

3.6.1 (150). СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

5 августа 2013 г.

А. Исследование спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов

Экспериментальная установка для исследования спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов представлена на рис. 2. Сигнал с выхода генератора прямоугольных импульсов Г5-54 подаётся на вход анализатора спектра и одновременно — на вход Y осциллографа. С генератора импульсов на осциллограф подаётся также сигнал синхронизации, запускающий ждущую развёртку осциллографа. При этом на экране осциллографа можно наблюдать саму последовательность прямоугольных импульсов, а на экране ЭЛТ анализатора спектра — распределение амплитуд спектральных составляющих этой последовательности.

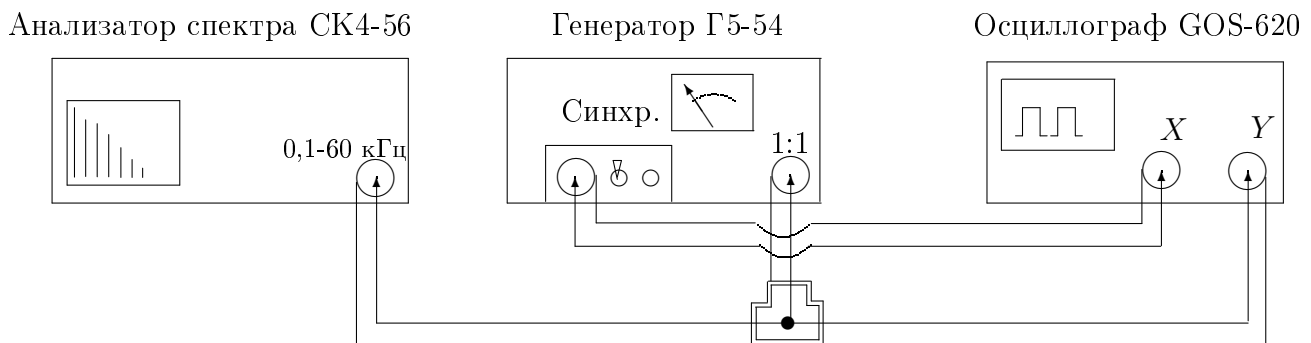


Рис. 2. Схема для исследования спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов

В наблюдаемом спектре отсутствует информация об амплитуде нулевой гармоники, т.е. о величине постоянной составляющей; её местоположение (начало отсчёта шкалы частот) отмечено небольшим вертикальным выбросом.

ЗАДАНИЕ

В этом упражнении исследуется зависимость ширины спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов от длительности отдельного импульса.

1. Соберите схему согласно рис. 2 и включите в сеть ТОЛЬКО генератор Г5-54.

Познакомьтесь с назначением ручек управления генератора и осциллографа и подготовьте установку к измерениям, следуя техническому описанию, расположенному на установке (ТО, разделы I, II и III-A).

2. Установите на анализаторе спектра режим работы с однократной развёрткой и получите на экране спектр импульсов с параметрами $f_{\text{повт}} = 10^3$ Гц; $\tau = 25$ мкс; частотный масштаб $m_x = 5$ кГц/дел (ТО, раздел III-A, п.7).

Проанализируйте, как меняется спектр ($\Delta\nu$ и $\delta\nu$ на рис. 6.3 Введения): а) при увеличении τ вдвое при неизменном $f_{\text{повт}} = 1$ кГц; б) при увеличении $f_{\text{повт}}$ вдвое при неизменном $\tau = 25$ мкс.

Опишите результаты или зарисуйте в тетрадь качественную картину.

3. Проведите измерения зависимости ширины спектра от длительности импульса $\Delta\nu(\tau)$ при увеличении τ от 25 до 200 мкс (6–8 значений при $f_{\text{повт}} = 1$ кГц и масштабе по горизонтали $m_x = 5$ кГц/дел).
4. Скопируйте на кальку спектры с параметрами: $f_{\text{повт}} = 1$ кГц, $m_x = 5$ кГц/дел, а) $\tau = 50$ мкс, б) $\tau = 100$ мкс. Запишите на кальках эти параметры и приложите кальки к отчёту.
5. Постройте график $\Delta\nu(1/\tau)$ и по его наклону убедитесь в справедливости соотношения неопределённостей.

