



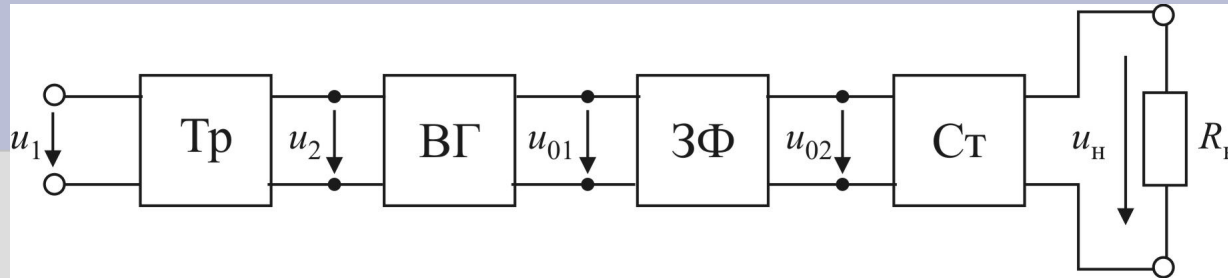
Електроніка

ДЖЕРЕЛА ВТОРИННОГО ЖИВЛЕННЯ

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Випрямлячі

Структурна схема випрямляча



Тр – трансформатор; ВГ – вентиляна група; ЗФ – згладжувальний фільтр; СТ – стабілізатор постійної напруги

Випрямлячі бувають *некеровані* і *керовані*

Основні електричні параметри випрямляча:

- середні значення випрямлених струму і напруги $I_{н\text{ср}}$ $U_{н\text{ср}}$

- потужність навантаження $P_{н\text{ср}} = U_{н\text{ср}} I_{н\text{ср}}$

- амплітуда основної гармоніки випрямленої напруги $U_{осн\text{т}}$

- коефіцієнт пульсації випрямленої напруги $p = U_{осн\text{т}} / U_{н\text{ср}}$

- діючі значення струмів і напруг первинної і вторинної обмоток трансформатора I_1 , U_1 , I_2 , U_2

- типова потужність трансформатора $S_{тр} = 0,5(S_1 + S_2)$, де $S_1 = U_1 I_1$ $S_2 = U_2 I_2$

- коефіцієнт корисної дії $\eta = P_{н\text{ср}} / (P_{н\text{ср}} + P_{тр} + P_{в})$

де $P_{тр}$ – втрати у трансформаторі; $P_{в}$ – втрати у вентилях

Однофазні некеровані випрямлячі

Розрізняють три типи випрямлячів однофазного змінного струму:

- *однопівперіодний,*
- *двопівперіодний з виводом середньої точки вторинної обмотки трансформатора,*
- *двопівперіодний мостовий.*

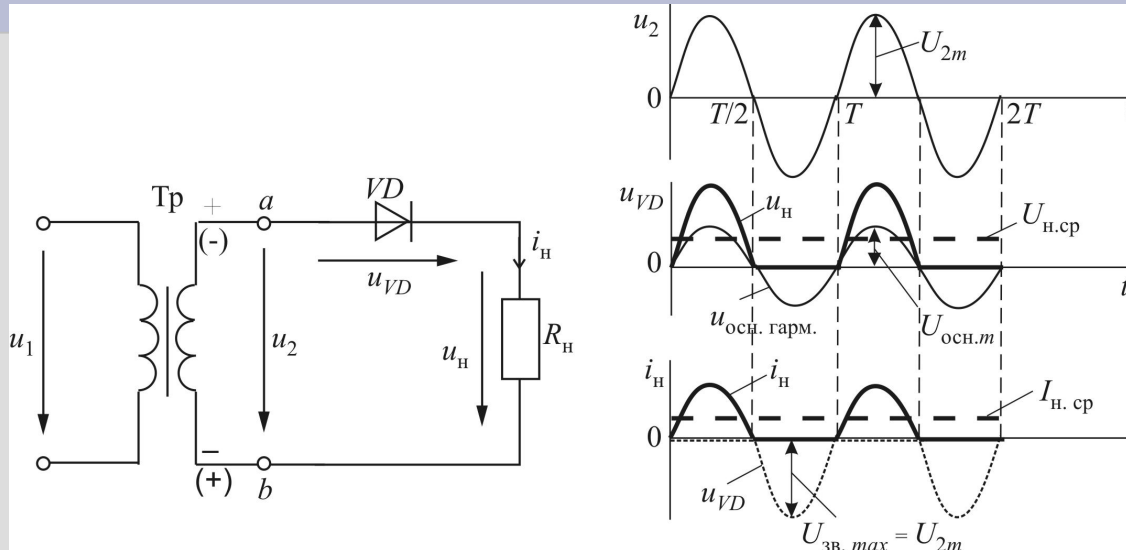
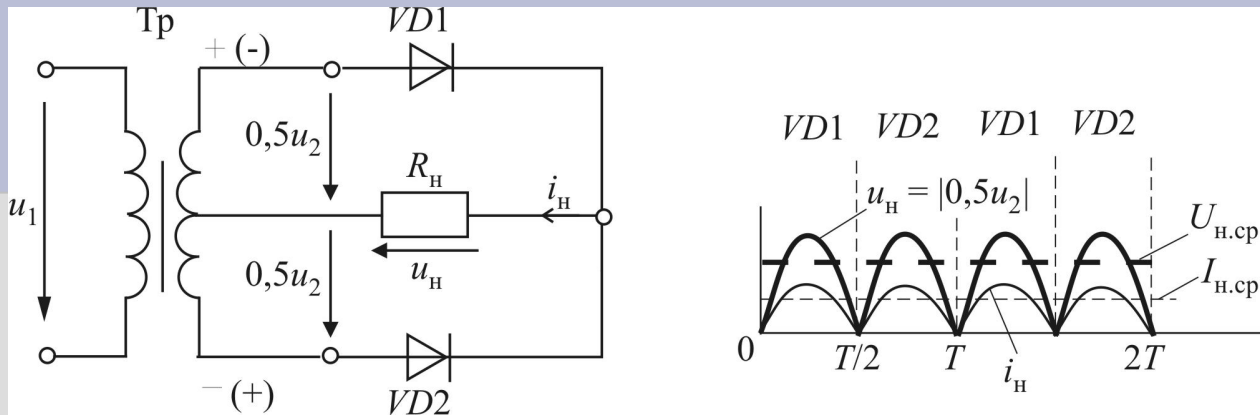


