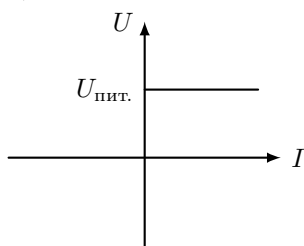


0.1 Импульсные преобразователи постоянного напряжения

Постоянное напряжение просто так не трансформируется трансформатором. Тролейбус 800 вольт. В салоне лампочки 12,24 вольта. Солнечные батареи – постоянное небольшое напряжение, а нужно напряжение постоянного тока 220 вольт.

1) Квадрантность

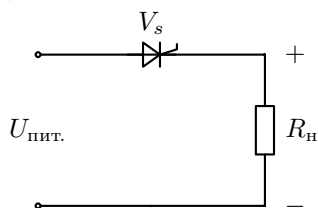


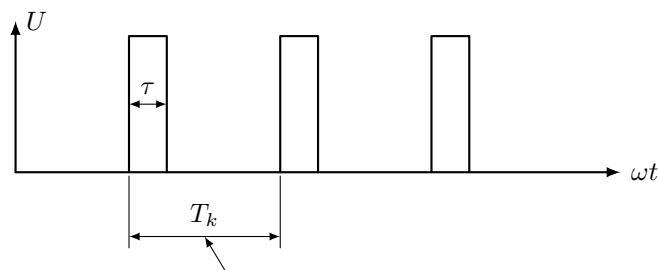
2) Тип СПП – обязательно запираемые. возможно угол искусственной коммутации. Используются силовые транзисторы, запираемые тиристора и неуправляемые диоды (вспомогательные приборы).

Некоторые типы регулируются только вниз, некоторые – только вверх.

- а) понижающие напряжение
- б) повышающие
- в) понижающие и повышающие

Рассмотрим одноступенчатые преобразователи. Если со звеном постоянного тока – двухступенчатые. Различают трансформаторные и бестрансформаторные (трансформаторы выполняют вспомогательную функцию)





период коммутации, f_k – частота коммутации $T_k = \frac{1}{f_k}$

Меряем прибором магнитооптической системы.

Регулировочная характеристика понижающего ИППН:

$$U_{\text{вых.}} = \frac{\tau}{T_k} U_{\text{пит.}} = \tau f_k U_{\text{пит.}}$$

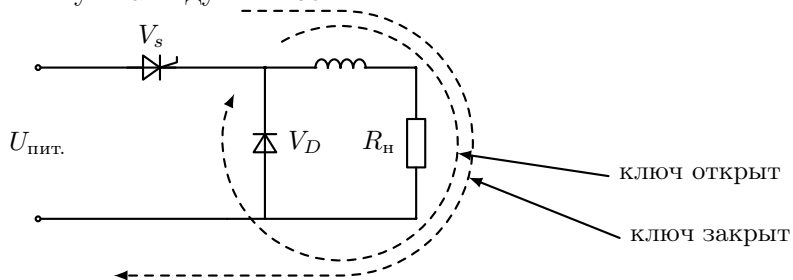
Если активная нагрузка – почти всё хорошо.

Если менять $\frac{\tau}{T_k} = 0 \dots 1$, то так же меняется $U_{\text{вых.}}$

Но нагрузка может быть обмотка возбуждения. Нужно включать фильтр.

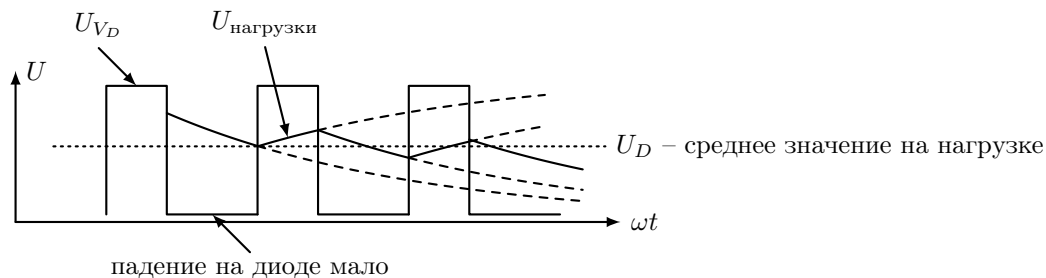
Если включить емкость – плохо, для тиристоров большие броски тока.

Значит нужна индуктивность.



V_D – шунтирует нагрузку.

Напряжение практически не изменится. Изменится ток $\frac{U_{\text{пит.}}}{R_n}$. Индуктивность сгладит ток.



U_{V_D} – запирает диод.

Отрицательного напряжения нет, преобразователь одноквadrантный.