Б. Исследование спектра периодической последовательности цугов гармонических колебаний

Экспериментальная установка. Исследование спектра периодически чередующихся цугов гармонических колебаний проводится по схеме, изображённой на рис. 3. Генератор Г6-34 вырабатывает синусоидальные колебания высокой частоты. На вход АМ (амплитудная модуляция) генератора Г6-34 подаются прямоугольные импульсы с генератора Г5-54 и синусоида модулируется — «нарезается» на отдельные куски — *цуги*. Эти цуги с выхода генератора Г6-34 поступают на вход спектроанализатора и одновременно на вход У осциллографа. Сигнал синхронизации подаётся на осциллограф с генератора импульсов.

ЗАДАНИЕ

В этом упражнении исследуется зависимость расстояния между ближайшими спектральными компонентами от частоты повторения цугов.

1. Не выключая приборов из сети (можно уменьшить амплитуды сигналов), соберите схему, изображённую на рис. 3 (для этого достаточно один провод переключить и один добавить).

Подготовьте приборы к работе, (см. ТО, раздел III-Б).

2. Установите частоту несущей $\nu_0 = 25$ кГц и проанализируйте, как изменяется вид спектра: а) при увеличении длительности импульса вдвое ($\tau = 50, 100$ мкс для $f_{\text{повт}} = 1$ кГц); б) при изменении несущей частоты ν_0 (на генераторе Г6-34 $\nu_0 = 25, 10$ или 40 кГц) при фиксированных значениях $f_{\text{повт}} = 1$ кГц, $\tau = 100$ мкс и частотном масштабе $m_x = 5$ кГц/дел.

Опишите результаты эксперимента или зарисуйте качественную картину в тетради.

3. При фиксированной длительности импульсов $\tau = 50$ мкс исследуйте зависимость расстояния $\delta\nu$ между соседними спектральными компонентами от периода T (частоты повторения импульсов $f_{\text{повт}}$). Проведите измерения для 5–6 значений частоты $f_{\text{повт}}$ в диапазоне 1–8 кГц, подбирая горизонтальный масштаб m_x , удобный для измерений (см. ТО, раздел III-A, п.7).

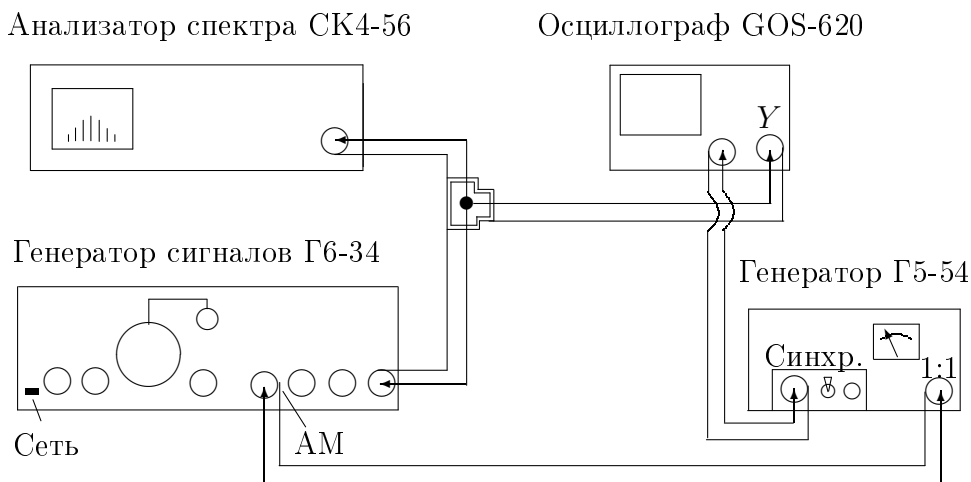


Рис. 3. Схема для исследования спектра периодической последовательности цугов высокочастотных колебаний

4. Скопируйте на кальку спектры цугов с параметрами: $\tau = 100$ мкс, $m_x = 5$ кГц/дел; а) $f_{\text{повт}} = 1$ кГц; б) $f_{\text{повт}} = 2$ кГц.

Запишите на кальках эти параметры и приложите кальки к отчёту.

5. Постройте график $\delta\nu(f_{\text{повт}})$ и поясните, как меняется вид спектра на экране при стремлении частоты повторения к нулю.
6. Сравните зарисованные на кальку спектры:
- прямоугольных импульсов при одинаковых периодах и разных длительностях импульса τ ;
 - цугов при одинаковых τ и разных периодах;
 - цугов и прямоугольных импульсов при одинаковых значениях τ и T .

