

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
**«Промислова електроніка та мікросхемотехніка»**  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

**Електромеханіка**

**за темою - Випрямлячі.**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.01.2023 № 1

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу  
Протокол від 19.12.2022 № 5

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 27.01.2023 № 1

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 10.12.2022 № 8.

**Розробник:** к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Волканін Є.Є.

**Рецензенти:**

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

**План лекції:**

1. Загальна структура випрямлячів.
2. Однонапівперіодний однофазний випростовувач.
3. Двоперіодні випрямлячі.
4. Трифазні випрямлячі.
5. Керовані випрямлячі.
6. Згладжуючі фільтри.
7. Випрямлячі на МДН-транзисторах.

**Рекомендована література:****Основна література:**

1. Промислова електроніка: навч. посібник / укл.: Г.О. Андрущак, І.П. Козярьський, Е.В. Майструк. – Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 120 с.
2. Победаш К.К., Трубіцин К.В. Промислова електроніка: Навчальний посібник К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 228с.
3. Power electronics handbook / Muhammad H. Rashid Ph.D., Fellow IEEE / Professor and Director. University of West Florida Joint Program and Computer Engineering / Printed in Canada, 2010. – 892 pages.

**Допоміжна література:**

1. Промислова електроніка. Лабораторні роботи: навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізацій «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електричні машини і апарати», «Інжиніринг та автоматизація електротехнічних комплексів» й «Мехатроніка енергоємних виробництв» / К.К. Победаш, О.В. Петрученко, В.А. Святненко, К.В. Трубіцин – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 88 с.
2. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практика: навч. посібник / За ред. А.Г. Соскова. 2-е вид.- К.: Каравела, 2004. – 432 с.
3. ПРОМИСЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА. Розділ «Напівпровідникові прилади». Лабораторний практикум / Укладачі: Лупенко А.М., Мовчан Л.Т. Тернопіль, 2014. – 34 с.

**Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48007/1/PE\\_KL.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48007/1/PE_KL.pdf)
2. <https://www.etcourse.com/news-blog/what-industrial-electronics-and-what-does-it-look-2022>
3. [https://www.mdpi.com/journal/electronics/sections/Industrial\\_Electronics](https://www.mdpi.com/journal/electronics/sections/Industrial_Electronics)
4. <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=41>
5. <https://www.ieee-ies.org>

## Текст лекції

### 1. Загальна структура випрямлячів.

#### Загальна структура випрямлячів

Випростовувачами називають перетворювачі змінного струму в постійний. Вони широко застосовуються в енергетичних і електронних пристроях для живлення цих пристроїв постійним струмом.

Для перетворення змінного струму в постійний струм використовують напівпровідникові діоди (вентилі). При необхідності регулювання параметрів навантаження випрямляча використовують тиристори і ЮВТ-модулі.

До структури випрямляча входять (рис. ): силовий трансформатор, перетворювач змінного струму в односпрямований (постійний) пульсуючий струм, згладжуючий фільтр. Навантаження може бути під'єднання безпосередньо після перетворення змінного струму в постійний або після згладжуючого фільтра.

Силовий трансформатор служить для перетворення змінної напруги мережі. Залежно від призначення використовується підвищуючий або знижуючий напругу трансформатор. Перетворювач змінного струму в пульсуючий постійний володіє одно-сторонньою провідністю використовуваних напів-провідникових приладів. Згладжуючий фільтр служить для перетворення випрямленого пульсуючого струму в струм, близький за формою до постійного струму.

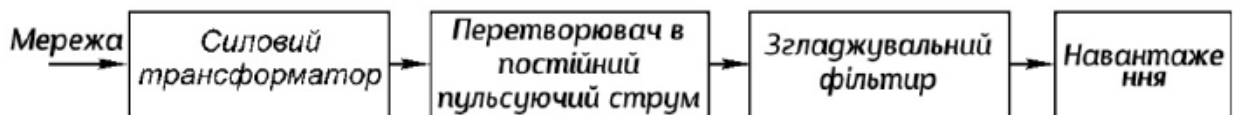


Рис Блок-схема випрямляча

Сучасні випрямлячі розрізняють за типом використовуваних вентилів, схемою їх увімкнення і числом фаз використаної мережі змінної напруги. Випрямлячі поділяють також на некеровані і керовані. Для живлення блоків електронної апаратури, як правило, застосовують випрямлячі малої потужності з живленням від однофазної мережі змінного струму, а для силових пристроїв – від трифазної мережі. У тих випадках, коли необхідно отримати підвищену постійну напругу, застосовують помножувачі напруги. Якщо первинним джерелом живлення є джерело постійної напруги, то постійна напруга з необхідними параметрами виробляє спеціальний перетворювач-інвертор.

## 2. Однонапівперіодний однофазний випрямляч.

Однофазний трансформатор перетворює змінну напругу мережі (рис. а) у змінну напругу  $u_2$  вторинної обмотки трансформатора. За рахунок односторонньої провідності діода Д струм  $i_2$  має місце тільки в позитивні напівперіоди напруги  $u_2$  і, відповідно, має пульсуючу форму (рис. б).

Постійна складова випрямленої напруги на навантаженні  $R_H$  за законом Ома:

$$U_0 = I_0 R_H = 0,318 I_{2m} R_H.$$

Встановимо співвідношення між  $U_0$  і діючим значенням напруги на затискачах вторинної обмотки трансформатора  $u_2$ . Якщо прийняти, що падіння напруги на діод значно менше падіння напруги на навантаженні, то  $U_{2m} = I_{2m} R_H$ . Отже, середнє значення напруги дорівнюватиме 1.5.

