БЫСТРОДЕЙСТВИЕ АДАПТИВНЫХ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ю. П. Жураковский, В. А. Дьяченко

Киев

Время передачи посылки кодовой комбинации по проводным каналам связи определяется: временем нарастания колебаний на выходе частотного избирателя (фильтра) до уровня срабатывания порогового элемента $t_н$; временем распространения сигнала по каналу связи $t_р$; временем дополнительной задержки сигнала, вызванной нелинейностью фазовой характеристики канала связи, а также временем дополнительной задержки фиксации посылки, вызванной кратковременными прерываниями и импульсными помехами в канале связи $t_{пр}$.

Частотно-фазовая характеристика канала в реальных условиях может быть выравнена, поэтому время дополнительной задержки сигнала, вызванной ее нелинейностью, не будем учитывать.

Минимальная длительность посылки кодовой комбинации определится в основном временем нарастания колебаний на выходе частотного избирателя до уровня срабатывания порогового элемента

$$t_{посмин} = t_н.$$

Величина $t_в$, в свою очередь, зависит от ширины полосы пропускания частотного избирателя Δf, т. е. от полного времени нарастания колебаний на выходе частотного избирателя и от коэффициента запаса по срабатыванию порогового элемента, устанавливаемого на выходе частотного избирателя.

Время распространения сигнала по каналу связи зависит в основном от расстояния между пунктами передачи и приема и определяется из выражения

$$t_р = \frac{l}{V_с}, \tag{1}$$

где l — длина канала, *км*;

$V_с$ — скорость распространения сигнала, *км/сек*.

$V_с = (2 \div 2{,}5)\,10^5$ *км/сек* (зависит от типа линии связи).

Время дополнительной задержки фиксации посылки, вызванной кратковременными прерываниями и импульсными помехами в канале связи, зависит от их интенсивности. Как показали исследования, длительность прерываний канала связи значительно превышает длительность импульсных помех, которые вызываются кратковременными прерываниями [1]. Поэтому в дальнейшем при определении дополнительной задержки фиксации посылки будем руководствоваться лишь временем кратковременных прерываний канала $t_{пр}$. Величина $t_{пр}$ зависит от качества канала связи и определяется экспериментально.

Скорость передачи информации в частотно-временных системах в *зн/сек* по реальным каналам связи определим по формуле

$$R = \frac{1}{\bar{t}_к} = \frac{1}{n_в \bar{t}_{пос}}, \tag{2}$$

где $\bar{t}_к$ — средняя длительность кодовой комбинации;

$n_в$ — количество временных позиций в комбинации кода;

$\bar{t}_{пос}$ — средняя длительность одной посылки кодовой комбинации.

Определим скорость передачи информации адаптивной частотно-временной системы с решающей обратной связью при квитировании

каждой посылки кодовой комбинации. В такой системе по прямому каналу связи передается посылка не фиксированной длительности, которая поступает в прямой канал связи до тех пор, пока по обратному каналу не поступит сигнал подтверждения правильного приема «да», после чего по прямому каналу передается следующая посылка.

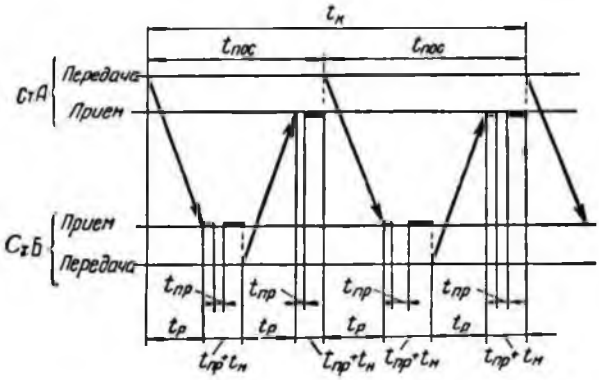
Скорость передачи этой системы в *зн/сек*

$$R = \frac{1}{n_в t_{пос}} (1 - P_{п.п}), \tag{3}$$

где $P_{п.п}$ — вероятность повторения посылки кодовой комбинации

$$P_{п.п} = P_п + P_{п.к}.$$

Здесь $P_п$ и $P_{п.к}$ — вероятность подавления посылки кодовой комбинации и квитирующей посылки.



