

Сглаживающие фильтры

Общие сведения и характеристики сглаживающих фильтров

Для питания постоянным напряжением большинства эл. устройств, коэффициент пульсации не должен превышать 0,1. Схемы выпрямителей не могут обеспечить такого значения коэффициента пульсации между выходом выпрямителя и нагрузкой обычно предусматриваются сглаживающие фильтры; эффективность использования сглаживающего фильтра оценивается коэффициентом сглаживания.

K_c равно отношению коэффициента пульсации на выходе выпрямителя K_n и коэффициента пульсации на нагрузке (K_{nH}).

$$K_c = K_n / K_{nH}$$

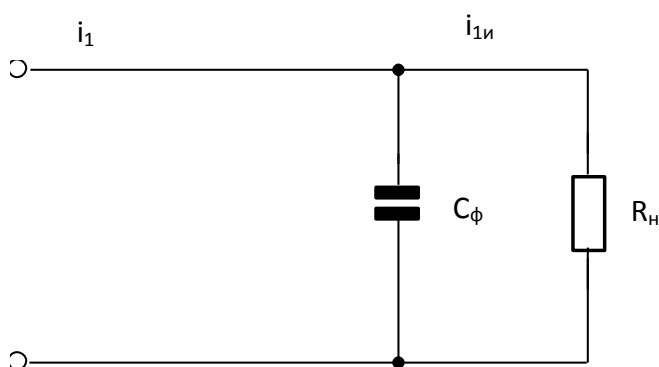
$$K_{nH} = U_{1H} / U_{0H}$$

Где U_{0H} – постоянная составляющая напряжения после фильтра (на нагрузке).

U_{1H} – амплитуда основной гармоники после фильтра (на нагрузке).

Емкостный фильтр

Емкостный фильтр представляет собой конденсатор, включенный параллельно нагрузке.



Емкостный фильтр целесообразно применять при больших сопротивлениях нагрузки, в этом случае заданный коэффициент можно получить при малых значениях C_ϕ . Для переменной составляющей выпрямительного тока, конденсатор C_ϕ представляет малое сопротивление, а для постоянной – большое, поэтому при выполнении условия

$$X_{C\phi} = 1/\omega C_\phi \ll R_n$$

Частота основной (первой) гармоники переменная составляющая шунтируется, конденсируется конденсатором C_ϕ , а постоянная составляющая без потерь проходит в нагрузку, т.е.

$$U_{0H} \approx U_0$$

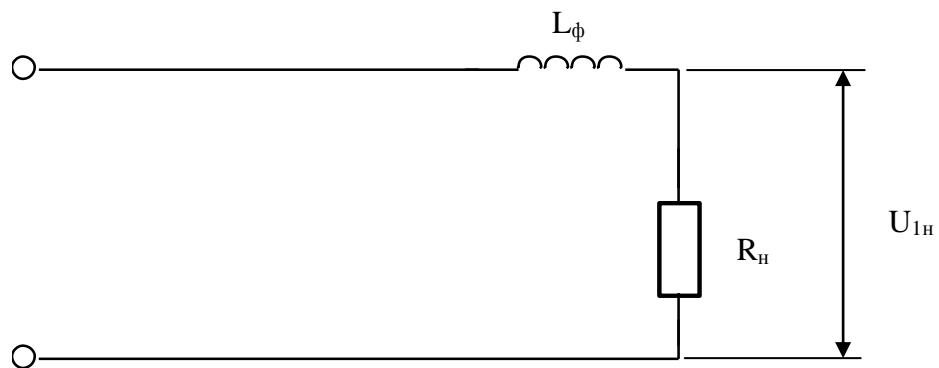
Коэффициент сглаживания емкостного фильтра

$$K_c \approx \omega_1 R_n C_\phi$$

Отсюда можно найти величину емкости конденсатора, необходимой для обеспечения заданной величины сглаживания

$$C_\phi = K_c / \omega_1 R_n$$

Индуктивный фильтр



Индуктивный фильтр включается последовательно нагрузке. Для переменной составляющей выпрямленного тока, дроссель L_ϕ представляет большое сопротивление. Постоянная же составляющая тока без потерь проходит через L_ϕ в нагрузку R_H , т.е.

$$U_0 \approx U_{0H}$$

Индуктивный фильтр нецелесообразно применять при малых сопротивлениях нагрузки, при этом заданный коэффициент сглаживания можно получить при малых значениях L_ϕ . Чтобы исключить падение напряжения в нагрузке от переменной составляющей выходного тока необходимо выполнить условие

$$X_{L\phi} = \omega_1 L \gg R_H$$

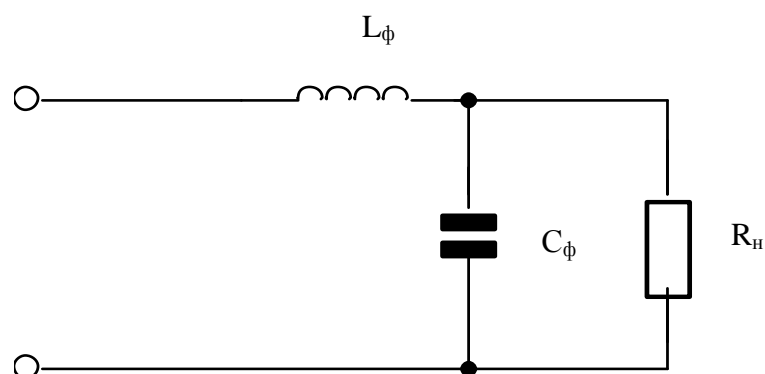
Если это условие выполняется, то коэффициент сглаживания индуктивного фильтра можно определить из следующего выражения

$$K_s = \omega_1 L_\phi / R_H$$

Отсюда можно определить индуктивность L_ϕ , необходимую для обеспечения заданного коэффициента сглаживания.

