

Дисциплина

**СВЧ – устройства
электронных
средств**

Лекция 2

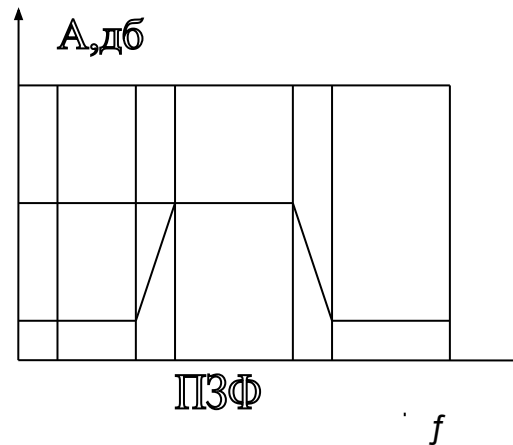
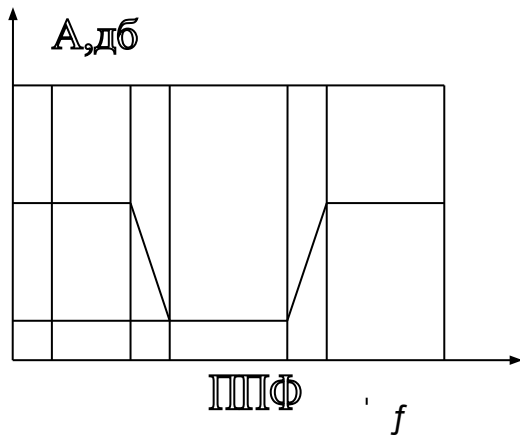
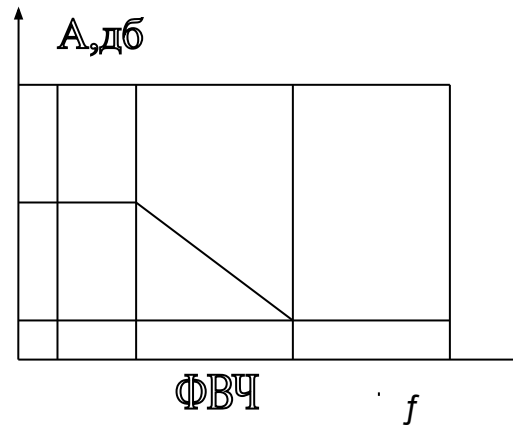
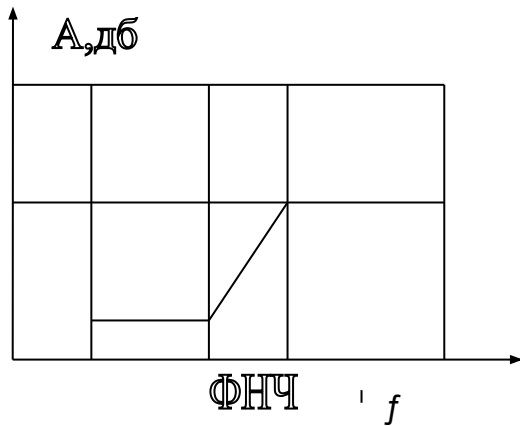
Фильтры Направленные ответвители

ФИЛЬТРЫ

Электрическим фильтром называется пассивная линейная цепь с резко выраженной частотной избирательностью. Фильтры широко применяются в радиотехнических системах для частотной селекции нужного сигнала на фоне других сигналов или помех.

В диапазоне СВЧ фильтр представляет собой линию передачи, включающую неоднородности, согласованные в определенной полосе частот и резко рассогласованные вне этой полосы. В этом смысле работа фильтра похожа на работу широкополосного согласующего устройства (иногда фильтр используется для широкополосного согласования.) Для уменьшения потерь в полосе пропускания фильтр должен выполняться из реактивных элементов. Главным параметром фильтра является его частотная характеристика

Типы фильтров



Назначение фильтров

Главным назначением фильтров является подавление одних частотных составляющих сигнала и пропускание других. Частотная характеристика фильтра есть кривая зависимости затухания в нем от частоты. Фильтры различают: *ФНЧ* – фильтр нижних частот; *ФВЧ* – фильтр верхних частот; *ППФ* – полоснопропускающий фильтр; *ПЗФ* – полоснозаграждающий фильтр. При построении гибридных и интегральных схем СВЧ обычно используют несимметричные полосковые линии. Фильтры из отрезков несимметричной полосковой линии очень технологичны и почти не нуждаются в настройке при использовании достаточно точной методики расчета конструкции.