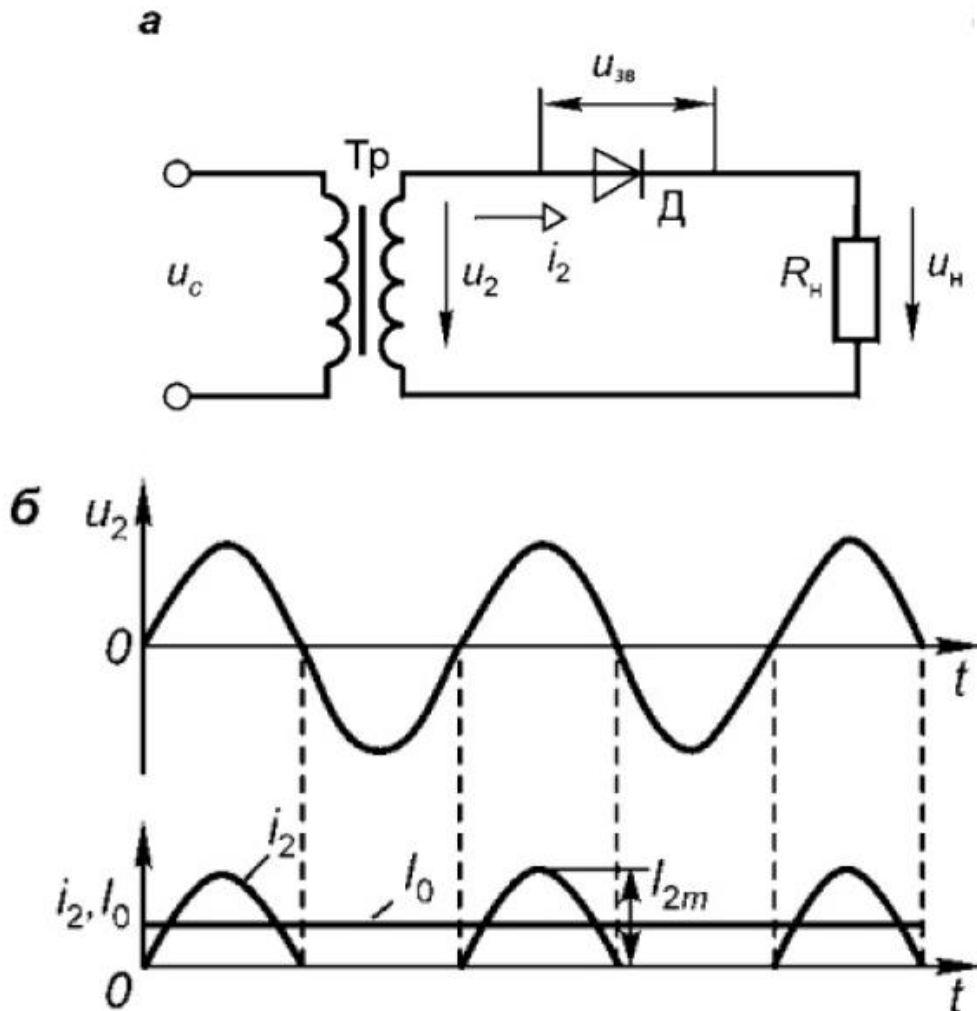


Рис Однонапівперіодний випрямляч

а - схема; б - діаграма роботи;  $i_2$ - випрямлений струм;

$I_0$ - постійна складова струму

$$U_0 = 0,318U_{2m} = \frac{U_{2m}}{\pi}.$$

Оскільки  $U_{2m} = \sqrt{2U_2}$ , отримаємо:

$$U_0 = \frac{\sqrt{2U_2}}{\pi} = 0,45U_2$$

Вихідним параметром для розрахунку випрямлячів є середнє значення напруги  $U_0$ . Підставляючи це значення в (2.6), визначають діюче значення напруги  $U_2$  на вторинній обмотці трансформатора. Далі за відомою напругою мережі  $U_c$  визначають коефіцієнт трансформації силового трансформатора  $k = U_c/U_2$ .

Вибір діода для роботи у схемі рис. а визначають по допустимим значенням напруги, яка прикладається у зворот-ному напрямку  $U_{обр}$ , і значенням струму в навантаженні  $R_n$ . У період негативного напівперіоду напруги  $u_2$  діод Д знаходиться під дією зворотної напруги, максимум якої дорівнює  $U_{2m}$ . Тоді  $U_{обр} = U_{2m} = 3,14 U_0$ .

Виходячи з цього, при виборі діода для роботи у схемі однонапівперіодного випрямляча необхідно орієнтуватися на клас діода по напрузі. Для високовольтних випрямлячів у разі необхідності можна під'єднати послідовно необхідну кількість діодів.

Середнє значення струму випрямляча не повинно пере-вищувати максимально допустимий струм через діод  $I_p$ , тоді  $I_0 < I_p$ . Якщо при цьому немає діода на такий струм, можна під'єднати паралельно необхідну кількість діодів.

Оскільки форма випрямленого струму істотно відрізняється від ідеальної форми постійного струму, то важливим пара-метром, що характеризує роботу випрямляча, є коефіцієнт пульсації напруги:

$$k_n = \frac{U_{2m}}{U_0},$$

де  $U_{1m}$  - амплітуда першої гармоніки змінної напруги на навантаженні випрямляча. Оскільки для однонапівперіодного випрямляча напруга першої гармоніки рівна:

$$U_{1m} = \frac{U_{2m}}{2} = \frac{\pi U_0}{2} = 1,57U_0,$$

то на підставі отримуємо  $kk_p = 1,57$ .

Отримане значення коефіцієнта пульсації свідчить про нестачу односпрямованої однонапівперіодної схеми випрямлення. Крім того, у цій схемі значення постійної складової струму дуже мале:  $I_0 = 0,636I_2$ , оскільки  $I_{2m} = 2I_2$ , де  $I_2$  - діюче значення струму за період. Тому трансформатор явно недовантажений.

### 3. Двоперіодні випрямлячі.

Існує кілька схем однофазних випрямлячів. Найбільш широке застосування одержали двопівперіодні схеми. З них відомі однофазна двоперіодна (див. рис. а) і однофазна мостова (рис. б) схеми під'єднання діодів. Перша схема містить силовий трансформатор з середньою відпайкою на вторинній обмотці і два діоди. Коли в точці а на вторинній обмотці потенціал позитивний, струм має напрямок «діод Д1 - навантаження  $R_n$  - відпайка 0 вторинної обмотки». Якщо потенціал позитивний у точці б вторинної обмотки, струм має напрям «діод Д2 - точка с (катод діода Д1) - навантаження  $R_n$  - відпайка "0" вторинної обмотки».

На рис. а подано залежності напруги вторинної обмотки трансформатора з середньою відпайкою від часу, а на рис. б – зміни струму навантаження, що пояснюють роботу випрямляча. Як впливає з роботи випрямляча, напрямок струму в навантаженні вважається незмінним. Вторинна обмотка трансформатора двофазна, і кожна фаза працює половину періоду. Напруги  $u_{1A}$  і  $u_{2B}$  зрушені по фазі на половину періода (рис. а).

Напруга на навантаженні  $u_n$  в будь-який момент дорівнює одному миттєвому значенню ЕРС фази, працюючої в даний момент (рис.б). Перевагою даної схеми є мале число вентилів (Д1Д2). Недоліком схеми є необхідність виведення середньої точки відпайки вторинної обмотки трансформатора і велика зворотна напруга діода