Чем плох одноквadrантный? Если нужно увеличить – увеличиваем τ . А если нужно уменьшить $\tau = 0$ – процесс пойдёт по экспоненте.

L – может быть или фильтр или входит в нагрузку.

До 100 кГц работают приборы.

$T_{\text{эм.}} = \frac{L}{R}$ – электромагнитная постоянная времени цепи.

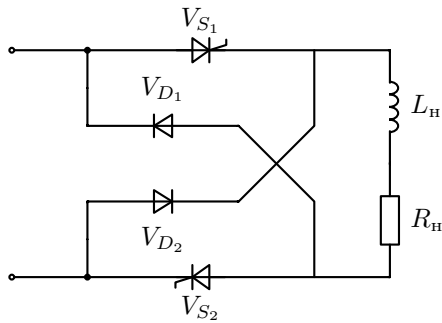
Амплитуда пульсаций уменьшается при увеличении L или при увеличении f_n частоты.

$$Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} = E(t)$$

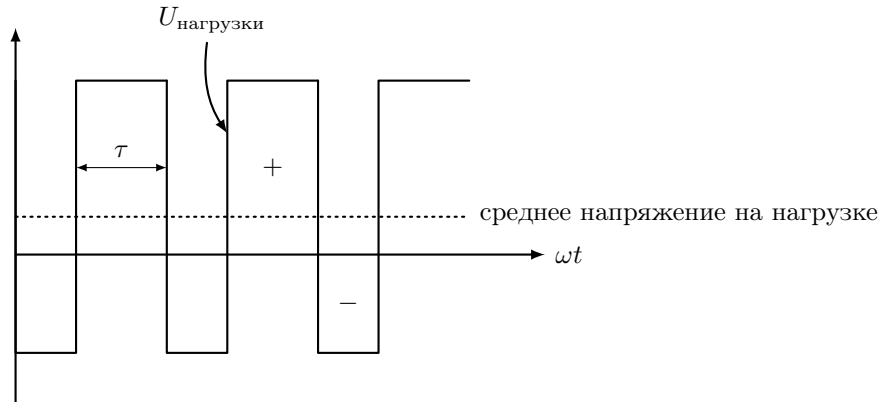
$(3 - 4)T_{\text{эл.магнитное}} = \Delta i_{\text{спадения тока}}$

Для того чтобы ускорить спадение – нужно работать в двух-квадрантном ИППН

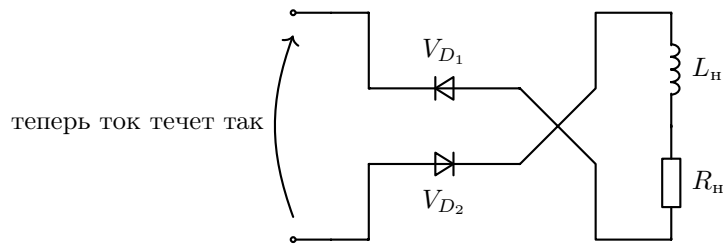
0.2 двух-квадрантный ИППН



Нагрузкой может быть и ЭДС и электродвигатель. В общем случае L,R,E.



τ – когда оба тиристора включены. Выключил – ток в индуктивности. работает ЭДС индукции. Какой ток был такой и остается в первый момент.



Тиристоры включены – энергия из источника питания передается в нагрузку.

Тиристоры выключены – энергия из нагрузки передается в источник питания.

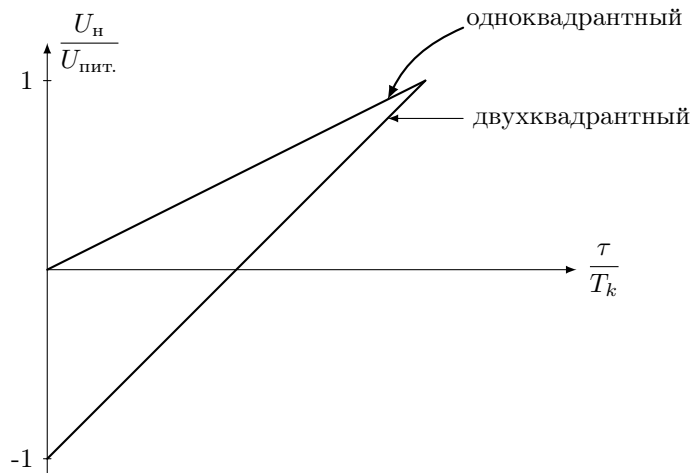
Когда включены тиристоры $\begin{pmatrix} + & - \end{pmatrix}$ источника подключены к $\begin{pmatrix} + & - \end{pmatrix}$ нагрузки. Когда выключены тиристоры $\begin{pmatrix} + & - \end{pmatrix}$ источника подключены к $\begin{pmatrix} - & + \end{pmatrix}$ нагрузки.