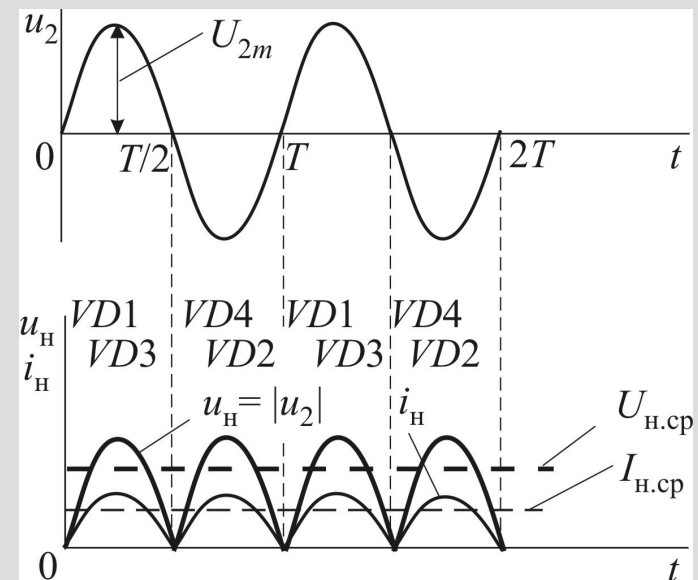
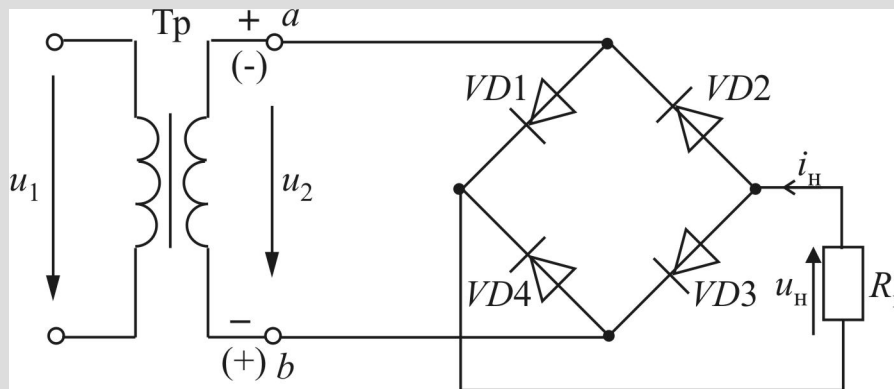
Схема (а), часові діаграми напруг і струмів (б) однопівперіодного однофазного випрямляча

Основна перевага однопівперіодного випрямляча полягає в його простоті. Недоліками його є великий коефіцієнт пульсації p , низьке значення випрямлених струмів і напруг, підмагнічування трансформатора.

Двопівперіодний випрямляч з виводом середньої точки вторинної обмотки трансформатора



