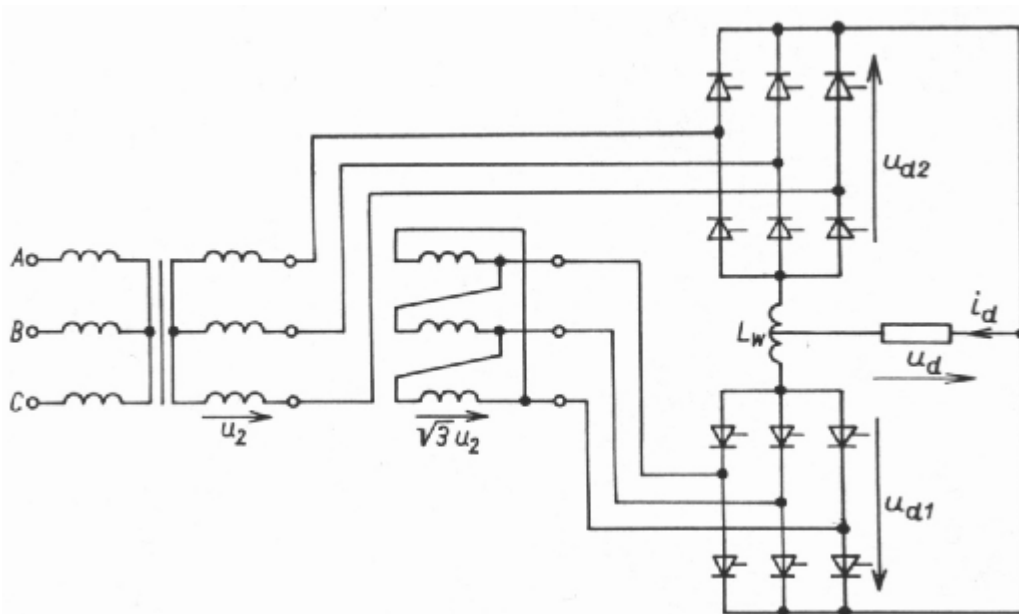


Черт. 10 Схема реверсивного шестипульсного обратно параллельного преобразователя

ELHAND TRANSFORMATORY

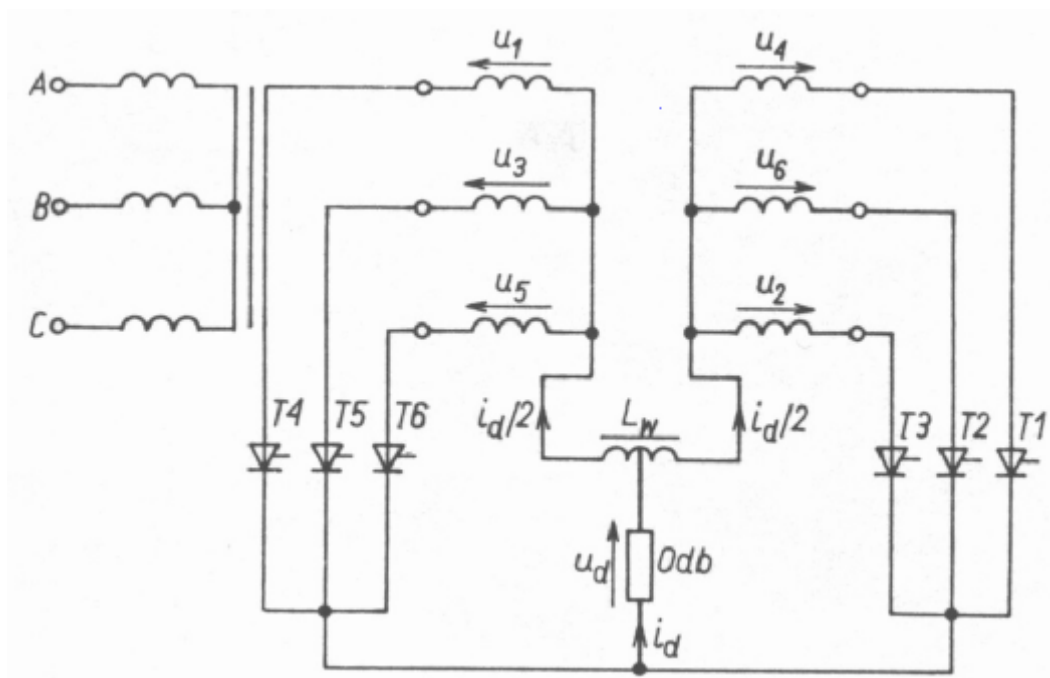


Черт. 11 Схема реверсивного шестипульсного преобразователя формой H

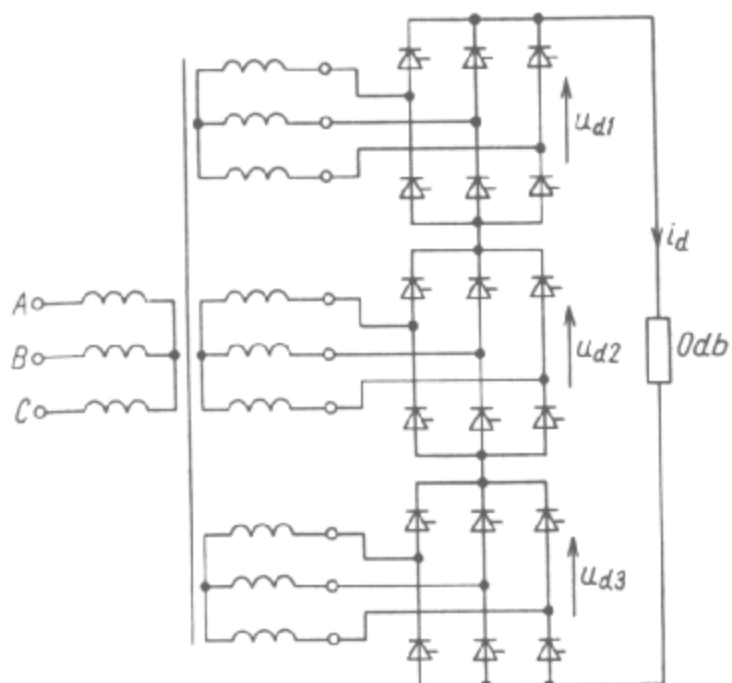


Черт. 12 Схема управляемого двенадцатипульсного вентиля составленного из двух соединённых параллельно через уравнивательный дроссель мостовых шестипульсных выпрямителей.

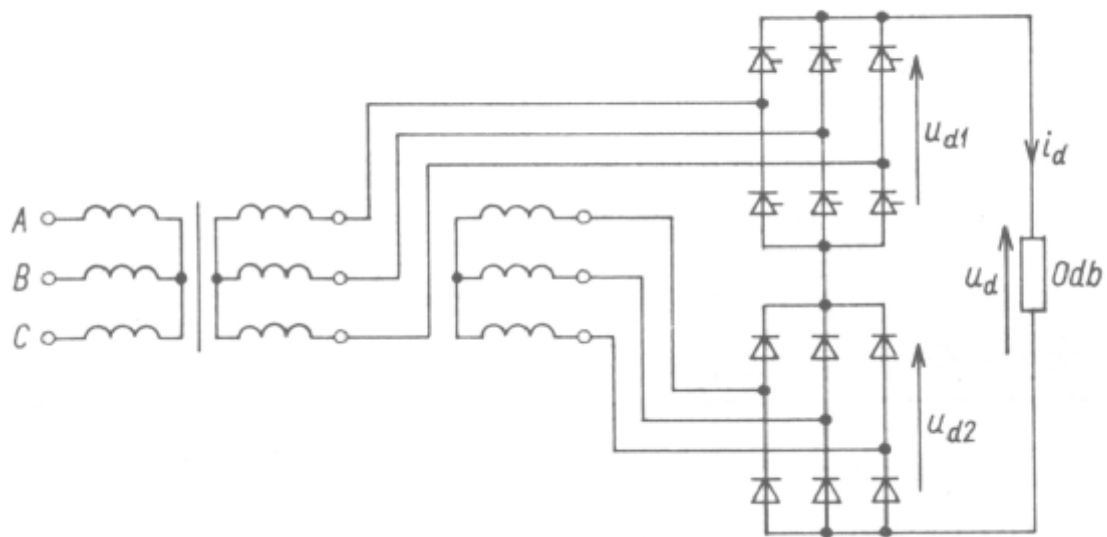
ELHAND TRANSFORMATORY



Черт. 13 Схема управляемого двенадцатипульсного вентиля составленного из двух соединённых параллельно через уравнивательный дроссель трёхпульсных выпрямителей



Черт. 14 Схема управляемого двенадцатипульсного вентиля составленного из трёх соединённых последовательно мостовых шестипульсных управляемых вентилях



Черт. 15 Схема асимметрического выпрямителя составленного из шестипульсного управляемого мостового вентиля и неуправляемого шестипульсного мостового выпрямителя