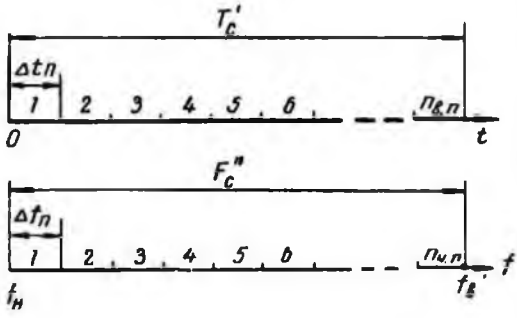
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНОГО И ВРЕМЕННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ СИГНАЛОВ ТУ — ТС

Ф. А. Катков

Киев

Сигналы ТУ—ТС состоят из определенного количества импульсов. При посылке импульсов по одному каналу связи применяются временной, частотный и частотно-временной методы разделения. Для удобства сравнения временного и частотного методов разделения импульсов вводятся понятия временных и частотных позиций (рис.). Под временными позициями понимаются определенные временные интервалы $\Delta t_п$, на которые разделяется заданный промежуток времени $T_с$ (длительность сигнала). Под частотными позициями — определенные полосы частот $\Delta f_п$, на которые разделяется заданная полоса частот $F_с^{''}$ (полоса спектра частот сигнала).



Временные позиции отсчитываются от нуля (начало отсчета), а частотные — от нижней частоты $f_н$ в определенном частотном диапазоне

$$F_с^{''} = f_в - f_н, \tag{1}$$

где $f_в$ — верхняя частота, которую пропускает выделенный канал связи.

Ширина временных позиций

$$\Delta t_п = \frac{T_с'}{n_{вп}}; \tag{2}$$

частотных

$$\Delta f_п = \frac{F_с^{''}}{n_{чп}}, \tag{3}$$

где $n_{вп}$ и $n_{чп}$ — количество временных и частотных позиций.

Обычно принимают, что наиболее короткий импульс сигнала занимает одну временную позицию $t_п = \Delta t_п$. Тогда занимаемая полоса частот при временном разделении

$$F_с' = \frac{k}{t_и} = \Delta f_п, \tag{4}$$

а длительность сигнала при частотном разделении

$$T_с^{''} = t_и = \Delta t_п. \tag{5}$$

При последовательной передаче (временном разделении) однородные импульсы разделяются паузами. Следовательно, количество временных позиций, которые занимаются при временном разделении

$$n_{в.\,п} = k_{р.\,в} n_в, \tag{6}$$

где $n_в$ — количество используемых импульсов;

$k_{р.\,в}$ — коэффициент разделения по времени (обычно $k_{р.\,в} = 2$).

Когда соседние импульсы различаются своими качественными признаками (полярные и частотные), они могут не разделяться паузами. В этом случае $k_{р.\,в} = 1$.

При частотном разделении импульсы с различной частотой заполнения фиксируются при помощи полосовых фильтров, эффективная полоса пропускания которых выбирается равной ширине частотных позиций $\Delta f_п$. Применяемые фильтры имеют амплитудно-частотные характеристики, отличные от идеальной, поэтому отдельные частотные позиции разделяются полосами разграничения $\Delta f_р$, величина которых зависит от характеристики фильтров и может быть больше или меньше $\Delta f_п$. Следовательно, количество частотных позиций, которые занимаются при частотном разделении:

$$n_{ч.\,п} = k_{р.\,ч} \cdot n_ч, \tag{7}$$

где $n_ч$ — количество используемых частотных импульсов;
$k_{р.\,ч}$ — коэффициент разделения по частоте.
Обычно

$$1{,}5 \geqslant k_{р.\,ч} < 3.$$

При заданном превышении мощности сигнала над средней мощностью помех объем сигнала характеризуется произведением $F_с$ на $T_с$.

При $t_и = \Delta t_п$ для временного разделения из (2) и (4) находим

$$F_с' T_с' = \Delta f_п \Delta t_п n_{в.\,п} \tag{8}$$

а для частотного из (3) и (5)

$$F_с'' T_с'' = \Delta f_п \Delta t_п n_{ч.\,п}. \tag{9}$$

Если используется одинаковое количество импульсов $n_в = n_ч$ и $k_{р.\,в} = k_{р.\,ч}$, то из (6) и (7) $n_{в.\,п} = n_{г.\,п}$. Следовательно, в этом случае объем сигнала при временном и частотном разделениях одинаков. Но при одинаковом произведении $F_с T_с$ занимаемая полоса сигнала с временным разделением в $n_{ч.\,п}$ раз меньше, чем с частотным

$$F_с' = \frac{F_с''}{n_{ч.\,п}}, \tag{10}$$

а длительность сигнала при частотном разделении в $n_{в.п}$ раз меньше, чем при временном

$$T_с'' = \frac{T_с'}{n_{в.\,п}}. \tag{11}$$

Следовательно, выбор метода разделения импульсов зависит от выделенной полосы частот в канале связи и требуемого быстродействия. Учитывается также, что помехоустойчивость сигнала в частотном разделении выше, чем во временном. При ограниченной полосе частот в канале связи и повышенных требованиях к помехоустойчивости используется частотно-временное разделение.