Типы частотных характеристик фильтров

По типу частотной характеристики фильтры подразделяют: с максимально плоской характеристикой и с Чебышевской характеристикой.

При выборе рабочей характеристики в качестве исходной следует принять во внимание, что Чебышевская характеристика удобнее, т.к. дает некоторый выигрыш в количестве необходимых реактивных элементов, обеспечивающих требуемую характеристику затухания, однако фильтры с максимально плоской характеристикой вносят меньшие фазовые искажения.

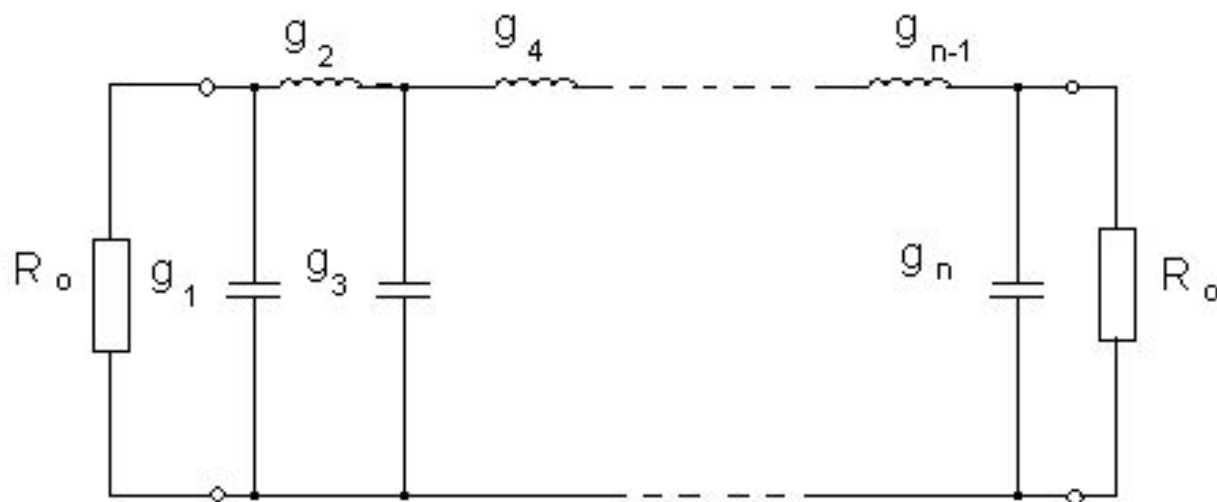
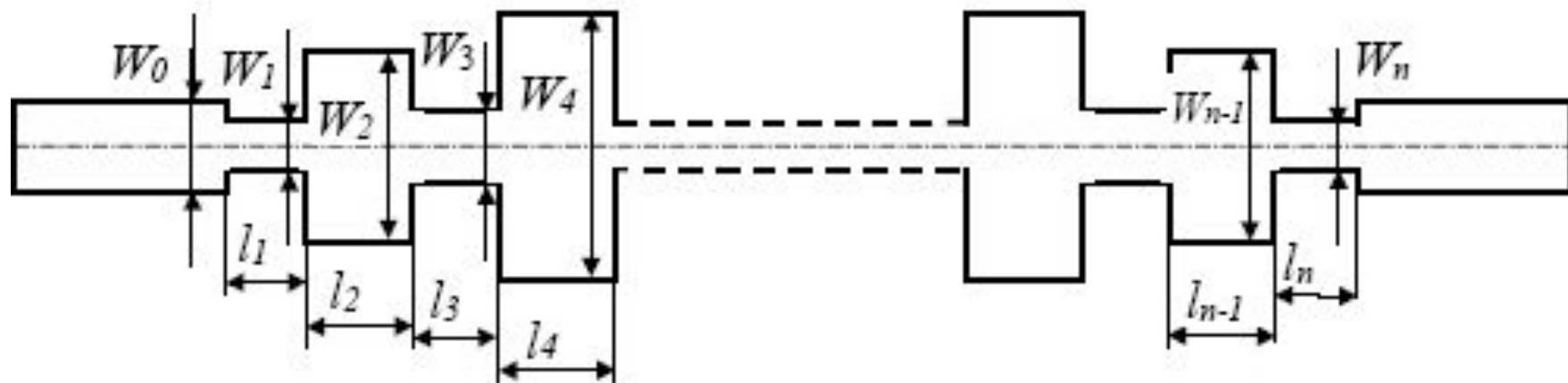
ФИЛЬТРЫ НИЖНИХ ЧАСТОТ

Наиболее распространенным типом фильтров нижних частот на полосковых линиях является фильтр, выполненный из набора чередующихся участков линии с высоким и низким сопротивлением, что достигается изменением ширины внутреннего проводника полосковой линии. При этом высокоомный участок линии служит последовательной индуктивностью, а низкоомный – параллельной емкостью.