Регулировочная характеристика двухквadrантного ИППН

$$U_d = \frac{\tau U_{\text{пит.}} - (T_k - \tau) U_{\text{пит.}}}{T_k} = \left(\frac{2\tau}{T_k} - 1 \right) U_{\text{пит.}}$$

Если $\tau = \frac{T_k}{2}$, то $U_d = 0$. Если $\tau < \frac{T_k}{2}$ – появляется отрицательное напряжение – IV квадрант

Число полупроводниковых приборов выросло вдвое.



Возьму электромагнитный прибор, измеряющий среднеквадратичное

$$X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T X^2(t) dt}$$

Есть средне-квадратичное, n -й степени

$$X_{\text{ср.}}^n = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T X^n(t) dt}$$

Для среднего $n = 1$ не нужно брать корня

X^n находят применения в статистических расчетах, в фильтрах.

$$\overline{X^2} = U_{\text{пит.}}$$

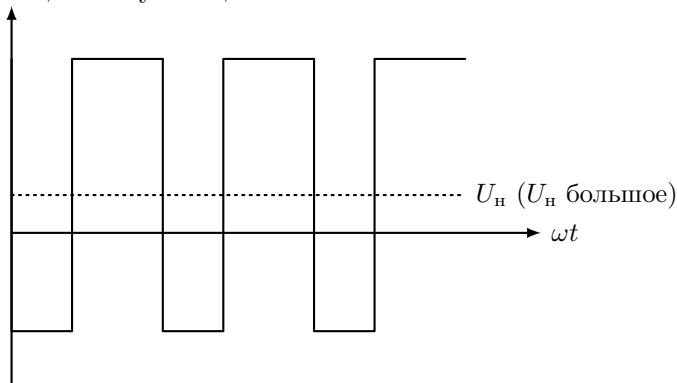
– при любых τ оно не меняется для двухквadrантного.

Для одноквadrантного

$$\overline{U^2} = \sqrt{\frac{\tau}{T}} \cdot U_{\text{пит.}}$$

Для чего среднеквадратичное – греем паяльник. Двухквadrантным не удастся регулировать лампочку. Лампочка будет гореть постоянно $\sqrt{f^2}$.

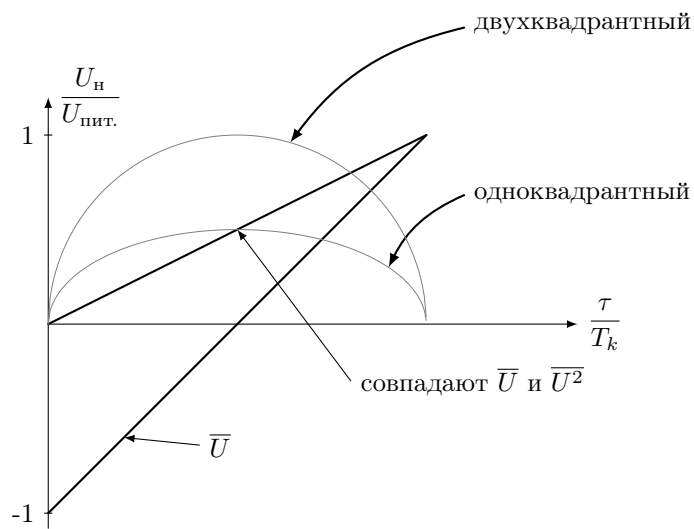
Оценим пульсации



$U = \frac{\tau}{T}$ – среднеквадратичное постоянного напряжения.

$\overline{U_{\text{н}}^2} = \sqrt{U_{\text{н}}^2 + U_{\text{н}\sim}^2}$ – из суммы квадратов всех гармоник

$$\begin{aligned} U_{\text{н}\sim} &= \sqrt{U_{\text{н ср.кв.}}^2 - \underbrace{U_{\text{н}}^2}_{\text{постоянная составляющая}}} = \\ &= \sqrt{U_{\text{пит.}}^2 - U_{\text{пит.}}^2 \left(2\frac{\tau}{T_k} - 1\right)^2} = U_{\text{пит.}} \sqrt{-\left(2\frac{\tau}{T_k}\right)^2 + 2\frac{2\tau}{T_k}} = \\ &= 2U_{\text{пит.}} \sqrt{\left(\frac{\tau}{T_k}\right) \left(-\frac{\tau}{T_k} + 1\right)} - \text{средне квадратичное значение переменной составляющей.} \end{aligned}$$



Для одноквadrантного $U = \sqrt{\frac{\tau}{T_k} - \left(\frac{\tau}{T_k}\right)^2}$ – для двухквadrантного та-
кая же формула, только без коэффициента 2.