$$U_{обер} = 2U_{2m} = 3,14U_0.$$

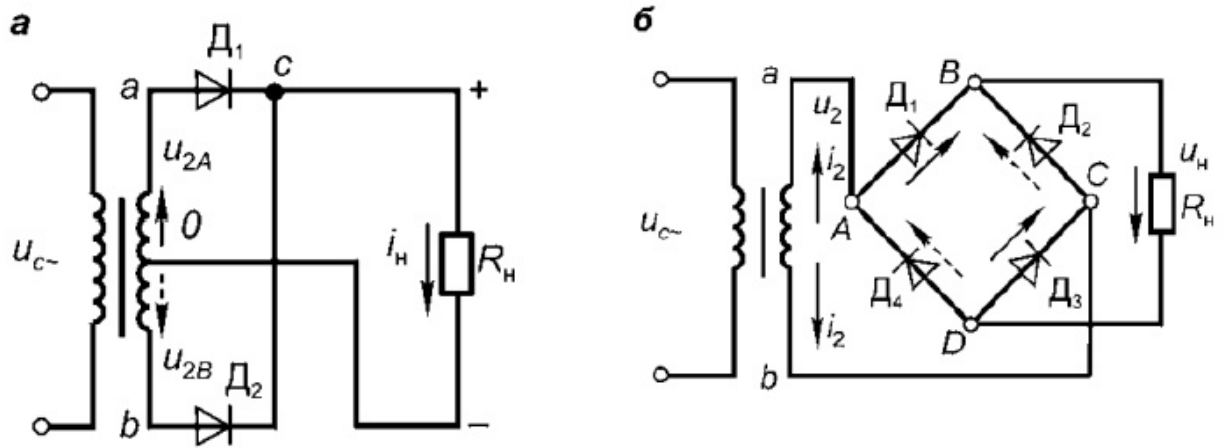


Рис Однофазні схеми випрямлячів:  
а- двонаправлена; б- мостова

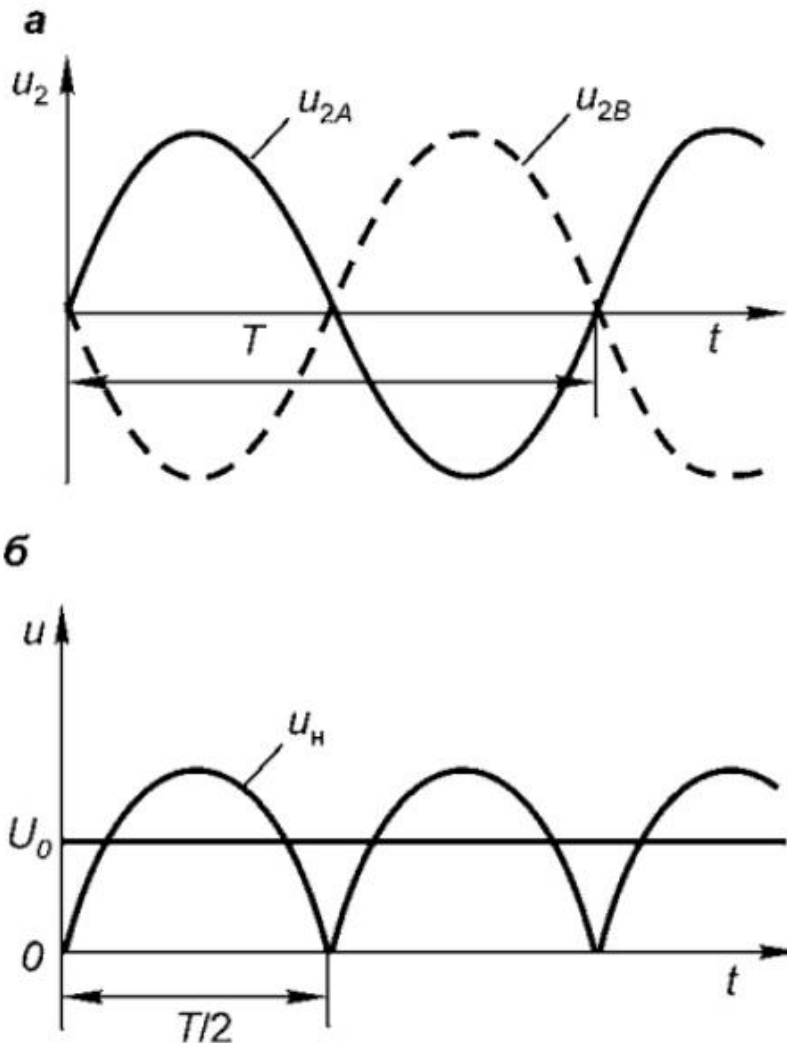


Рис Залежності напружень у двонаправленій схемі випрямлення :  
а – у фазах вторинної обмотки; б – на навантаженні

Найбільш широке застосування отримала мостова схема двонапівперіодного випрямляча (рис. б). Схема містить чотири діоди, до однієї діагоналі моста під'єднується вторинна обмотка силового



трансформатора, а до іншої - навантаження  $R_n$ . При позитивному потенціалі в точці а вторинної обмотки трансформатора струм має напрямок «точка а вторинної обмотки трансформатора – точка А – діод Д1 – точка В – навантаження  $R_n$  – точка D – діод Д3 – точка С – точка b вторинної обмотки трансформатора». При зміні напрямку ЕРС і струму у вторинній обмотці трансформатора струм має напрям «позитивний потенціал в точці b вторинної обмотки трансформатора - точка С – діод Д2 – точка В – навантаження  $R_n$  – точка D - діод Д4 – точка А – точка а вторинної обмотки трансформатора ». Таким чином, струм в навантаженні не змінює напрямку. Криві зміни напруги  $u_n$  та струму  $i_n$  мають такий же вигляд, що і в двонапівперіодній схемі. Аналогічна і амплітуда пульсацій  $U_{2m} = 0,67U_0$ . Але в мостовій схемі немає необхідності у відпайці

середньої точки вторинної обмотки трансформатора. Менше, ніж у схемі на рис. 2.3, а, зворотна напруга:  $U_{обер} = U_{2m} = \sqrt{2}U_2 = 1,57U_0$ .