Двопівперіодний мостовий випрямляч

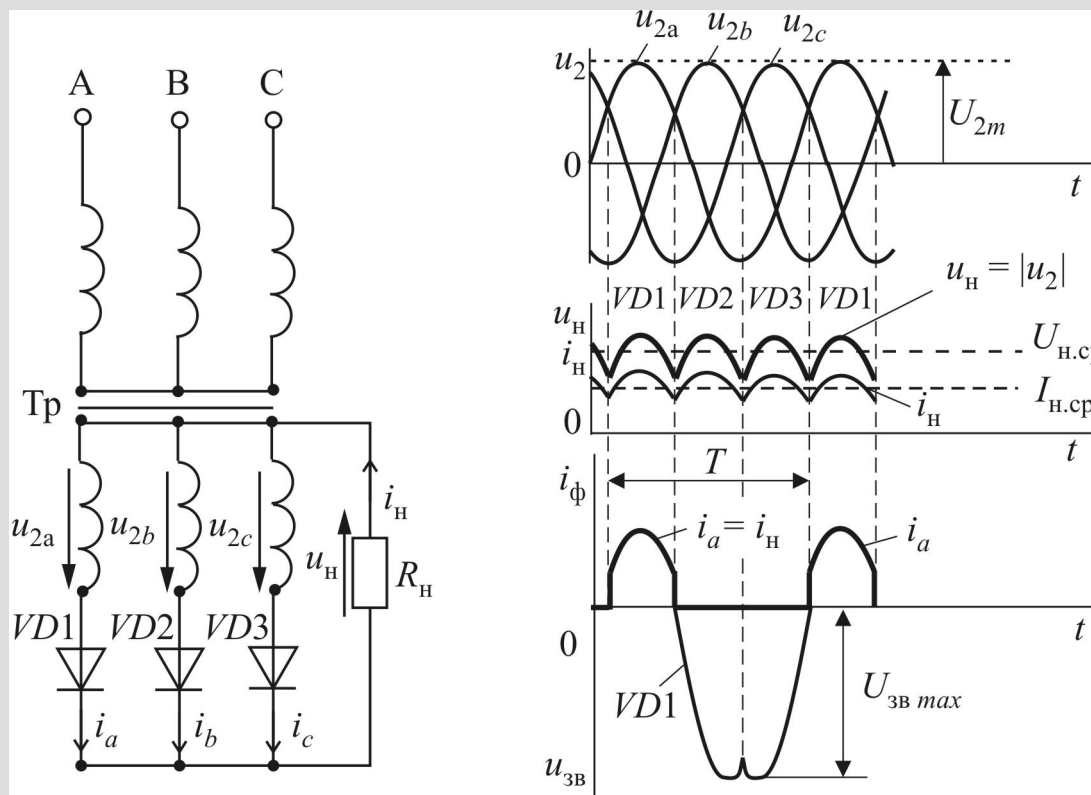


Трифазні некеровані випрямлячі

Трифазні випрямлячі найчастіше працюють на середню і велику потужності.

Розрізняють два основні типи випрямлячів: з нейтральним виводом і мостовий.

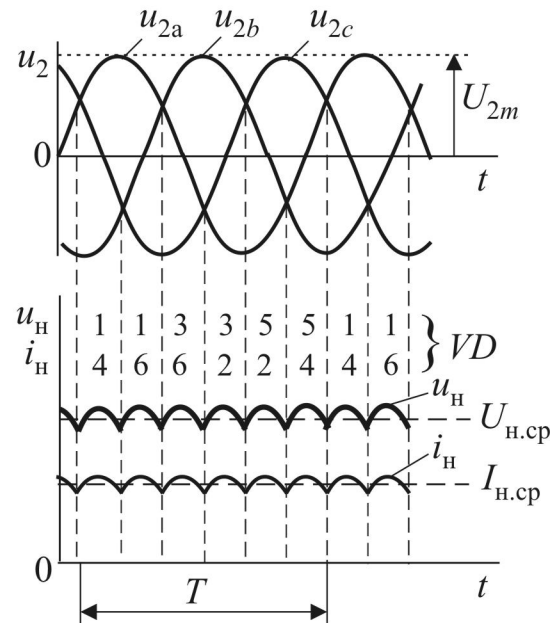
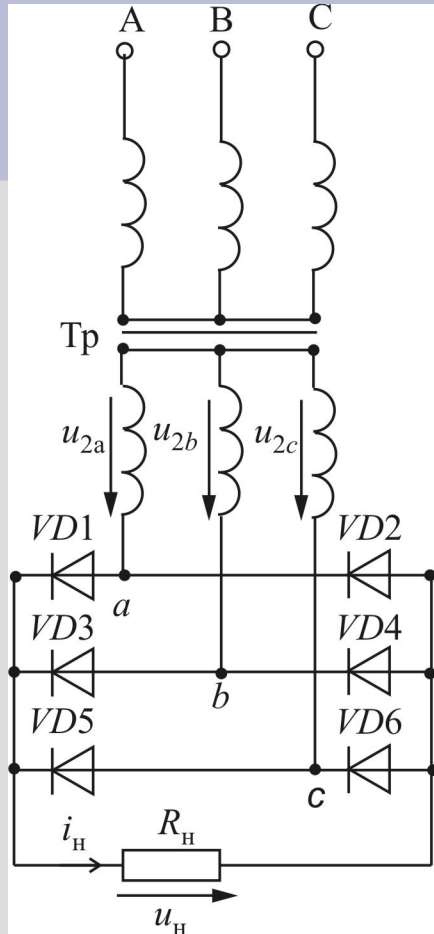
Схема трифазного випрямляча з нейтральним виводом



Він складається з трифазного трансформатора Tr , обмотки якого з'єднані зіркою, трьох діодів $VD1$, $VD2$ і $VD3$ (по одному в кожній фазі вторинної обмотки трансформатора) і навантаження R_H .

Кожну третину періоду один з діодів знаходиться під більшою (порівняно з двома іншими) фазною напругою. Він відкривається, і крізь нього проходить струм i_H на навантаження R_H . До двох інших діодів прикладена зворотна напруга, тому вони є закритими і не пропускають струм.

Трифазний мостовий випрямляч



Діоди $VD1$, $VD3$, $VD5$ складають групу, загальний вузол якої дає плюс на навантаження R_H , а загальний вузол групи діодів $VD2$, $VD4$, $VD6$ – мінус. Струм на навантаженні i_H проходить крізь ті діоди, які у дану мить знаходяться під найбільшими позитивною і негативною напругами, тобто підпадають під найбільший лінійний струм.