Фильтр нижних частот из отрезков микрополосковой линии показан на рисунке

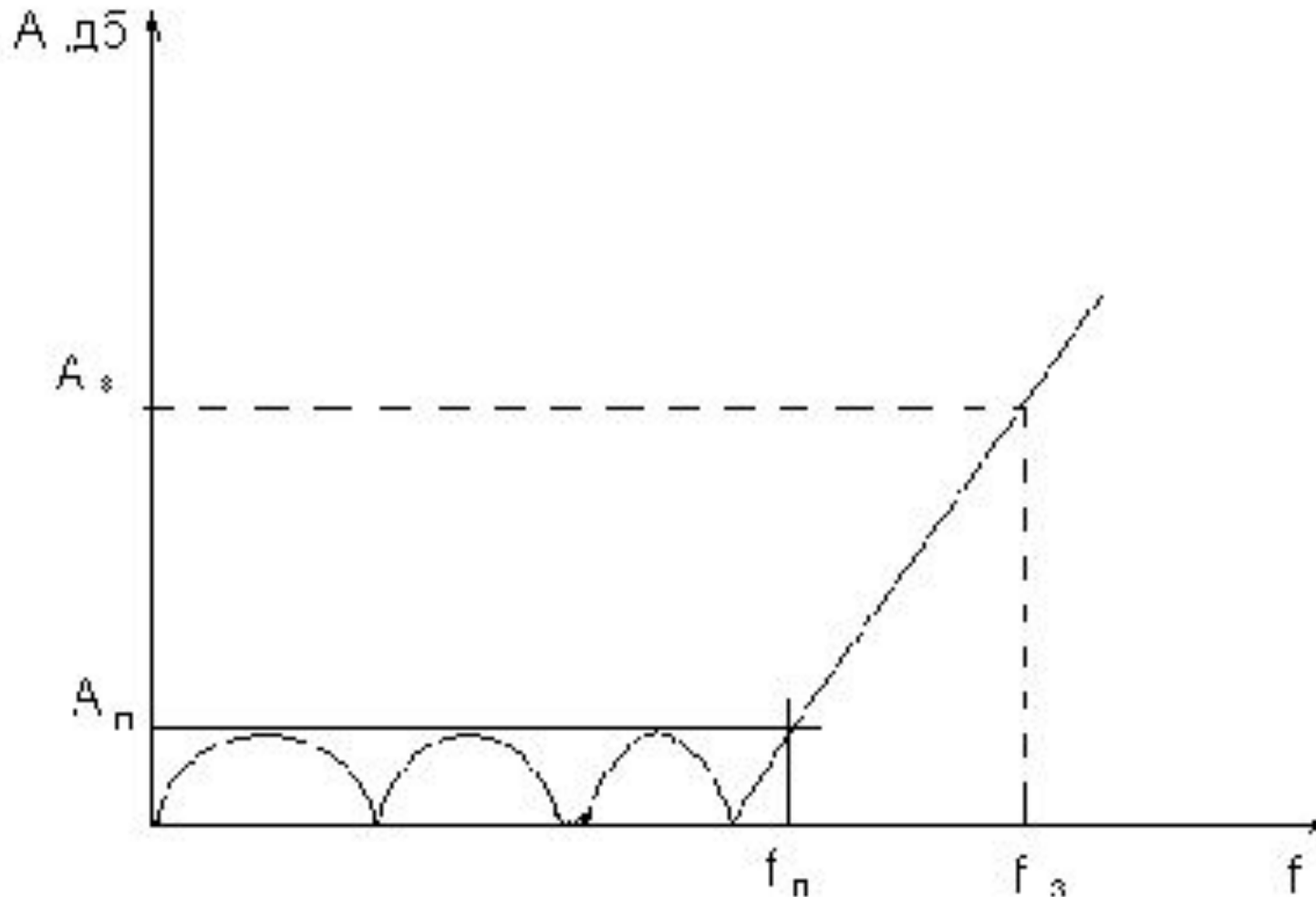
Секции фильтра нижних частот имеют одинаковую фазовую длину, но разные волновые сопротивления. Типовая частотная характеристика вносимого затухания приводится на рисунке. Фильтры подобного типа используются в диапазоне частот от 1 до 10 ГГц.