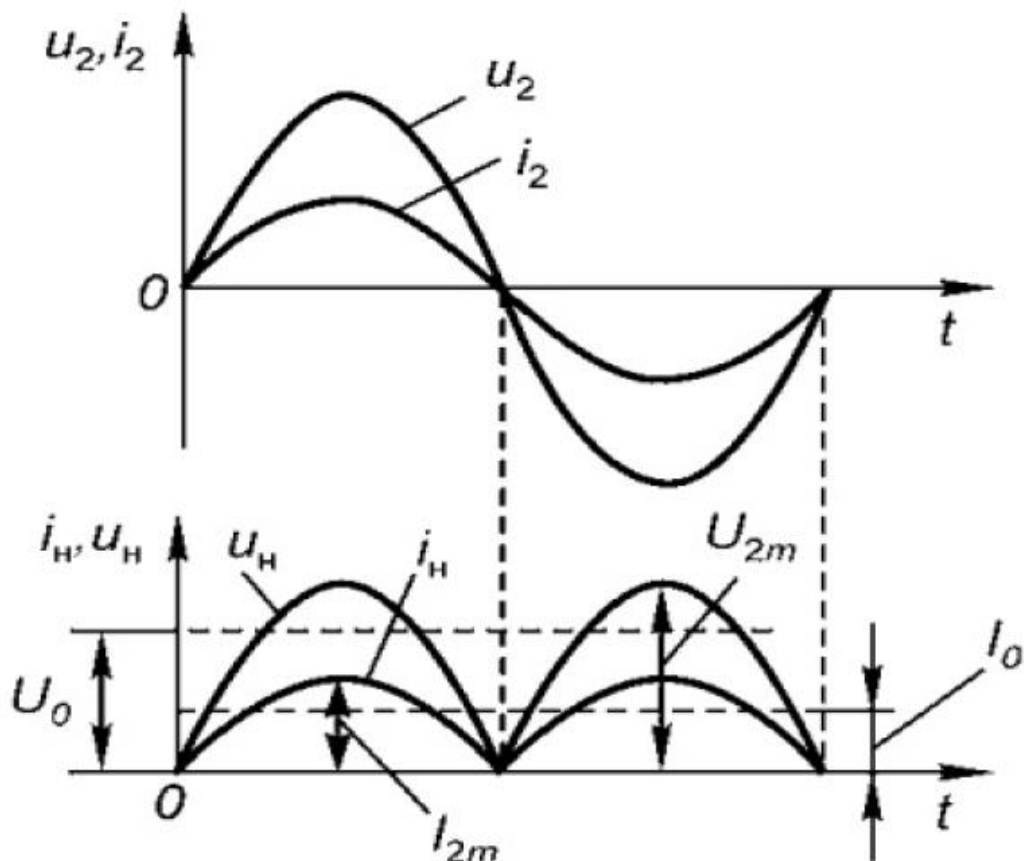


Рис Графіки напруг і струму в мостовій схемі

Постійна складова струму навантаження мостової схеми (рис. б) так само, як і у двоскерованій схемі, визначається, як і у схемі однонапівперіодного випрямляча, середнім значенням струму  $I_0$ , але

складова струму у два рази більше, ніж при однонапівперіодному випрямленні (рис. 5.10):

$$I_0 = \frac{2I_{2m}}{\pi} = 0,636I_{2m}$$

Оскільки у вторинній обмотці трансформатора струм  $i_2$  синусоїдальний, то

$$I_{2m} = \sqrt{2}I_2$$

$$I_0 = 0,9I_2$$

#### 4. Трифазні випрямлячі.

Трифазні випрямлячі застосовують у пристроях великої і середньої потужності. На рис. 2.6а зображена трифазна одно-напрявлена схема випрямлення. Вторинні фазні обмотки трифазного трансформатора з'єднані зіркою. До фаз а', b' і c' вторинної обмотки трансформатора під'єднані діоди Д1, Д2, Д3, катоди яких приєднують до нейтральної точки трансформатора N. Між нейтральною точкою трансформатора N і катодами діодів - точкою 0' під'єднано навантаження  $R_n$ .

Струм у кожному діоді існує тільки тоді, коли потенціал на його аноді вище потенціалу на катоді. Це можливо протягом 1/3 періоду, коли напруга в даній фазі вище напружень у двох інших фазах (рис. 5.11). Так, наприклад, коли  $u_{2a} > u_{2d}$  і  $u_{2a} > u_{2c}$ , діод Д1 відкритий, а діоди Д2 і Д3 замкнені, оскільки потенціали їх катодів вище потенціалів анодів. Під дією напруги  $u_{2a}$  струм замикається через обмотку фази а, діод Д1 і навантаження  $R_n$ . Наступної третину періоду відкритий діод Д2 і т. д. На рис. 5.12 відображено характер зміни напружень фаз, відповідний будь-якому стану діодів. Якщо вважати діоди ідеальними, то напруга на навантаженні дорівнює напрузі фази з відкритим діодом, і, отже, струм у навантаженні змінюється за тим же законом. При цьому струм у навантаженні завжди більше нуля, як це мало місце у схемах одно- і двоперіодних випрямлячів. Таким чином, пульсація струму у трифазному випрямлячі невелика і коефіцієнт пульсації  $k_p=1,25$ , а середнє значення випрямленого струму в навантаженні

$$I_0 = 0,827I_{2m}.$$

У кожному діоді струм існує протягом 1/3 періода, і тому його середнє значення  $I_{cp} = I_0 / 3$ . Випрямлена напруга на навантаженні дорівнюватиме:

$$U_0 = 0,827U_{2m}.$$

Оскільки  $U_{2m} = \sqrt{2}U_2$  де  $U_2$  – діюче значення фазної напруги на вторинній обмотці трансформатора, то  $U_0 = 1,17U_2$ .

Максимальне значення зворотної напруги на кожному діоді визначається амплітудою лінійної напруженості  $U_{обер} = \sqrt{3}U_{2m}$

а оскільки, згідно з  $U_{2m} = 1,21U_0$   $U_{обер} = 2,09U_0$

Недоліком даної схеми є те, що в обмотках кожної фази струм не змінює свого напрямку. При застосуванні тристерж-невої магнітної системи трансформатора розмагнічування ма-гнітопроводу кожної фази відбувається струмом сусідніх фаз, в іншому випадку відбудеться намагнічування осердя транс-форматора, супроводжуване різким збільшенням втрат у транс-форматорі.

На рис. подана трифазна мостова схема випрямляча (трифазна двонапрявлена шестипульсна), відома ще як схема Ларіонова. Застосовується такий випрямляч переважно в потуж-них установках. При ввімкненні первинної обмотки за схемою трикутника фазні струми в первинній обмотці не мають по-стійної складової, що є перевагою при великих споживаних потужностях.

