Пересказ_занятия_03

Техника синтеза частот

Шумы делят на технические(не совершенно изготовленный прибор) и естественные(шум природы).

Так же на аддитивные(например тепловой шум) и мультипликативные(вызванные случайными параметрами элемента)

Для расчета теплового шума используют формулу Найквиста.

В природе идеальных резисторов не существует. Все резистивные элементы обладают инерционностью, которая приводит к трансформации спектра теплового шума.

Виды шумов

- 1. **Дробовый шум** (или "потенциальный шум") это тип шума, возникающий при дискретной природе электрических зарядов (например, электронов) и их попадании в проводник. Он характерен для малых токов и наблюдается в условиях низких температур. Дробовый шум обусловлен тем, что электроны приходят в проводник неравномерно и с различными временными интервалами, что приводит к флуктуациям тока и, соответственно, к шуму.
- 2. Генерационно-рекомбинационный шум это шум, возникающий в полупроводниках в результате процессов генерации и рекомбинации носителей заряда (электронов и дырок). В полупроводниках при определенных условиях может происходить создание новых носителей заряда, а также их рекомбинация, что приводит к флуктуациям плотности тока. Этот тип шума важен в анализе характеристик полупроводниковых устройств, таких как транзисторы и диоды.
- 3. **Шум лавинообразования** это тип шума, который возникает в полупроводниках и других материалах из-за процессов лавинообразной рекомбинации и генерации носителей заряда. Обычно это происходит при высоких напряжениях и может приводить к резким скачкам тока, очень характерным для так называемых лавинообразных диодов или приборах, работающих на принципе лавинообразной умножения зарядов. Этот шум может оказывать существенное влияние на стабильность работы электронных устройств.
- 4. Спектр стационарного шума это представление распределения мощности или амплитуды шумовых сигналов по частотам в определённый период времени. Стационарный шум это шум, характеристики которого статистически постоянны во времени, то есть его статистические свойства, такие как среднее значение и вероятность распределения, не меняются с течением времени. Спектр шума лавинообразования

определяется формулой А.С. Тагера:

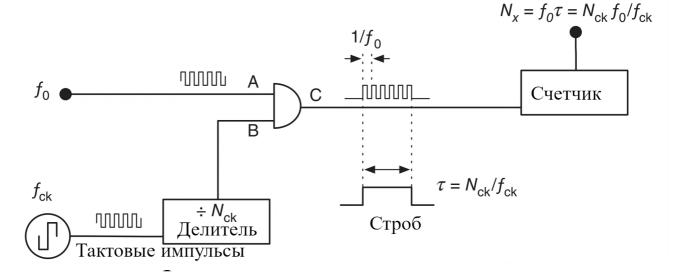
$$_f=\frac{2q_{\rm e}M^2I}{1+(f/f_{_{\rm JI}})^2}.$$

5. **Фликкерный шум** — это тип стохастического шума, который характеризуется тем, что его спектральная плотность мощности обратно пропорциональна частоте (приблизительно 1/f), где f — частота. Это означает, что низкочастотные компоненты имеют большее влияние на сигнал, чем высокочастотные. Нестационарность фликкерного шума означает, что его статистические свойства изменяются во времени. В отличие от стационарного процесса, где статистика (например, среднее, дисперсия и автокорреляция) остается постоянной по времени, фликкерный шум может демонстрировать временные изменения, что усложняет его анализ и моделирование.

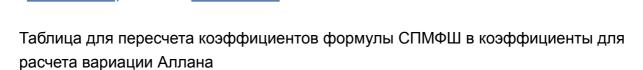
Основные аспекты нестабильности фликкерного шума включают:

- 1. **Временные колебания амплитуды**: Параметры фликкерного шума могут изменяться со временем, что приводит к различной мощности сигнала на разных временных интервалах.
- 2. Память и корреляция: Фликкерный шум может иметь длительные корреляции, то есть текущее состояние сигнала может зависеть от его предшествующих значений. Это свойство может затруднять применение стандартных методов анализа временных рядов.
- 3. **Правила и модели**: Для описания нестабильного фликкерного шума могут потребоваться более сложные модели, такие как фрактальные и стохастические процессы, которые учитывают временные изменения и структурные особенности сигнала.

Вариация Аллана (или метод Аллана) — это статистический метод, используемый для анализа флуктуаций частоты и фаз сигналов в радиоэлектронике, особенно в отношении осцилляторов и кварцевых резонаторов. Этот метод позволяет исследовать стабилизацию частоты и выявление различных источников шума в устройствах.



Флуктуации фронтов строба



Noise type	$S_{\theta}(f)$	$S_{\mathbf{y}}(f)$	$S_{\theta} \leftrightarrow S_{y}$	AVAR $\sigma_{y}^2(au)$	MVAR mod $\sigma_{y}^{2}(\tau)$	PVAR $\sigma_{y}^2(au)$
White PM	p ⁰	$h_2 f^2$	$h_2 = \frac{b_0}{v_0^2}$	$\frac{3f_H}{4\pi^2} \frac{h_2}{\tau^2} \\ 0.0760 f_H h_2/\tau^2$	$\frac{3}{8\pi^2} \frac{h_2}{\tau^3}$ $0.0380 h_2/\tau^3$	$\frac{3}{2\pi^2} \frac{h_2}{\tau^3}$ $0.1520 h_2/\tau^3$
Flicker PM	$b_{-1}f^{-1}$	$h_{\mathtt{l}}f$	$h_1 = \frac{b_{-1}}{v_0^2}$	$\frac{3\gamma - \ln 2 + 3\ln(2\pi f_H \tau)}{4\pi^2} \frac{h_1}{\tau^2}$ $[3\gamma - \ln 2 + 3\ln 2\pi]/4\pi^2 = 0.166$	$\frac{(24 \ln 2 - 9 \ln 3)}{8\pi^2} \frac{h_1}{\tau^2}$ $0.0855 h_1/\tau^2$	$\frac{3 \left[\ln(16) - 1\right]}{2\pi^2} \frac{h_1}{\tau^2}$ $0.2694 h_1/\tau^2$
White FM	$b_{-2}f^{-2}$	h ₀	$h_0 = \frac{b_{-2}}{v_0^2}$	$\frac{1}{2}\frac{h_0}{\tau}$	$\frac{1}{4} \frac{h_0}{\tau}$	$\frac{3}{5}\frac{h_0}{\tau}$
Flicker FM	$b_{-3}f^{-3}$	$h_{-1}f^{-1}$	$h_{-1} = \frac{b_{-3}}{v_0^2}$	2 ln(2) h ₋₁ 1.3863 h ₋₁	$\frac{27 \ln 3 - 32 \ln 2}{8} h_{-1}$ $0.9352 h_{-1}$	$\frac{2[7 - \ln(16)]}{5} h_{-1}$ $1.691 h_{-1}$
Random walk FM	$b_{-1}f^{-4}$	$h_{-2}f^{-2}$	$h_{-2} = \frac{b_{-4}}{v_0^2}$	$\frac{2\pi^2}{3}h_{-2}\tau$ 6.5797 h ₋₂ τ	$\frac{11\pi^2}{20} h_{-2}\tau$ $5.4283 h_{-2}\tau$	$\frac{26\pi^2}{35} h_{-2}\tau$ 7.3317 $h_{-2}\tau$
Linear frequency drift D _y				$\frac{1}{2}D_{y}^{2}\tau^{2}$	$\frac{1}{2}D_{y}^{2}\tau^{2}$	$\frac{1}{2}D_{y}^{2}\tau^{2}$