Пульсації випрямленої напруги є набагато меншими, а сама напруга є удвічі більшою порівняно з трифазним випрямлячем з нейтральним виводом

Параметри некерованих випрямлячів при роботі на активне навантаження

| Тип випрямляча | $U_{н\text{ ср}}$ | $p = \frac{U_{m0}}{U_{н\text{ ср}}}$ | $U_{зв\text{ max}}$ |
|--|-------------------|--------------------------------------|---------------------|
| <u>Однофазний:</u> | | | |
| однопівперіодний | $0,45U_2$ | 1,57 | U_{2m} |
| двопівперіодний з виводом середньої точки вторинної обмотки трансформатора | $0,45U_2$ | 0,67 | U_{2m} |
| двопівперіодний мостовий | $0,9U_2$ | 0,67 | U_{2m} |
| <u>Трифазний:</u> | | | |
| з нейтральним виводом | $1,17U_2$ | 0,25 | $\sqrt{3} U_{2m}$ |
| мостовий | $2,34U_2$ | 0,057 | $\sqrt{3} U_{2m}$ |

Керовані випрямлячі

Випрямлячі, які об'єднують випрямлення змінного струму з керуванням випрямленою напругою, називають керованими випрямлячами.

В основі керування лежить фазний зсув між анодною напругою на тиристорі і напругою, яка подається на керуючий електрод. Такий зсув фаз називається *кутом керування* і позначається α .

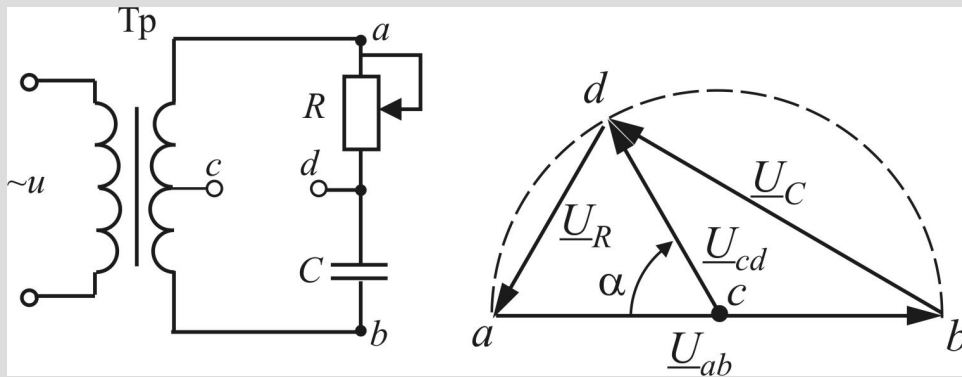
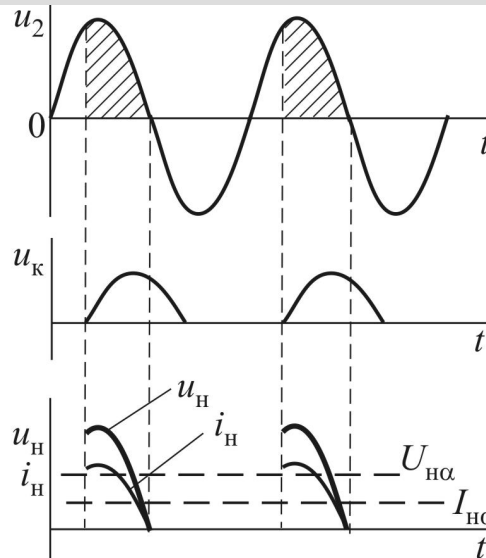
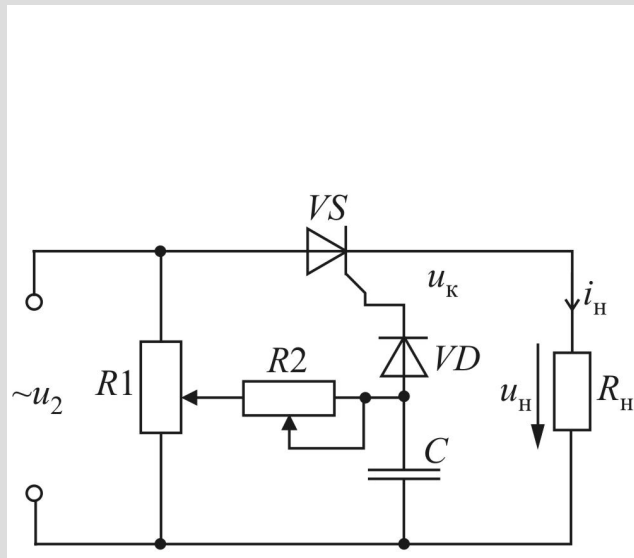


Схема (а) і векторна діаграма (б) фазообертача

Відповідно кут α між напругою U_{cd} , спрямованою на вузол з'єднання активного опору R і ємності C , та базовою напругою U_{ab} може змінюватися від

$$\alpha = 0^\circ \quad (R = 0) \qquad \alpha = 180^\circ \quad (R \rightarrow \infty)$$