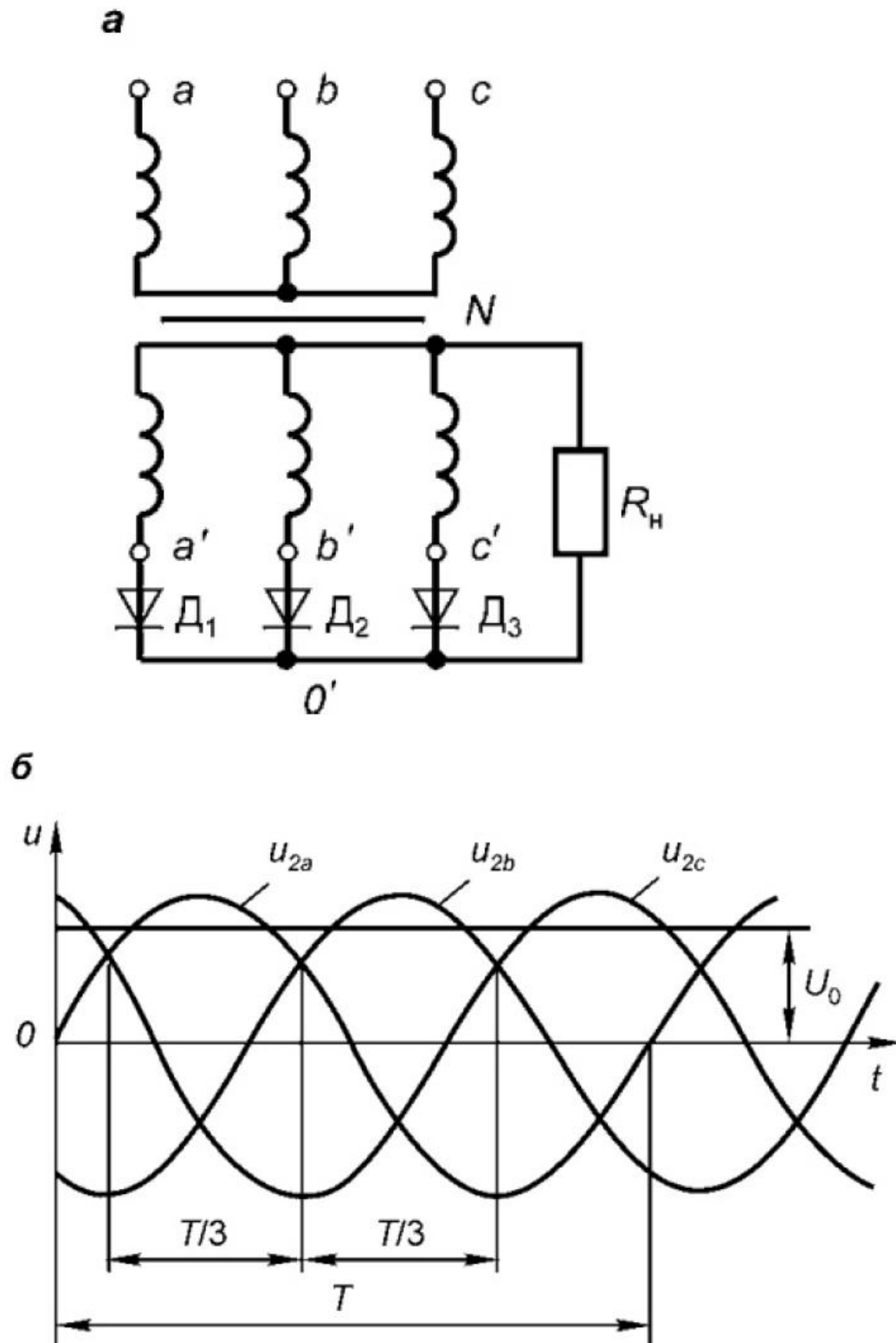


Рис. Трифазний односпрямований трипульсний випрямляч:  
 а – принципова схема; б – фазні напруги вторинної обмотки трансформатора

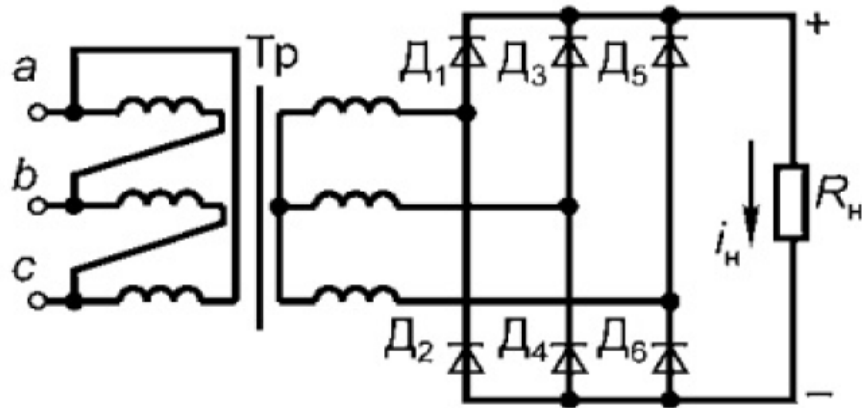


Рис. Трифазний мостовий випрямляч

Діаграми, що пояснюють роботу випрямляча, наведені на рис. За один період фазної напруги  $2\pi$  ( $\omega t$ ) на вторинних обмотках трансформатора укладається 6 провідних ділянок по-слідовних груп тиристорів.

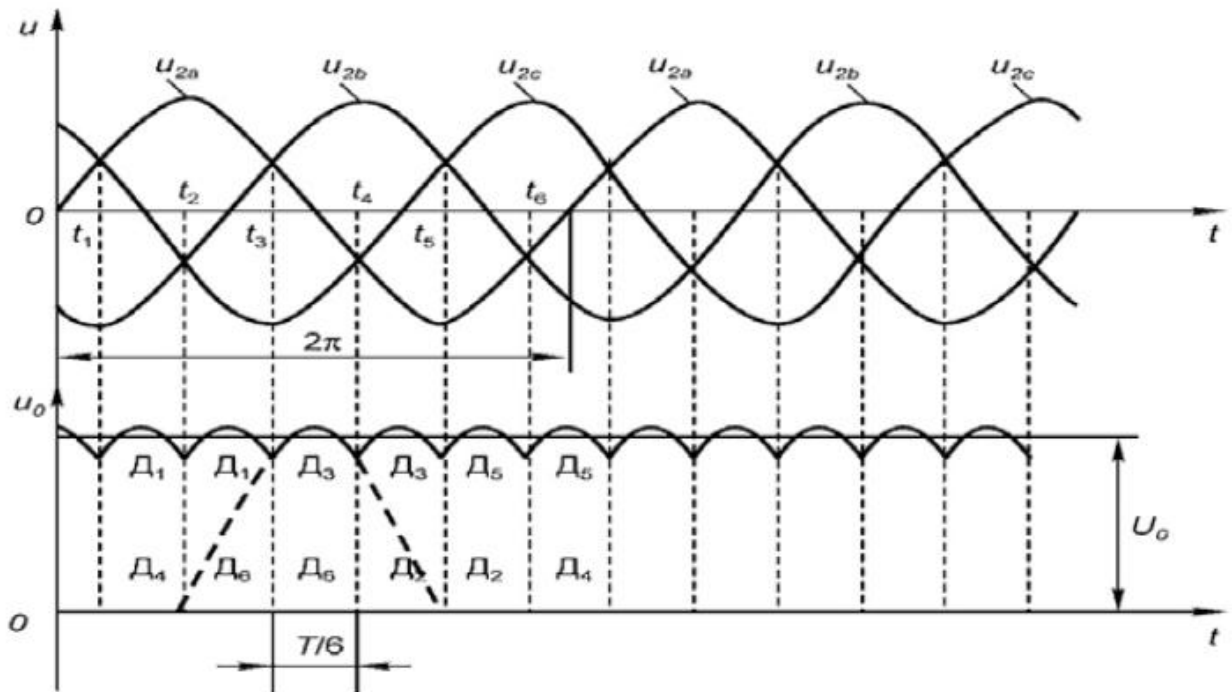


Рис. Діаграма роботи трифазного мостового випрямляча

### 5. Керовані випрямлячі.

Вище були розглянуті схеми випрямлячів, в яких регулювання випрямленої напруги і струму можна здійснювати або в колі змінного струму з міццю автотрансформатора, або в колі випрямленого струму за допомогою потенціометра або реостата. Але ці способи керування мають суттєві недоліки. По-перше, вони володіють низьким ККД через значні втрати в регулювальних пристроях, і, по-друге, в них неможливо застосовувати сучасні схеми автоматичного регулювання.

