

повторяющиеся через сравнительно большие промежутки времени. Для создания положит. обратной связи в них применяют импульсный трансформатор с малой индуктивностью рассеяния и малой паразитной ёмкостью.

В генераторах пилообразного напряжения используют заряд или разряд ёмкости через сопротивление в схемах с электронными лампами, транзисторами, опер. ац., усилителями.

**Генераторы СВЧ.** В генераторах СВЧ применяют разнообразные колебат. и волноводные системы (объёмные резонаторы, волноводы, замедляющие системы и т. д.), характерный размер к-рых  $l \sim \lambda$ . В основе работы их активных элементов (эл.-вакуумных и твердотельных приборов) лежат разнообразные физ. принципы передачи энергии электронов эл.-магн. полю, использующие как разл. механизмы излучения отд. электронов (тормозное, переходное, черенковское, синхротронное), так и разл. механизмы группировки потока электронов в движущиеся сгустки, создающие токи СВЧ и приводящие к индукцированию излучению.

Ламповые и транзисторные генераторы СВЧ представляют собой разл. модификации LC-генераторов, в к-рых применяют объёмные резонаторы и колебат. системы с распределёнными параметрами, триоды, тетроды и транзисторы спец. конструкции. Использование в ламповых генераторах плоских и коаксиальных металлокерамич. триодов обеспечивает получение импульсной мощности от  $P_{\text{вых}} \sim 10$  кВт на частоте  $f \sim 0,5$  ГГц до  $P_{\text{вых}} \sim 2$  кВт при  $f \sim 6$  ГГц. Резонаторы (тетродные генераторы с резонаторами внутри вакуумной оболочки) имеют ещё большую мощность в дециметровом диапазоне. Транзисторные генераторы СВЧ имеют малые размеры и массу, низковольтное питание, возможность элетрич. перестройки частоты. В них применяют как биполярные, так и полевые транзисторы, позволяющие достигать более высоких частот  $\sim 10$  ГГц. Для получения ещё бльших частот иногда используют сочетание транзисторного генератора и умножителя частоты в одном приборе. Транзисторы имеют широкую полосу рабочих частот  $\Delta\omega_{\text{акт}} \gg \Delta\omega_{\text{пасс}}$ , что обеспечивает элетрич. перестройку частоты генераторов в пределах до неск. октав при изменении напряжения на включённом в резонатор варакторе (запертом диоде, ёмкость к-рого зависит от прилож. напряжения) либо при изменении магн. поля на помещённой в резонатор ЖИГ-сфере (монокристалле железо-иттриевого граната, индуктивность к-рого зависит от магн. поля).

В диодных генераторах СВЧ используют лавинно-пролётные диоды, туннельные диоды и Ганна диоды, в к-рых при определённых условиях в полосе частот  $\Delta\omega_{\text{акт}}$  появляется отриц. дифференц. сопротивление, зависящее также от тока и напряжения на диоде. Включение такого диода в колебат. цепь СВЧ приводит к компенсации потерь в цепи и самовозбуждению колебаний на соответств. частотах. Диодные генераторы работают в диапазоне частот 1—100 ГГц, наиб. выходная мощность (до неск. Вт в непрерывном режиме) достигается при использовании лавинно-пролётных диодов и диодов Ганна. Применяются механ. перестройка частоты диодных генераторов СВЧ при изменении геом. размеров резонатора, элетрич. перестройка частоты при изменении напряжения на диоде или при использовании варактора и ЖИГ-сфер. Частота Г. э. к. на лавинно-пролётных диодах и диодах Ганна перестраивается механически в пределах октавы, а элетрически — в диапазоне 15—40%.

Диодные и транзисторные генераторы применяются в качестве источников СВЧ-колебаний малой и ср. мощности (до десятков Вт в непрерывном режиме), они обладают рядом преимуществ перед эл.-вакуумными генераторами аналогичного назначения по размерам и массе, потребляемой мощности, долговечности и совместности с микросхемами. Вместе с тем предельная

мощность твердотельных генераторов ограничена величиной рассеиваемой в полупроводнике тепловой энергии и, по теоретич. оценкам, не превышает для одного прибора 100 Вт на частоте 10 ГГц, 10 Вт на частоте 30 ГГц.

Генераторы СВЧ с динамич. управлением электронным потоком в вакуумных электронных приборах (клинотронах, магнетронного типа приборах, лампах обратной волны, лампах бегущей волны и др.), в отличие от ламповых генераторов на триодах и тетродах со статич. управлением электронным потоком, существенно используют инерцию электронов. Взаимодействие электронных потоков с эл.-магн. полем складывается из двух процессов: возбуждения эл.-магн. поля в объёмном резонаторе, волноводе или замедляющей системе движущимися электронами и группировки (фазовой фокусировки) электронов при воздействии эл.-магн. поля на движение электронов.

В клинотронных генераторах применяются отражательные и пролётные клинотроны. Часто они заменяются твердотельными генераторами, однако спец. конструкции отражат. клинотронов (м и и т р о н ы) сравнимы с ними по своим размерам и питающим напряжениям.

Лампы обратной волны (ЛОВ) применяют в качестве Г. э. к. малой и ср. мощности; их гл. преимущество — большой диапазон электронной (электрич.) перестройки частоты. Диапазон электронной перестройки частоты определяется гл. обр. полосой пропускания замедляющей системы и может составлять неск. октав; их используют как гетеродины, задающие генераторы передающих устройств, для радиоспектроскопии и др.

Генератором высокостабильных колебаний миллиметрового диапазона является о р о т р о н — прибор с прямолинейным электронным потоком, взаимодействующим с полем открытого резонатора, в к-рый помещена металлич. решётка. Взаимодействие прямолинейного потока с эл.-магн. полем и группировка за счёт воздействия на электроны продольной составляющей поля характерны для СВЧ-приборов О-типа.

Имеется много генераторов СВЧ на магнетронного типа приборах, в к-рых электроны взаимодействуют с эл.-магн. полем при одноврем. движении в перпендикулярных элетрич. и магн. полях. При этом электроны передают эл.-магн. полю свою потенц. энергию, взаимодействуя с продольной (по отношению к их дрейфовой скорости) составляющей перем. элетрич. поля, а группируются под действием поперечной составляющей этого поля. Наиб. распространённым типом СВЧ-генераторов являются импульсные магнетроны, применяемые в радиолокации.

Наиб. мощность достигнута на магнетронах дециметрового диапазона; значит. мощность получена и на более коротких волнах. Магнетроны непрерывного режима широко применяют для нагрева. СВЧ-аппаратуры. Магнетроны характеризуются большим значением кдд.

В м и т р о н а х колебат. системой служит замкнутая в кольцо замедляющая система типа встречные штыри со слабо выраженными резонансными свойствами, что допускает значит. перестройку частоты генератора (в 3 раза) при изменении напряжения анод-катод. Др. генераторами магнетронного типа являются лампы обратной волны М-типа, стабилизаторы, отличающиеся от магнетрона разомкнутой колебат. системой и подключённым к ней внеш. высокодобротным резонатором, обеспечивающим высокую стабильность частоты генерируемых колебаний, и др. приборы.

Генераторами мощных колебаний миллиметрового диапазона волн являются лазеры на циклотронном резонансе. В них применяются винтовые электронные пучки в продольном статич. магн. поле, взаимодействующие с поперечным по отношению к оси пучка перем. элетрич. полем резонатора или волновода. Возбуждение колебаний происходит на циклотронной частоте вращения электронов в магн. поле или на одной из её гармоник, а группировка электронов в сгустки обуслов-