ФИЛЬТРЫ НИЖНИХ ЧАСТОТ



n -нечетное

Чебышевская характеристика



Фильтры нижних частот

Фильтры нижних частот обеспечивают прохождение сигнала до некоторой граничной частоты f_1 , но полоса запираания имеет конечный верхний предел, обусловленный паразитными полосами пропускания. Тем не менее полоса пропускания ФНЧ довольно широка. Это позволяет использовать фильтры нижних частот в сочетании с полосно-пропускающими фильтрами, чтобы исключить дополнительные полосы пропускания полосового фильтра на гармониках относительно высоких частот.

Полоснопропускающие фильтры

Для обеспечения требуемой крутизны рабочей характеристики необходимо применять многозвенные фильтры, содержащие каскадноключенные СВЧ резонаторы. В зависимости от способа включения резонаторов фильтры делятся на фильтры с непосредственными связями и фильтры с четвертьволновыми связями, т.е. фильтры, у которых резонаторы соединены через отрезки линии длиной $\lambda/4$.

При практическом выполнении полоснопропускающих фильтров иногда их удобно делать из одинаковых элементов (либо из последовательных сопротивлений, либо из параллельных проводимостей). Это осуществляется при помощи идеальных инверторов сопротивления или проводимости.

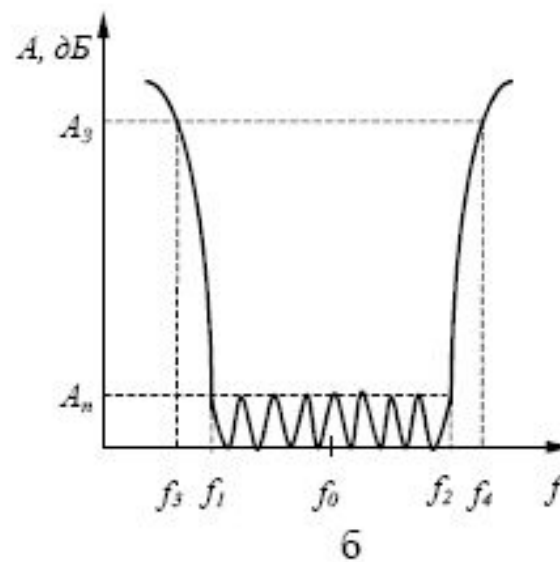
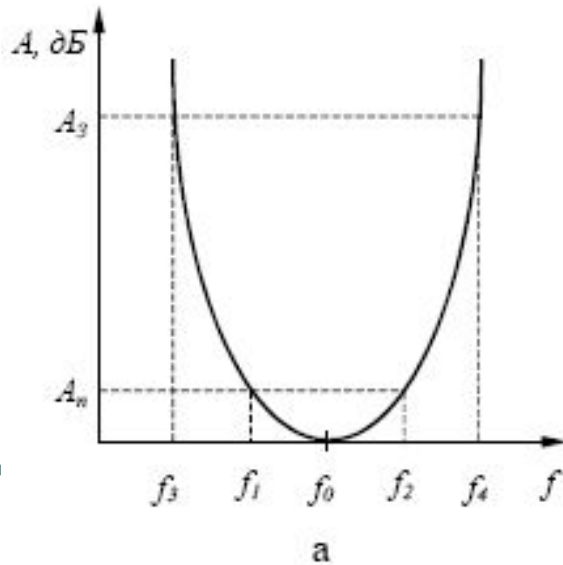
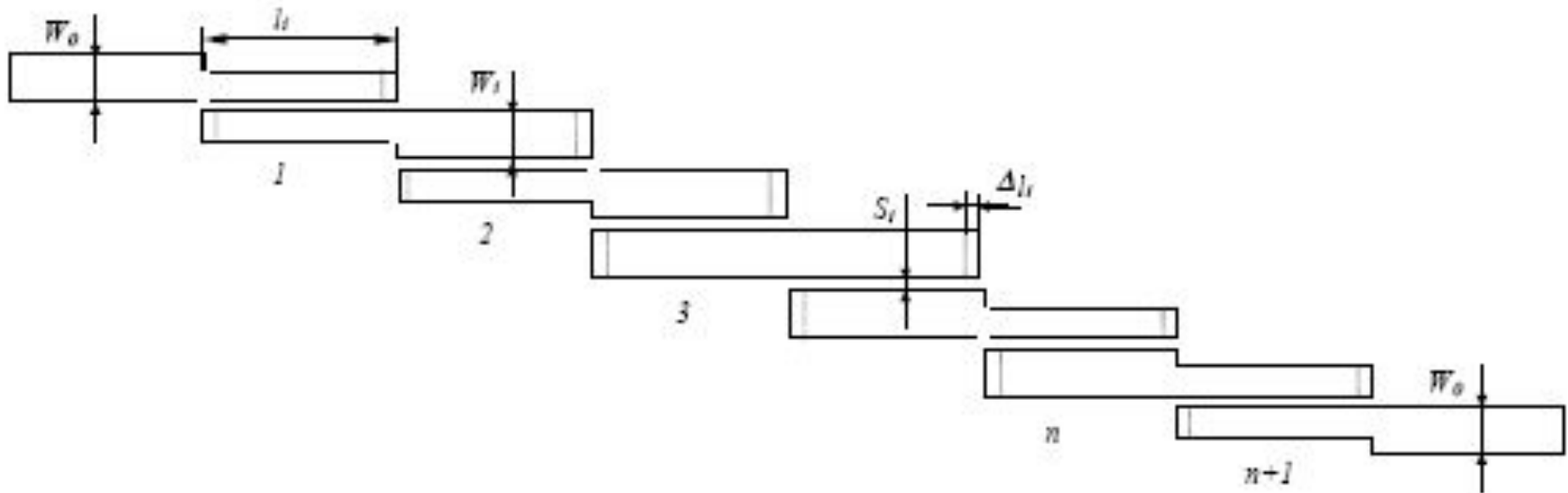
Полоснопропускающие фильтры

