Згладжувальні фільтри: класифікація, схемотехніка

Згладжувальні фільтри. Згладжувальчі фільтри призначені для зменшення пульсацій випрямленої напруги. Основним параметром згладжувальних фільтрів є коефіцієнт згладжування, який дорівнює відношенню коефіцієнта пульсацій на вході фільтру $K_{ПВХ}$ до коефіцієнта пульсацій на його виході, тобто

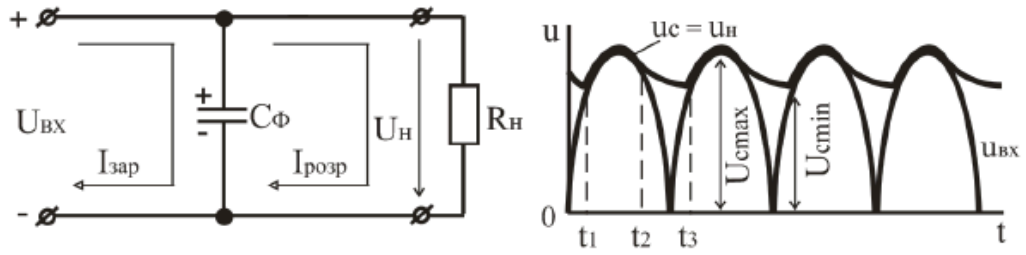
$$q = \frac{K_{ПВХ}}{K_{ПВИХ}}.$$

Згладжувальні фільтри виконують на основі реактивних елементів – дроселів та конденсаторів, які чинять відповідно великий і малий опори змінному струму і, навпаки – для постійного струму. Вказані властивості цих елементів використовують при побудові простих згладжуючих фільтрів: ємнісного та індуктивного.

За видом реактивних елементів розрізняють ємнісні, індуктивні та змішані фільтри. Змішані згладжуючі фільтри залежно від способу з'єднання елементів, що входять до його складу, підрозділяють на Г і П - подібні. Ці фільтри можуть бути одноланковими, дволанковими і багатоланковими. Окрім пасивних фільтрів на елементах C, L, R застосовують електронні (активні) згладжувальні фільтри на

транзисторах. Використання транзисторів засноване на тому, що їх опір постійному струму (статичний опір) на 2 – 3 порядки менше опору змінному струму (динамічний опір).

Ємнісний фільтр $C_Ф$ вмикають паралельно резистору навантаження $R_Н$ (рисунок 3.40, а). Протягом інтервалу часу $t_1 - t_2$ конденсатор $C_Ф$ заряджається через відкриті діоди до амплітудного значення напруги $u_{ВХ}$, оскільки в цьому інтервалі часу $u_{ВХ} > u_C$. В інтервалі часу $t_2 - t_3$ напруга $u_C > u_{ВХ}$ і конденсатор розряджається через резистор навантаження $R_Н$ з постійною часу $\tau = C_Ф R_Н$. При цьому напруга $u_C = u_Н$ знижується до деякого найменшого значення U_{Cmin}. Починаючи з моменту часу t_3 напруга u_C на конденсаторі стає менше напруги $u_{ВХ}$. Конденсатор $C_Ф$ починає заряджатися через відкриті діоди і процеси повторюються. Як показують часові діаграми (рисунок 3.40, б), при увімкненні ємнісного фільтру напруга $u_Н$ не зменшується до нуля, а пульсує в деяких межах, збільшуючи середнє значення випрямленої напруги.



а) б)

Рисунок 3.40. Схема ємнісного фільтру та часові діаграми напруги однофазного двонапівперіодного випрямляча з ємнісним фільтром: а – схема; б – часові діаграми напруги.

Ємкість конденсатора $C_Ф$ вибирають такої величини, щоб для основної гармоніки випрямленої напруги опір конденсатора був на багато менший $R_Н$, тобто

$$\frac{1}{2\pi f C_Ф} << R_Н \text{ або } C_Ф >> \frac{1}{2\pi f R_Н}.$$

При такому виборі величини ємності конденсатора постійна часу розряду $\tau_{розр}$ значно більше періоду зміни випрямленої напруги:

$$\tau_{розр} = C_Ф R_Н >> \frac{1}{2\pi f} = T ,$$

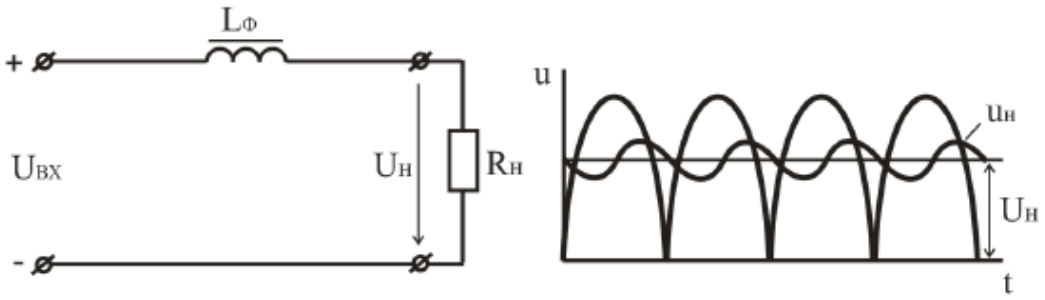
і конденсатор $C_Ф$ розряджається порівняно повільно, тобто напруга на ньому зменшується неістотно. Це приводить до збільшення середнього значення напруги на резисторі навантаження $U_{Н\ СЕР}$ в порівнянні з величиною $U_{Н\ СЕР}$ у відсутності фільтру і зменшенню змінної складової, а отже, до зниження коефіцієнта пульсацій КП.

Ємнісний фільтр доцільно застосовувати при високоомному резисторі навантаження $R_Н$ при потужності $P_Н$ не більше декількох десятків ватт.

Індуктивний фільтр вмикають послідовно з резистором $R_Н$ (рисунок 3.41, а). Необхідною умовою, що забезпечує згладжуючу дію індуктивного фільтру, є умова:

$$2\pi f L_Ф >> R_Н .$$

Індуктивні фільтри зазвичай застосовують при великих струмах навантаження і малих опорах резистора навантаження $R_Н$.



а) б)

Рисунок 3.41 – Схема індуктивного фільтру та часові діаграми напруги однофазного двонапівперіодного випрямляча з індуктивним фільтром: а – схема; б – часові діаграми напруги.

Для підвищення коефіцієнта згладжування використовують Г - подібні LC, RC – фільтри, багатоланкові П - подібні фільтри та електронні згладжувальні фільтри на транзисторах.

Контрольні запитання

10. Поясніть, що таке згладжуючий фільтр? Для чого використовуються згладжуючі фільтри і на чому ґрунтується їх дія?
11. Назвіть різновиди згладжуючих фільтрів.
12. Поясніть, в яких випадках застосовують переважно ємнісні або індуктивні фільтри.
13. Поясніть, що таке багатоланковий фільтр?