Щойно позитивний імпульс потрапляє на керуючий електрод, тиристор відкривається і починає пропускати струм i_H . На навантаженні R_H виникає напруга, середнє значення якої визначає кут α :

$$U_{H\alpha} = U_{H\text{ср}} \frac{1 + \cos\alpha}{2}$$

де $U_{H\text{ср}}$ – середня напруга некерованого однофазного однопівперіодного випрямляча

Згладжувальні фільтри

коефіцієнт згладжування $q = p_{вх} / p_{вих}$ де $p_{вх}$ і $p_{вих}$ – коефіцієнти пульсацій на вході і виході фільтра

Ємнісний фільтр

Ємнісний фільтр включається паралельно навантаженню R_H

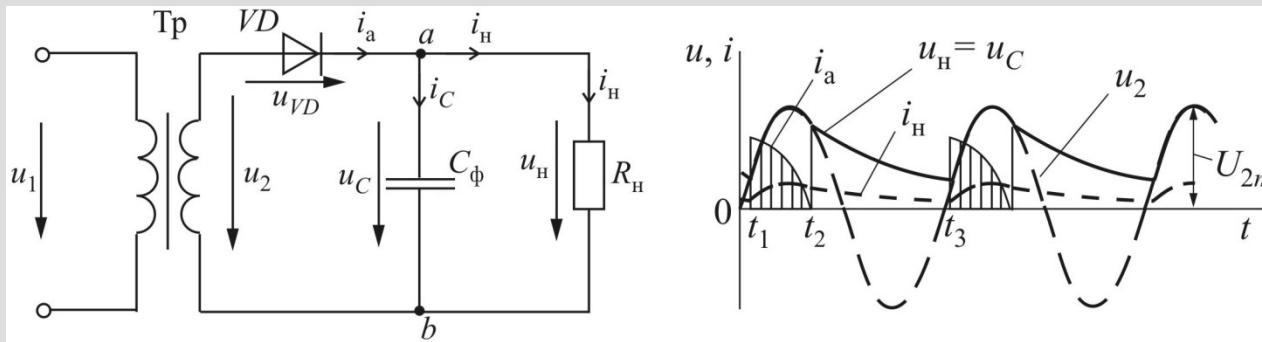


Схема і часові діаграми напруг і струмів однопівперіодного випрямляча з ємнісним фільтром

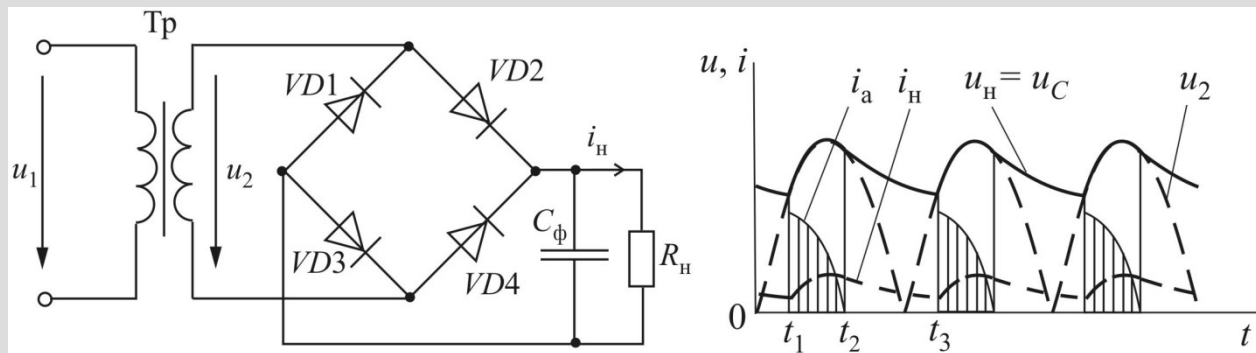
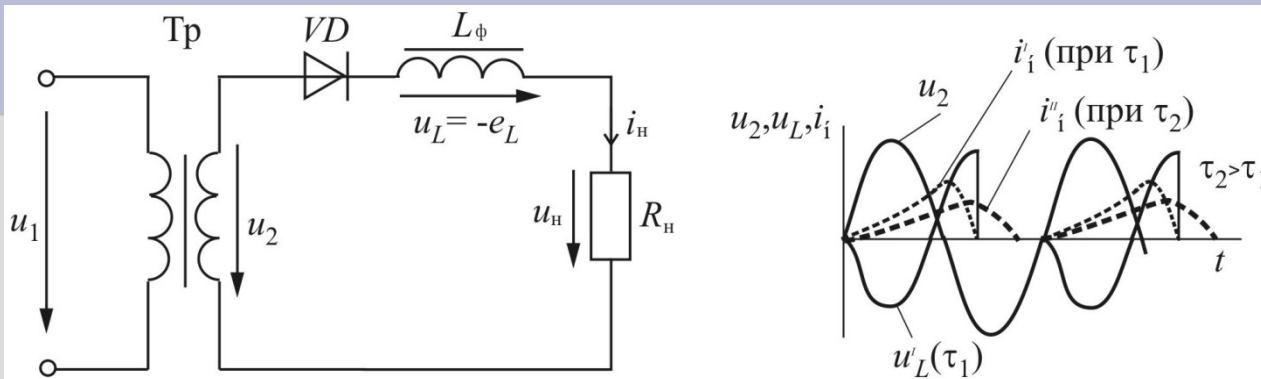


Схема і часові діаграми напруг і струмів мостового випрямляча з ємнісним фільтром

Індуктивний фільтр

Індуктивний фільтр – це дросель L_ϕ , послідовно з'єднаний з навантаженням R_H .