Инверторы обеспечивают фазовый сдвиг. В связи с этим последовательная индуктивность с инвертором на каждой стороне будет выглядеть как параллельная емкость, если смотреть от внешних зажимов инвертора. Соответственно параллельная емкость с инверторами на обеих сторонах окажется последовательной индуктивностью.

Структура фильтра на полуволновых разомкнутых на конце резонаторах с четвертьволновыми электромагнитными связями изображена на рисунке

Типовые частотные характеристики вносимого затухания фильтров с максимально-плоской и чебышевской характеристиками представлены на рисунке а-б.

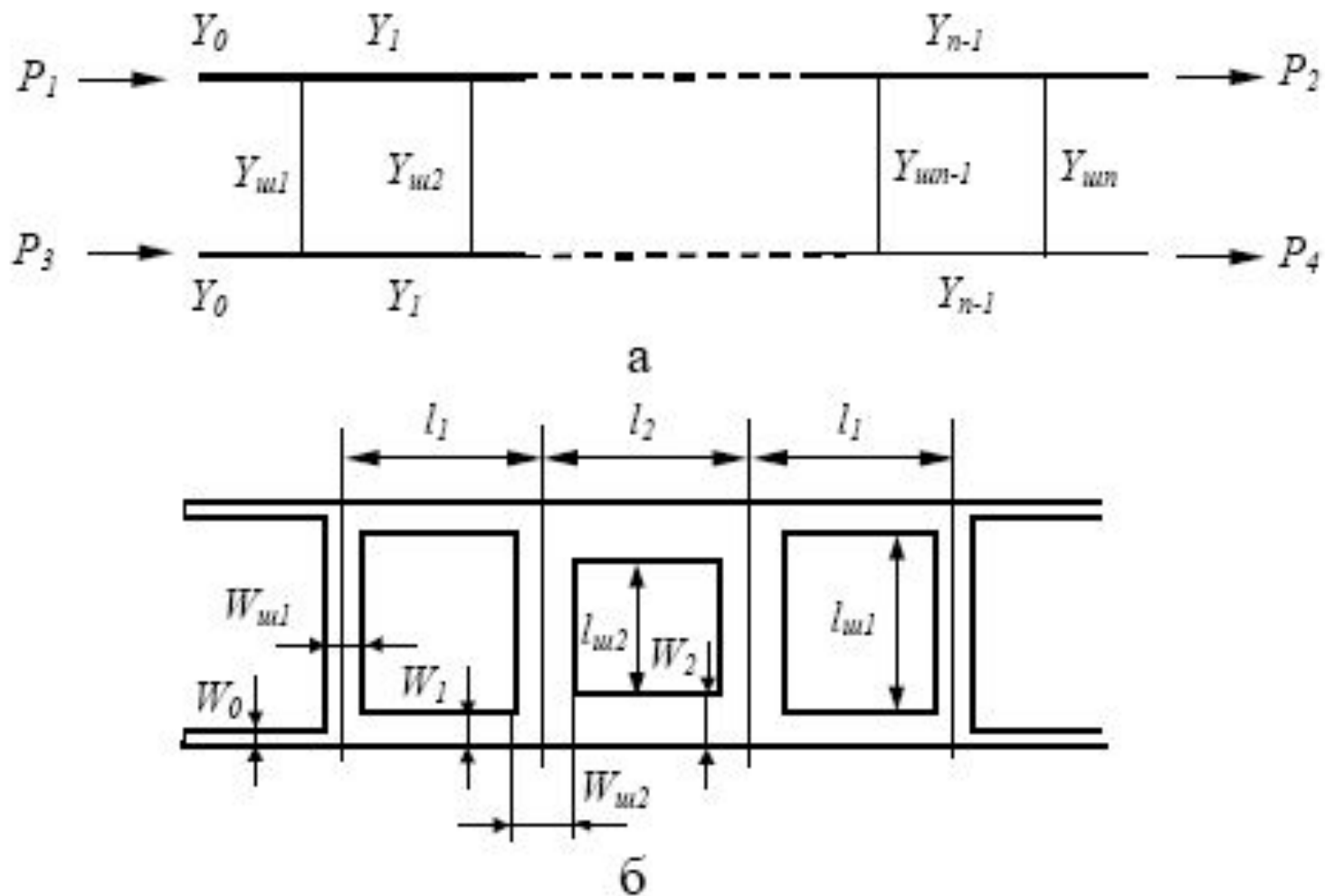
Фильтр на полуволновых разомкнутых резонаторах с четвертьволновыми электромагнитными связями



НАПРАВЛЕННЫЕ ОТВЕТВИТЕЛИ ШЛЕЙФНЫЕ

Направленные ответвители шлейфные применяются в аппаратуре СВЧ: в разветвителях и сумматорах мощности, в фазовращателях, переключателях, балансных смесителях, для изоляции передающих и приемных устройств, работающих на одну общую нагрузку. Шлейфные направленные ответвители имеют большие габариты и узкую рабочую полосу частот. Топологическая и электрическая схемы изображены на рисунке