В. Исследование спектра гармонических сигналов, модулированных по амплитуде

Экспериментальная установка. Схема для исследования амплитудно-модулированного сигнала представлена на рис. 4. В генератор сигналов генератора встроен модуляционный генератор, который расположен в левой части Г6-34. Синусоидальный сигнал с частотой модуляции $f_{\text{мод}} = 1$ кГц подаётся с модуляционного генератора на вход АМ (амплитудная модуляция) генератора, вырабатывающего синусоидальный сигнал высокой частоты (частота несущей $\nu_0 = 25$ кГц). Амплитудно-модулированный сигнал с основного выхода генератора поступает на осциллограф и на анализатор спектра.

ЗАДАНИЕ

В этом упражнении исследуется зависимость отношения амплитуд спектральных линий синусоидального сигнала, модулированного низкочастотными гармоническими колебаниями, от коэффициента модуляции, который определяется с помощью осциллографа.

1. Соберите схему, изображённую на рис. 4 (для этого достаточно выключить генератор Г5-54 и переключить 1 провод).

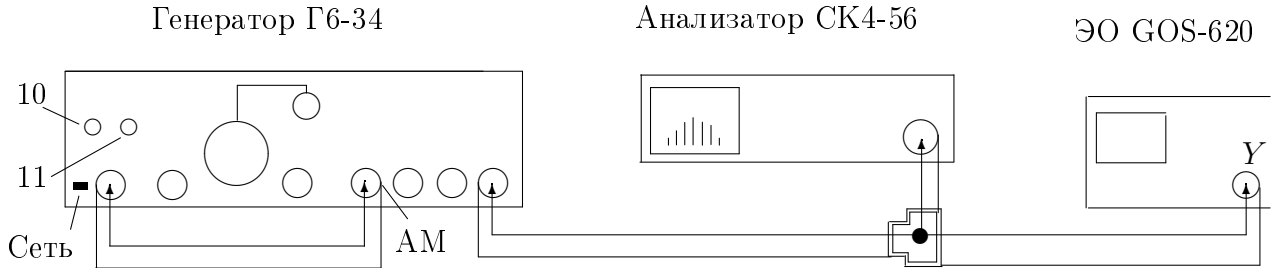


Рис. 4. Схема для исследования спектра высокочастотного гармонич. сигнала, промодулированного по амплитуде низкочастотным гармонич. сигналом

Подготовьте приборы к работе (см. ТО, раздел III-B).

2. Изменяя глубину модуляции (ручка 11 на Г6-34), исследуйте зависимость отношения амплитуды боковой линии спектра к амплитуде основной линии ($a_{\text{бок}}/a_{\text{осн}}$) от глубины модуляции m (5–6 значений в диапазоне $0 < m \leq 1$); для расчёта глубины модуляции m по формуле (6.13) измеряйте максимальную $2A_{\text{max}}$ и минимальную $2A_{\text{min}}$ амплитуды сигнала на экране осциллографа (см. рис. 6.6 и 6.7 Введения).

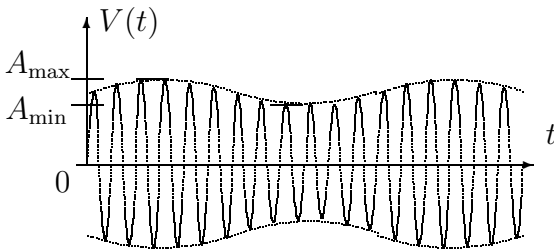


Рис. 6.6. Гармонич. колебания, модулированные по амплитуде

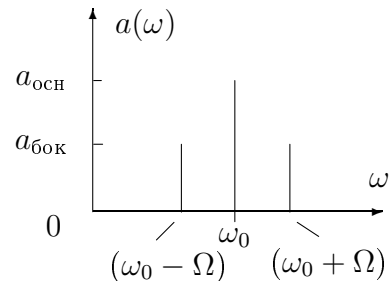


Рис. 6.7. Спектр колебаний, модулированных по амплитуде

3. При 100% глубине модуляции ($A_{\text{min}} = 0$) посмотрите, как меняется спектр при увеличении частоты модулирующего сигнала (ручка 10 на Г6-34 поворачивается по часовой стрелке).
4. Постройте график отношения $a_{\text{бок}}/a_{\text{осн}} = f(m)$. Определите угол наклона графика и сравните с рассчитанным с помощью формулы (6.14).

Исправлено 5-VIII-2013