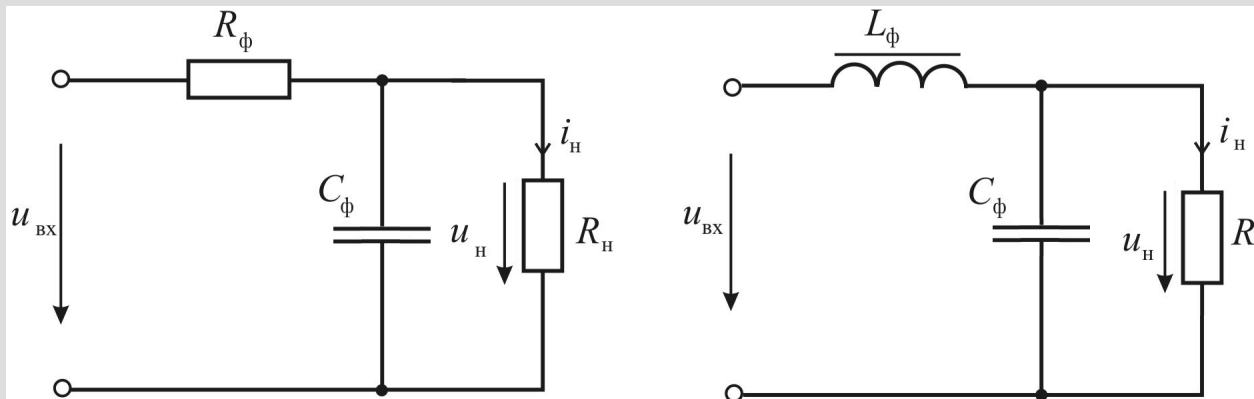


При зміні струму в дроселі виникає ЕРС самоіндукції

$$e_L = -u_L = -L_\phi \frac{di}{dt}$$

яка буде підтримувати струм при його зменшенні, процес проходження струму i_H крізь діод VD та опір R_H не припиняється відразу після зміни полярності напруги на виході трансформатора u_2 .

Схеми Г-подібних RC-фільтра і LC-фільтра



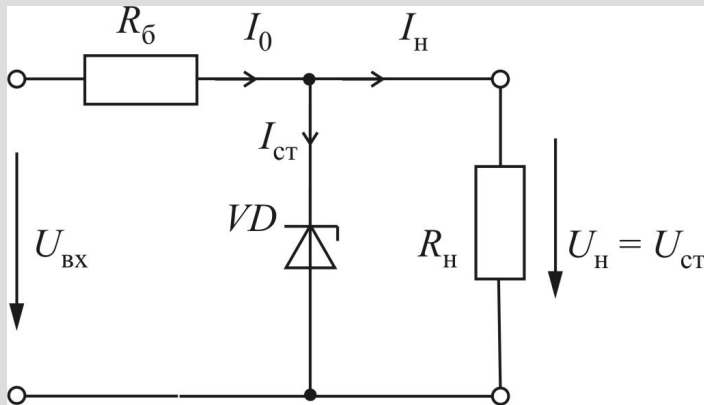
Стабілізатори

Стабілізатором напруги (струму) називається пристрій, який автоматично забезпечує підтримання напруги (струму) на навантаженні з потрібним значенням точності

Коефіцієнт стабілізації за напругою $K_{стU} = \frac{\Delta U_{вх} / U_{вх}}{\Delta U_{н} / U_{н}}$

де $U_{вх}$ – напруга на вході стабілізатора; $U_{н}$ – напруга на навантаженні (на виході стабілізатора).
Чим більше значення коефіцієнта, тим вище рівень стабілізації