НАПРАВЛЕННЫЕ ОТВЕТВИТЕЛИ ШЛЕЙФНЫЕ



НАПРАВЛЕННЫЕ ОТВЕТВИТЕЛИ ШЛЕЙФНЫЕ

Основные частотные характеристики следующие:

– связь (переходное ослабление) – $\bar{C} = 10 \lg \frac{P_1}{P_4}$, дБ;

– направленность – $D = 10 \lg \frac{P_4}{P_3}$, дБ;

– коэффициент стоячей волны, *KCB*.

где P_i – мощность в i -м плече направленного ответвителя.

Величина связи C определяется волновой проводимостью шлейфов $Y_{шi}$,

ширина рабочей полосы частот – числом шлейфов n .
На практике не проектируют направленные ответвители с числом шлейфов n больше 3 – 4.

НАПРАВЛЕННЫЕ ОТВЕТВИТЕЛИ ШЛЕЙФНЫЕ

В двухшлейфном направленном ответвителе волновые проводимости шлейфов $Y_{ш1}$ и отрезка линии между шлейфами Y_1 определяются однозначно.

В направленном ответвителе с тремя и более шлейфами выбор $Y_{шi}$ и Y_i определяются неоднозначно. Направленные ответвители бывают нескольких типов.

Направленный ответвитель типа -1 имеет все проводимости Y_i равными волновой проводимости тракта

$$Y_0 = \frac{1}{Z_0}$$

Такие направленные ответвители просты в проектировании и изготовлении, но частотные характеристики их не оптимальны.

Спасибо за внимание!!!