У даний час широко розповсюдженні випрямлячі з керованими напівпровідниковими пристроями. Керовані випрямлячі виконуються за тими ж схемами, що й некеровані випрямлячі.

Проаналізуємо роботу найпростішого керованого дву-напівперіодного випрямляча (рис. а). Дана схема аналогічна розглянутій раніше (рис. б), тільки два діоди в ній замінені на тиристори  $T_1$  і  $T_2$ .

У випрямлячі момент відкриття тиристорів збігається з початком позитивної напівхвилі напруги  $i_2$ , і струм у навантаженні існує протягом усього цього напівперіоду. Тиристори відкриваються тільки при поданні на них керуючого імпульсу. З рис. б видно, що початок дії керуючого імпульсу  $i_y$  зрушено в часі на  $t_y$  щодо початку періоду напруги  $u_y$  і струм у навантаженні існує протягом часу  $T/2 - t_y$ . Отже, зменшується і середнє значення струму  $I_{0\alpha}$  порівняно з середнім значенням струму при ввімкненні тиристора на початку періоду при  $t = 0$ .

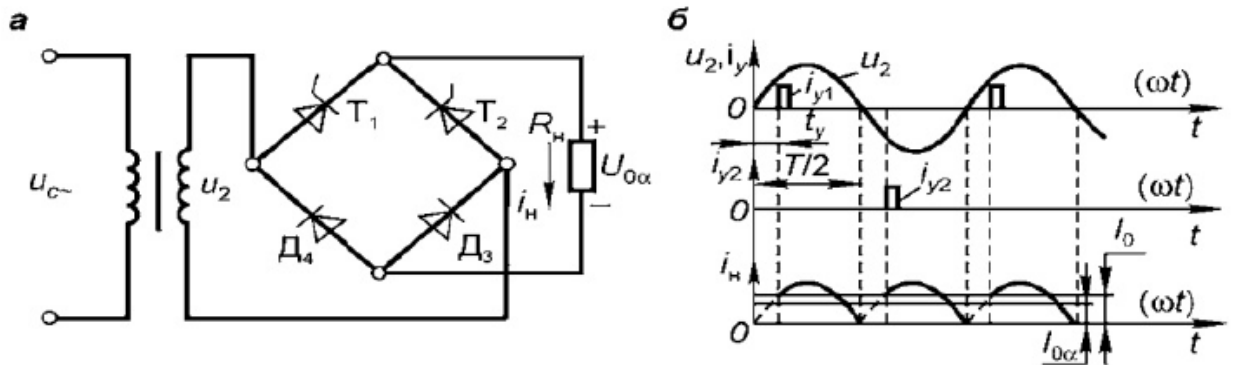


Рис. Керований випрямляч: а - схема; б - діаграма роботи.

Час подання керуючого імпульсу, так званий кут керування  $\alpha$ , встановлює подання на управляючий електрод тиристора позитивної напруги імпульсу. Якщо кут керування дорівнює нулю ( $\alpha = 0$ ), середнє значення напруги на навантаженні  $U_0$  і струму  $I_0$  будуть максимальними (рис. б). При збільшенні кута керування напруга  $U_{0\alpha}$  і струм  $I_{0\alpha}$  будуть зменшуватися (рис. ).

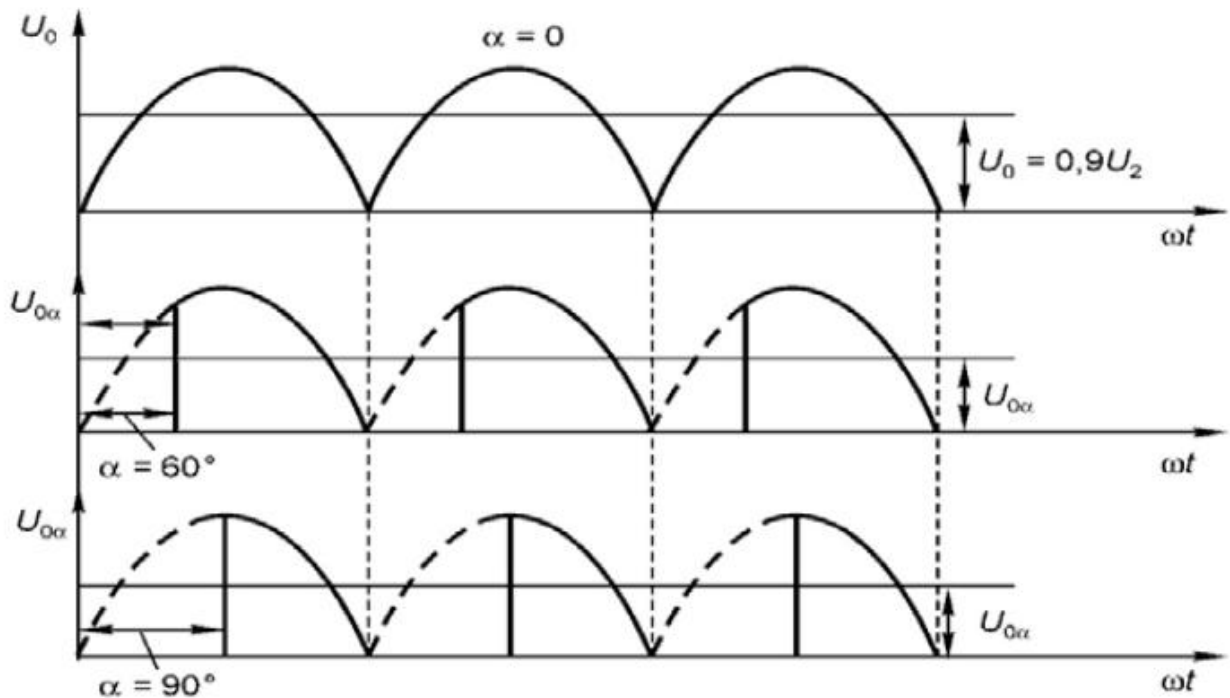


Рис. Діаграма, яка пояснює роботу керованого випрямляча

Коли кут керування досягне максимуму  $\alpha = 180^\circ$ , напруга і струм у навантаженні дорівнюватимуть нулю. Залежність напруги або струму від кута керування називають регульовальною характеристикою керованого випрямляча. Середні випрямлені напруга  $U_{0\alpha}$  і струм  $I_{0\alpha}$  в навантаженні визначають із виразів

$$\left. \begin{aligned} U_{0\alpha} &= \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t dt \\ I_{0\alpha} &= I_0 \frac{1 + \cos \alpha}{2} \end{aligned} \right\}$$

Таким чином, з'являється можливість автоматично регулювати середні значення струму і напруги на навантаженні, змінюючи момент подання керуючого імпульсу. За аналогією з розглянутим вище принципом керування випрямлячів працюють і трифазні випрямлячі. Тиристорні трифазні випрямлячі застосовують для живлення постійним струмом потужних технологічних установок. Однак складність в управлінні тиристорами найчастіше обмежує надійність цих приладів. Більш проста в управлінні трифазна схема з використаних IGBT (рис. ). При конструюванні трифазного мостового керованого випрямляча використовують модулі, в які входять IGBT і зустрічно-паралельно включені діоди, що захищає прилад від зворотної напруги. IGBT працюють попарно, так само, як і вентиля в

аналогічній некерованій схемі випрямляча. Дестабілізуючими факторами в роботі випрямляча є вхідна напруга и опір на-вантаження, які змінюються в процесі роботи приладу. Для автоматичної підтримки постійної напруги на навантаженні при зміні дестабілізуючих факторів у певних межах використовують стабілізатори напруги. Подібні пристрої з використанням ста-білітронів розглядалися раніше. Однак ефективно працюють параметричні або компенсаційні стабілізатори, в яких вико-ристовують біполярні транзистори, які мають нелінійні вольтам-перні характеристики.

