

костного и индуктивного) от частоты перем. тока. Для фильтрации сигналов, частота к-рых составляет доли Гц, служат электротепловые фильтры (ЭТФ), представляющие

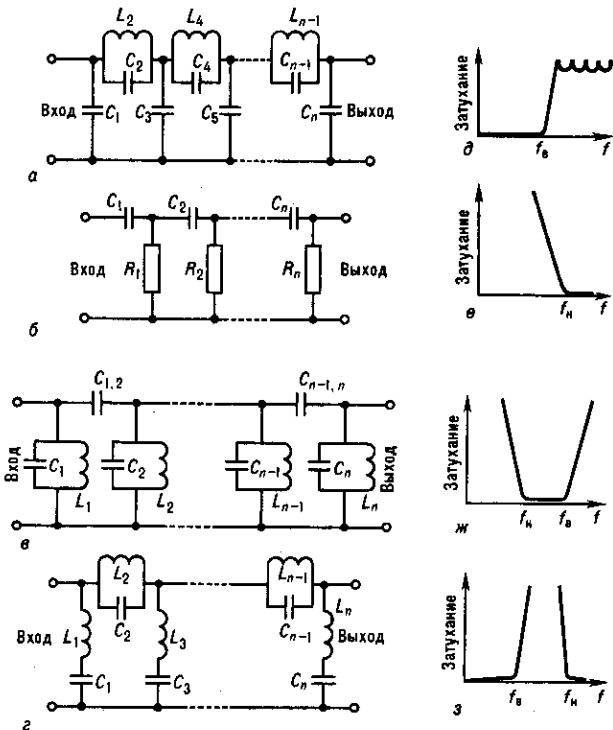


Рис. 1. Принципиальные схемы некоторых электрических фильтров на катушках индуктивности, конденсаторах и резисторах — нижних частот (а), верхних частот (б), полосно-пропускающего (в), режекторного (г) и их частотные характеристики;  $L_1, L_2, \dots, L_n$  — катушки индуктивности,  $C_1, C_2, \dots, C_n$  — конденсаторы,  $R_1, R_2, \dots, R_n$  — резисторы,  $f$  — частота,  $f_n$  и  $f_a$  — граничные частоты.

собой стержень с источником тепла и термоэлектрич. преобразователем; введение в ЭТФ усилителей с обратной связью позволяет реализовать электротепловые ФВЧ и ППФ. Существуют также эл.-механич. фильтры, выполненные на основе дисковых, цилиндрич., пластинчатых, гантельных и камертонных резонаторов. В таких Ф. э. используется явление механич. резонанса; применяются в диапазоне от неск. кГц до 1 МГц. Высокими фильтрующими свойствами обладают пьезоэлектрич. ППФ и ПЗФ, материалом для изготовления к-рых служит пьезокварц или пьезокерамика (см. также Пьезоэлектрики). Таковы, напр., пьезокварцевые фильтры на дискретных элементах — кварцевых резонаторах в сочетании с катушками индуктивности и конденсаторами; монолитные многорезонаторные пьезокварцевые фильтры. Связь между резонаторами в последних осуществляется посредством акустич. волн — объёмных (для фильтров, применяемых в диапазоне частот от неск. МГц до десятков МГц) либо поверхностных (в диапазоне от неск. МГц до 1—2 ГГц). Особую группу Ф. э. составляют цифровые фильтры (рис. 2), часто выполняемые на интегральных схемах. В технике сверхвысоких частот Ф. э. изготавливают на основе отрезков распределённых колебательными системами (см. Система с распределёнными параметрами). В диапазоне частот 100 МГц—10 ГГц применяют гребенчатые, шпильчатые, встречно-стержневые, ступенчатые и др. Ф. э. из полосковых резонаторов (рис. 3). В диапазоне от неск. ГГц до неск. десятков ГГц распространены волноводные Ф. э., представляющие собой волноводную секцию с повышен-

ной критич. частотой (волноводные ФВЧ) либо секцию, содержащую резонансные диафрагмы или объёмные резонаторы (волноводные ППФ).

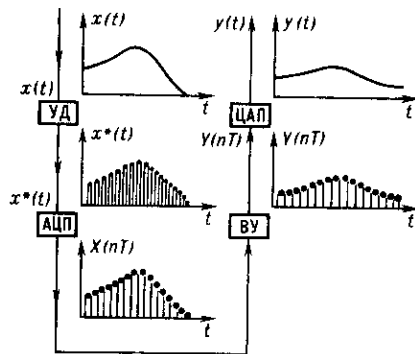


Рис. 2. Структурная схема и временные диаграммы цифрового фильтра: УД — устройство дискретизации, преобразующее аналоговый сигнал  $x(t)$  в последовательность импульсов (решётчатую функцию)  $x^*(t)$ ; ЦАП — аналого-цифровой преобразователь, с помощью которого мгновенные значения аналогового сигнала заменяются ближайшими дискретными уровнями  $X(nT)$ , где  $n=0, 1, 2, \dots, T$  — период следования импульсов; ВУ — вычислительное устройство, преобразующее последовательность чисел (уровней)  $X(nT)$  в выходную функцию  $Y(nT)$ ; ЦАП — цифроаналоговый преобразователь, в котором  $Y(nT)$  преобразуется в выходной аналоговый сигнал  $y(t)$ .

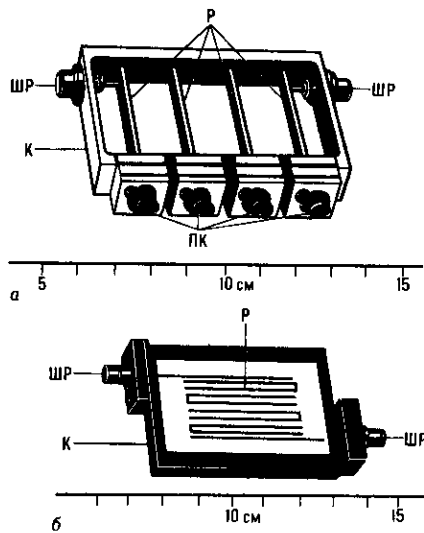


Рис. 3. Электрические фильтры — гребенчатый (а) и шпильчатый (б); ШР — штепсельный разъём, Р — резонаторы, ПК — подстроечные конденсаторы, К — корпус (со снятой крышкой).

Лит.: Белецкий А. Ф., Теоретические основы электропроводной связи, ч. 3, М., 1959; его же, Основы теории линейных электрических цепей, М., 1967; Алексеев Л. В., Знаменский А. Е., Лоткова Е. Д., Электрические фильтры метрового и дециметрового диапазонов, М., 1976. А. Е. Знаменский.

**ФИРЦА ПРЕОБРАЗОВАНИЕ** — преобразование одной из двух форм, в к-рых записывают релятивистски-инвариантные четырёхфермионные взаимодействия (см. Слабое взаимодействие), в другую (правильнее было бы говорить «Паули преобразование»), поскольку, по свидетельству Фирца, соответствующие вычисления были подарены ему выпившимшим их В. Паули).

Четырёхфермионное взаимодействие общего вида может быть записано в форме

$$I_k = (\bar{\Phi} O^k \Psi)(\bar{\Phi} O_k \Psi),$$