$$L_\phi = R_H / \omega_1$$

Г-образный LC-фильтр



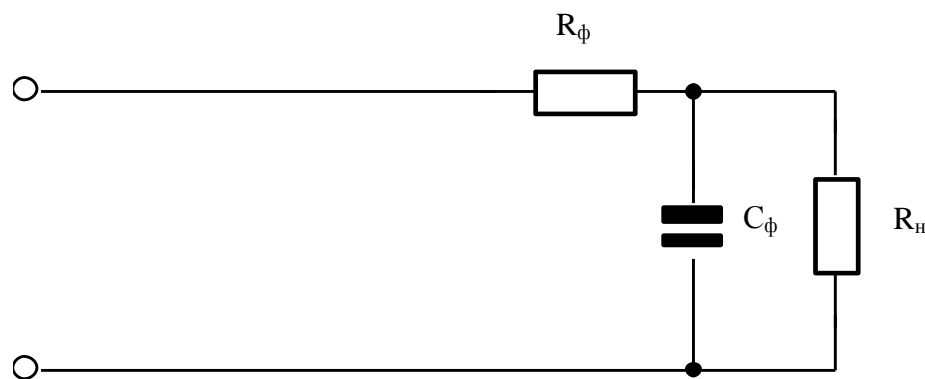
Представляет собой сочетание индуктивности L_{ϕ} включенной последовательно с нагрузкой, и емкости C_{ϕ} , включенной к нагрузке; Г-образный LC-фильтр удобно применять при больших токах нагрузки, т.к. потеря мощности в дросселе – незначительна. Коэффициент сглаживания фильтра равен

$$K_c = \omega_1^2 L_{\phi} C_{\phi} - 1$$

Отсюда можно определить значение коэффициента

$$L_{\phi} C_{\phi} = (K_c + 1) / \omega_1^2$$

Г-образный RC-фильтр



При малых значениях выпрямленного тока применяется Г-образный RC-фильтр.

$$I_n \leq 5 \text{ mA}$$

Достоинствами является: небольшие габариты, вес, стоимость.

Недостатки: большие потери мощности, падение напряжения на резисторе R_{ϕ} .

Для обеспечения допустимых потерь мощности, сопротивление резистора R_{ϕ} , обычно выбирают в пределах $0,2-0,4 R_n$. Коэффициент сглаживания определяется формулой:

$$K_c = \omega_1 R_{\phi} C_{\phi} * R_n / (R_n + R_{\phi})$$

Многозвенные сглаживающие фильтры

Представляют собой последовательное включение отдельных фильтров (звеньев).

Применяются для подключения больших значений коэффициента сглаживания.

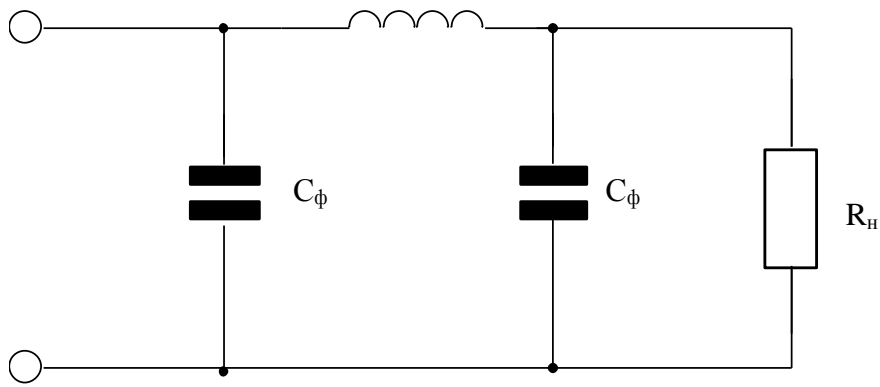
Коэффициент сглаживания многозвенного фильтра определяется произведением коэффициента сглаживания

$$K_{\text{смф}} = K_{c1} * K_{c2} * \dots * K_{cn}$$

отдельных фильтров.

Где n – число отдельных фильтров.

Например П-фильтр, представляет собой последовательность включенного емкостного и г-образного LC-фильтра.



$$K_{сп} = K_{се} * K_{сг}$$

Где $K_{се}$ и $K_{сг}$ – коэффициенты сглаживания емкостного и Г-образного LC-фильтра.

Максимальное значение $K_{с}$ П-фильтра получается при $C_{φ1} = C_{φ2}$.

Существуют резонансные фильтры и активные.