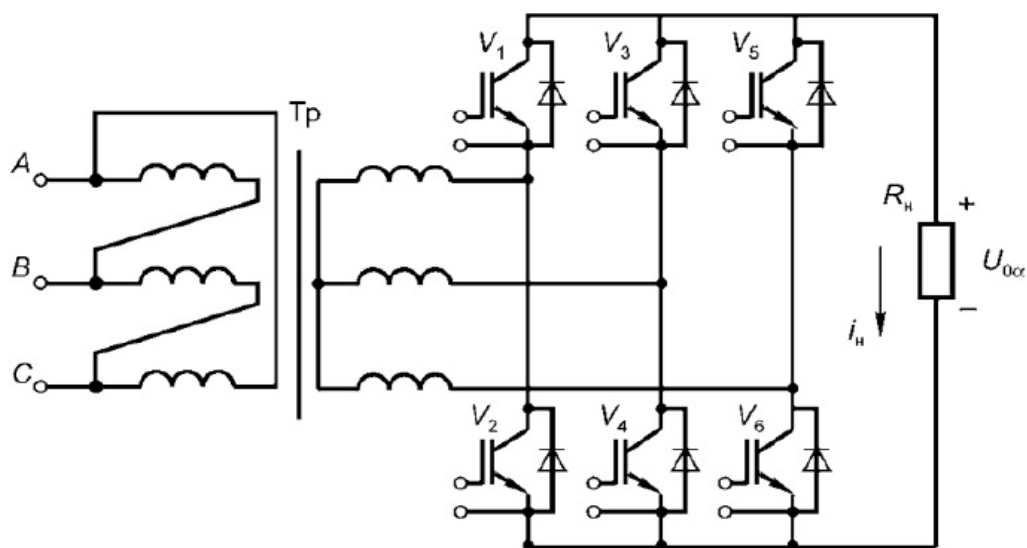


Рис. Керуюча трифазна двонапрявлена шестипульсна схема випрямляча

## 6. Згладжуючі фільтри.

Напруга, що отримується на виході розглянутих вище випрямних схем, є або пульсуючим (трифазний випрямляч), або імпульсним (одно- і двонапівперіодним випрямлячем). Для того, щоб випрямлена напруга мала необхідну (з необхідним ко-ефіцієнтом пульсації) форму, застосовують згладжуючі фільтри. Кількісно робота фільтра характеризується коефіцієнтом зглад-жування пульсацій  $q$ , який показує, у скільки разів зменшується пульсація при проходженні сигналу через даний фільтр:

$$q = \frac{k_{\Pi}}{k'_{\Pi}},$$

де  $k_{\Pi}$  і  $k'_{\Pi}$  – коефіцієнти пульсації сигналу до фільтра і після фільтра.



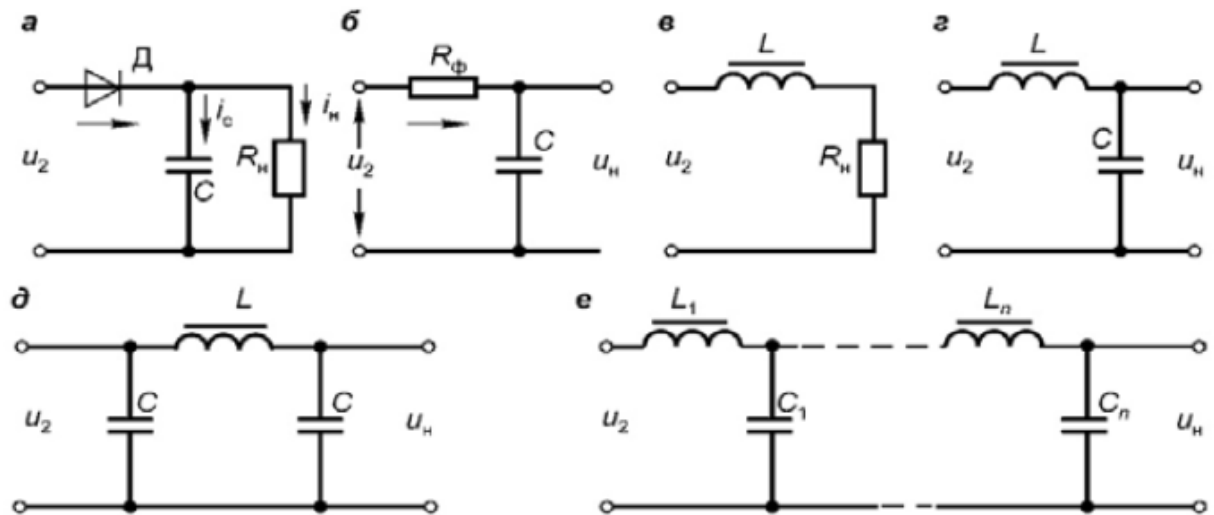


Рис. Схема згладжуючих фільтрів:

- а – ємнісні; б – резисторно-ємнісні; в – індуктивні;  
 г – індуктивно-ємнісні; д – П-подібні;  
 е - багатоканальні індуктивно-ємнісні

Поряд з малим значенням коефіцієнта пульсації у фільтрі не повинно бути значних втрат постійної складової випрямлення напруги. Згладжуючі фільтри поділяють на ємнісні, ре-зисторно-ємнісні, індуктивні і індуктивно-ємнісні (рис. ). Найбільш простим є ємнісний фільтр, який складається з конденсатора  $C_{\Phi}$ , під'єданого паралельно навантаженню (рис. а). Робота фільтра базується на здатності конденсатора швидко заряджатися, запасатись електричною енергією, а потім відносно повільно віддавати її в навантаження.