В телефонных каналах $P_п \ll 1$ и $P_{п.к} \ll 1$ [2], поэтому $P_{п.п} \ll 1$ и практического влияния на скорость передачи системы не оказывает. Таким образом, выражение (3) примет вид (2).

На рисунке приведена диаграмма посылок рассматриваемой системы передачи с учетом $t_р$, $t_н$ и $t_{пр}$ при $n_в = 2$.

Построены диаграммы со следующими допущениями: время распространения сигналов в прямом и обратном каналах равны $t_{р1} = t_{р2} = t_р$; время нарастания колебаний на выходе фильтров приемника информационных и приемника квитирующих сигналов $t_{н1} = t_{н2} = t_н$.

Согласно диаграмме,

$$t_{пос} = 2t_р + 2t_н + 2t_{пр}, \tag{4}$$

или

$$t_{пос} = 2t_{пос_и}, \tag{5}$$

где

$$t_{пос_и} = t_р + t_н + t_{пр}.$$

Тогда выражение (2) можно записать так:

$$R_1 = \frac{1}{2n_в t_{пос_и}}. \tag{6}$$

По аналогии определим быстродействие и других частотно-временных систем передачи. Так, для системы с решающей обратной связью

при квитировании кодовой комбинации «в целом» скорость работы находим из выражения

$$R_2 = \frac{1}{(n_в + 1)\, t_{пос_0} + 2t_р}, \qquad (7)$$

где

$$t_{пос_0} = t_н + t_{пр}.$$

В системе передачи с информационной обратной связью (ИОС) при сравнении каждой посылки кодовой комбинации длительность посылки несколько больше из-за увеличения времени нарастания $t_н$, чем в системах с решающей обратной связью. Это объясняется большим, по сравнению с другими системами, количеством рабочих частот (в 1,5—2 раза), которые необходимо разместить в полосе пропускания телефонного канала связи. Поэтому для систем с ИОС можно записать

$$t_{н_и} = 1{,}5t_н.$$

Тогда

$$t_{пос_1} = 2t_р + 3t_н + 2t_{пр}, \qquad (8)$$

или

$$t_{пос_1} = 2t_{пос_н} + t_н. \qquad (9)$$

Окончательно скорость работы систем с ИОС, если учесть (2) и (9), определим по выражению

$$R_3 = \frac{1}{n_в (2t_{пос_н} + t_н)}. \qquad (10)$$

Равенства скоростей передачи системы с информационной обратной связью и системы с решающей обратной связью при квитировании каждой посылки кодовой комбинации можно добиться лишь расширением полосы частот, занимаемой системой в телефонном канале, либо использованием в качестве обратного канала дополнительного телефонного канала с шириной полосы частот, аналогичной прямому каналу связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. П. Дивногорцев. Экспериментальная проверка гипотезы кратковременных прерываний в телефонных каналах как источника импульсных помех. «Электросвязь», 1964, № 6.

2. В. В. Маслов. Выбор структуры системы передачи информации. Сб. докладов научно-технической конференции НТОРЭС им. А. С. Попова, посвященной 50-летию Советской власти. Киев, 1967.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОМЕХ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛИНИИ ДПР В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ДО 200 *КГЦ*

Е. Л. Емельянов

Харьков

Для электроснабжения линейно-распределенной нагрузки, расположенной вдоль железных дорог, применяют линии трехфазного тока 6, 10, 25 и 35 *кв* в трехпроводном исполнении, а также линии напряжением 25 *кв*, где в качестве третьего провода используют рельсы — линии ДПР (два провода — рельс).