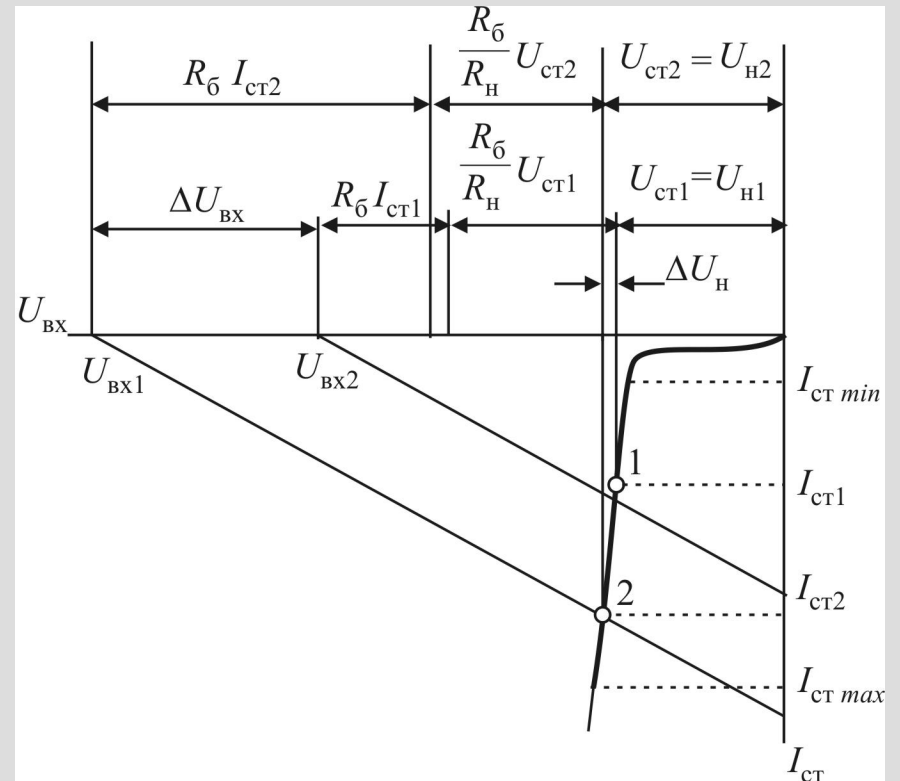
Параметричний стабілізатор напруги



$$U_{вх} = R_б I_0 + U_{ст} \quad I_0 = I_{ст} + I_н \quad I_н = \frac{U_н}{R_н} = \frac{U_{ст}}{R_н}$$

$$U_{вх} = R_б I_{ст} + \frac{R_б}{R_н} U_{ст} + U_{ст}$$

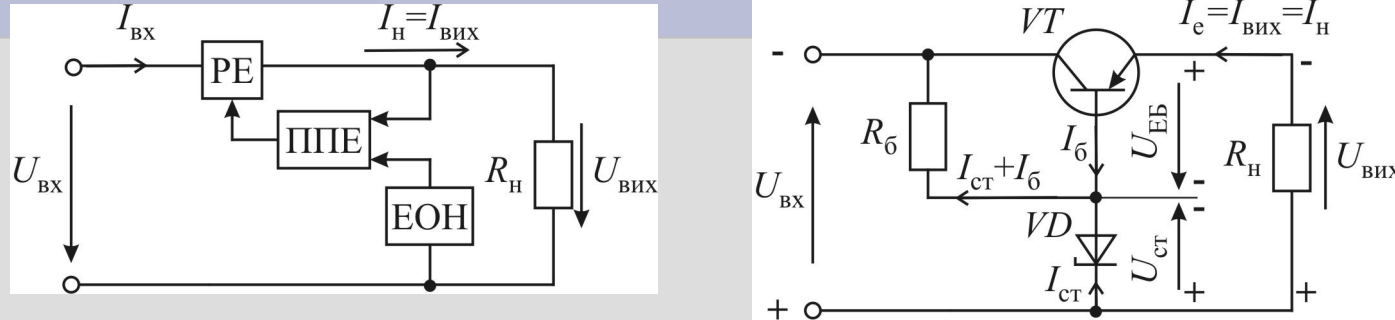
$$I_{ст} = \frac{U_{вх} - \frac{R_б}{R_н} U_{ст} - U_{ст}}{R_б} \quad U_н = U_{ст}$$



Коефіцієнт стабілізації розглянутого параметричного стабілізатора напруги може досягати 30...50

Компенсаційний стабілізатор напруги

У компенсаційних стабілізаторах здійснюється порівняння фактичного та заданого значень вихідного сигналу, і залежно від значення та знаку неузгодження між ними в стабілізаторі автоматично виникає корегувальна дія, спрямована на зменшення цього неузгодження



Структурна (а) і електрична (б) схеми однокаскадного компенсаційного стабілізатора напруги

ЕОН - елемент опорної напруги,
ПШЕ - порівняльний і підсилювальний елемент,
РЕ - регулюючий елемент

Елементом опорної напруги ЕОН, на якому утримується незмінна напруга $U_{СТ}$, є стабілітрон VD , а роль порівняльного, підсилювального ПШЕ і регулюючого РЕ елементів виконує транзистор VT .

$$U_{ЕБ} = U_{СТ} - U_{ВІХ} \quad U_{Н} = U_{ВІХ}$$

Якщо внаслідок зміни напруги на вході $U_{ВХ}$ почне змінюватися струм $I_{ВІХ} = I_{Н}$ і, відповідно, напруга на виході $U_{ВІХ} = U_{Н} = R_{Н} I_{Н}$ то це обов'язково приведе до зміни порівняльної напруги $U_{ЕБ}$, тому що напруга на стабілітроні $U_{СТ}$ залишиться постійною.

Коефіцієнт стабілізації, який може досягати 1000 і вище

Інвертори

Інверторами називаються перетворювачі постійної напруги на змінну.