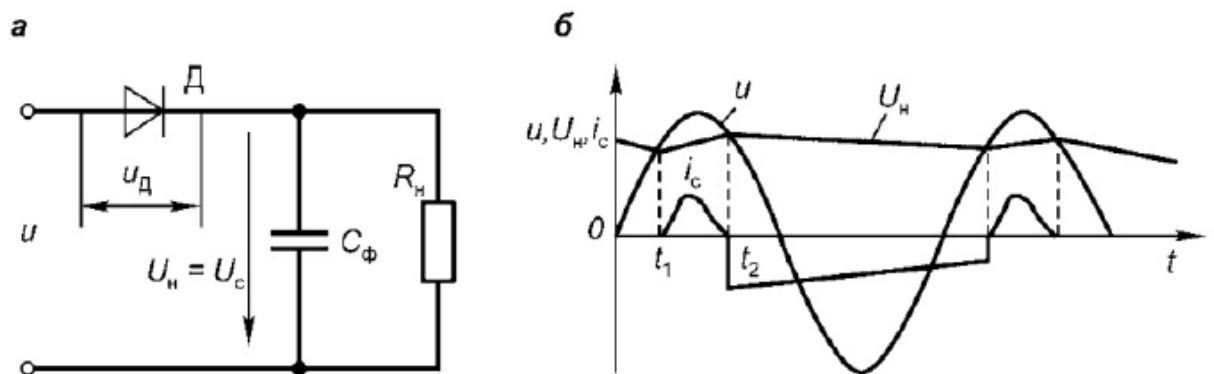


Рис. Ємнісний фільтр

а – схема; б – графіки напруги і струму

## 7. Випрямлячі на МДН-транзисторах.

Випрямлячі, виконані на діодах, мають ККД, що не перевищує 0,85...0,9. У деяких випадках, особливо для живлення схем мікроелектроніки та мікропроцесорів, потрібні більш економічні випрямлячі. У деяких схемах

необхідна випрямлена напруга може становити 1,5...5 В, тоді, використовуючи діоди, в яких падіння напруги досягає 0,8 В, ККД випрямляча буде низьким. Застосування синхронного випрямляча (СВ) на польових МДН-транзисторах із падінням напруги 0,1...0,2 В дозволяє підвищити ККД до 0,96 і більше (рис. ). Часи перемикання МДН-транзисторів вимірюються частками і одиницями нано-секунд, що на один-два порядки перевершує швидкодію бі-полярних транзисторів. Вхідні ємності польових транзисторів більше вихідних, але значно менші, ніж у відповідних бі-полярних транзисторів. Основні вимоги до МДН-транзисторів для застосування у випрямних схемах полягають у наступному:

- 1) прилад повинен бути повністю закритий при нульовому потенціалі затвора або при поданні на затвор закриваючого потенціалу;
- 2) стік і джерело приладу повинні бути взаємозамінні, тобто прилад повинен спиратися у зворотному напрямку так са-мо добре, як і в прямому.

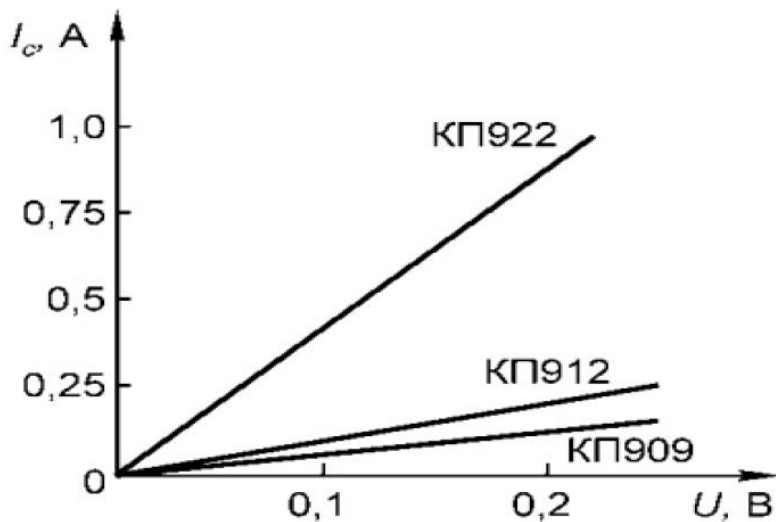


Рис. Вольт-амперні характеристики МДН-транзисторів

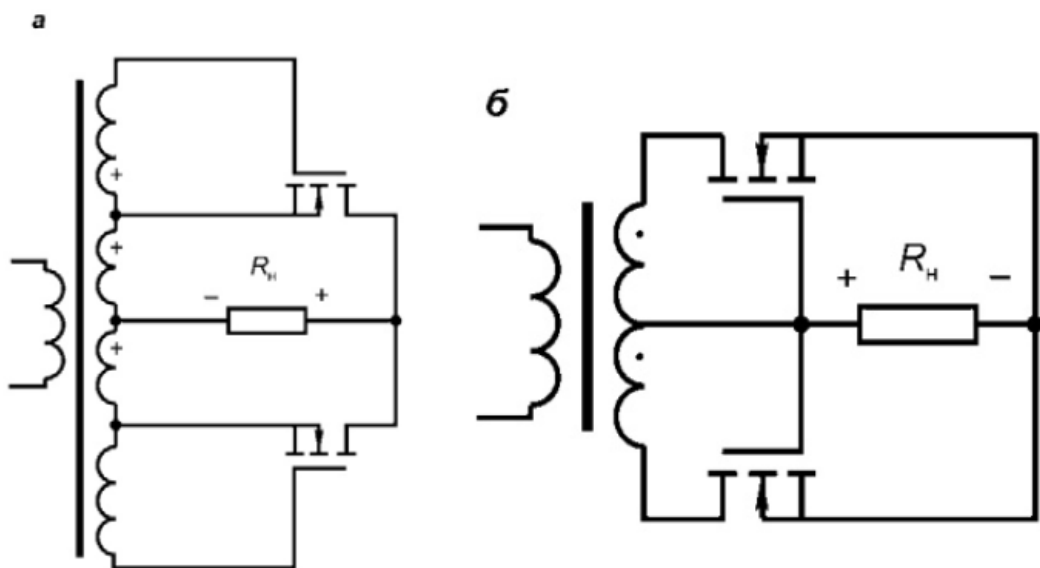


Рис. Випрямлячі на МДН-транзисторах  
а – керування по колу «затвор-стік»;

б – керування по колоу «затвор – витік».

За способом керування схеми СВ з польовими транзисторами поділяються на дві групи:

- 1) з керуванням по колоу «затвор-стік» (рис. а);
- 2) з керуванням по колоу «затвор-витік» (рис. б).

У свою чергу за способом під'єднання транзисторів синхронні випрямлячі бувають прямого і інверсного ввімкнення. Найчастіше використовують схеми інверсного ввімкнення. При роботі випрямлячів на напругу більше 10...15 В використовують транзистори з індукованим каналом, оскільки на затвор подається напруга більше 5 В. Такі схеми мають підвищену похибокостійкість. При використанні вбудованого каналу (рис.) напруга на затворі змінюється від нуля до 5 В.

Контрольні запитання.

1. Загальна структура випрямлячів.
2. Однонапівперіодний однофазний випрямляч.
3. Двоперіодні випрямлячі.
4. Трифазний односпрямований трипульсний випрямляч.
5. Трифазний мостовий випрямляч.
6. Згладжуючі фільтри.
7. Випрямлячі на МДН-транзисторах.