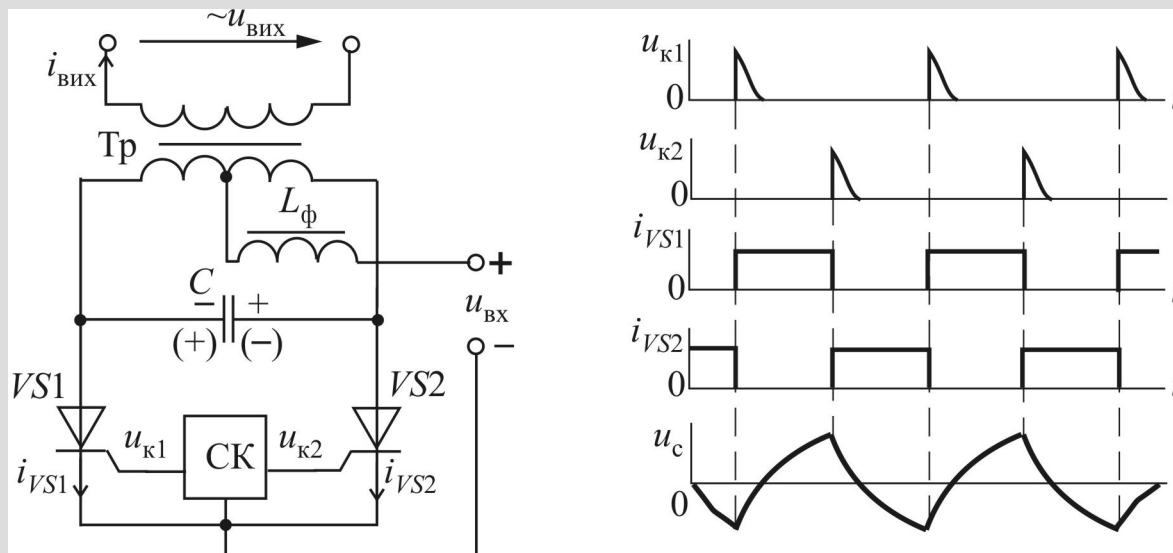
За видом задіяних у них комутаційних приладів розрізняють тиристорні і транзисторні інвертори.

За принципом комутації – інвертори, ведені мережею й автономні.

Залежно від того, який вихідний параметр є основним, перетворювачі поділяються на інвертори струму та інвертори напруги.

Автономні інвертори

Автономні інвертори працюють на автономне навантаження і не зв'язані з мережею змінного струму. Тому вони можуть перетворювати постійний струм на змінний струм будь-якої частоти.



Послідовно відкриваючи тиристори $VS1$ і $VS2$, можна утворювати змінну напругу на конденсаторі C , яка через трансформатор Tr передається на вихід

Помножувачі напруги

Помножувачі напруги дозволяють у скільки завгодно разів збільшувати вихідну напругу щодо вхідної, одночасно перетворюючи її зі змінної на постійну

Схема паралельного подвоювача напруги

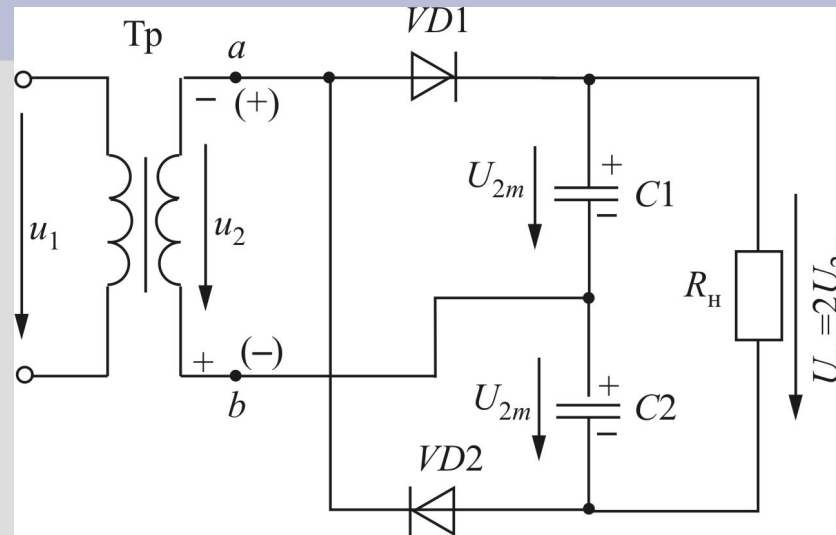
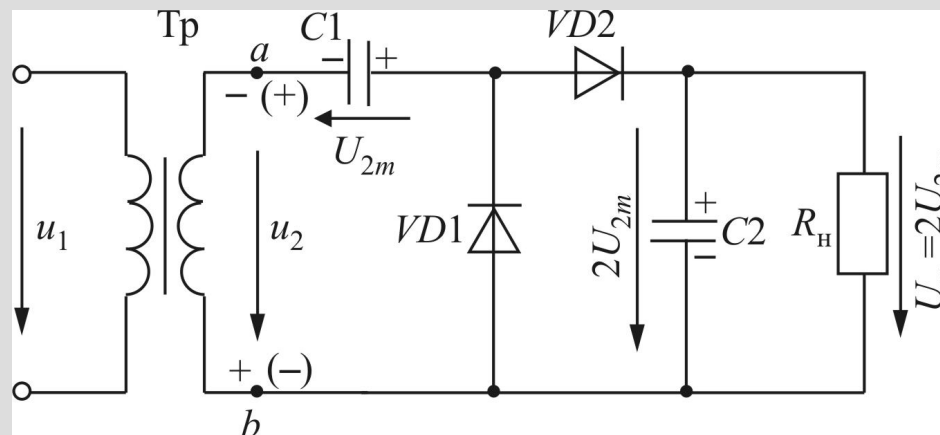


Схема послідовного подвоювача напруги



Thanks for your attention