

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.395.4

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВОЙНОЙ ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИИ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

Г.А. ТЕРЕЩЕНКО

РО "Белпочта"
ул. Курчатова, 2, Гомель 246000, Беларусь

Поступила в редакцию 9 апреля 2003

В сообщении представлены результаты решения задачи по нахождению методов модуляции, способных обеспечить разделение каналов по частоте. В качестве решения предлагается использовать двойную фазовую манипуляцию для построения многоканальных систем связи.

Ключевые слова: фазовая манипуляция, многоканальные системы связи.

Область автоматизации производственных процессов практически всех сфер деятельности за последние годы претерпела коренные изменения и значительно продвинулась вперед. Особая роль в этой связи уделяется оснащению локальными вычислительными сетями мелких структурных подразделений, входящих в единый комплекс, таких, например, как расчетно-кассовые центры, отделения почтовой и электрической связи и т. д.

Существующие на сегодняшний день технологии организации сетей (*Ethernet*, *Token Ring*) основаны на временном разделении каналов. Его принцип заключается в том, что тракт связи предоставляется для отдельных передач поочередно. Несмотря на широкое использование, этот метод имеет ряд серьезных недостатков [1]. Так, в сети *Ethernet* одновременная передача информации с двух и более станций невозможна — возникает коллизия. При повышении интенсивности обменов в сети частота таких столкновений возрастает, и время ожидания ответов на запросы увеличивается. Технология *Token Ring* лишена этого недостатка, но без резервных линий или устройства множественного доступа в случае обрыва линии сеть полностью выходит из строя. Кроме того, при увеличении количества абонентов в сети скорость передачи в ней значительно снижается. Альтернативой временному является метод частотного разделения каналов. Но для реализации данного метода необходимо создать сетку несущих частот, которую может обеспечить сложное радиотехническое устройство, имеющее в своем составе синтезатор частот. При этом его использование значительно усложняет схему [2].

Целью данного исследования является решение задачи по нахождению методов модуляции, способных обеспечить разделение каналов по частоте, базирующихся на использовании технических возможностей персональных компьютеров.

Анализ использования различных методов модуляции показал, что для решения данной задачи наиболее приемлемым является применение фазовой манипуляции [3]. Исследование однократной фазовой манипуляции показывает ограниченную возможность ее использования. При ней вся информация о сигнале (который по существу является одной из квадратурных составляющих исходного сигнала) заключена в его амплитуде. Чтобы получить полную информацию о сигнале, необходимо иметь две квадратурные составляющие. Для выделения двух

квадратурных компонентов сигнала в каждом канале необходимо ввести постоянный фазовый сдвиг на 90° на период от $T/2$ до T (разделить во времени квадратурные составляющие).

Для решения вопроса о возможности применения двойной фазовой манипуляции при построении многоканального комплекса проведен математический анализ работы устройства, в котором сигналы в каждом канале подвергаются двойной фазовой манипуляции. Структурная схема устройства приведена на рисунке.



Схема организации многоканального комплекса

Радиотехническое устройство (РТУ) должно обладать следующим набором функций: модуляцией; фильтрацией; детектированием; коммутацией.

Пусть опорный сигнал имеет вид $A \cos \omega_0 t$, где A — амплитуда генератора, $\omega_0/2\pi$ — несущая частота.

Сигнал с ЭВМ в тракте передачи представляется в виде $AK_{xi} \cos(\omega_0 t + \phi_{xi})$, где K_{xi} , ϕ_{xi} — коэффициенты, характеризующие амплитуду и фазовый сдвиг.

Далее сигналы подвергаются двойной фазовой манипуляции в каждом канале и приобретают вид

$$a_1(t) = \begin{cases} AK_{xi} \cos\left(\omega_0 t + \phi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \sin k \Omega_i t\right) & \text{ïðè } 0 \leq t < T_1/2, \\ AK_{xi} \sin\left(\omega_0 t + \phi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \sin k \Omega_i t\right) & \text{ïðè } T_1/2 \leq t < T_1. \end{cases}$$

где $\Omega_i/2\pi$ — частота фазовой манипуляции с индексом θ_1 (частота переключения секции, $0-180^\circ$); $1/T_1 = \Omega_0/2\pi$ — частота фазовой манипуляции с индексом θ_2 (с такой частотой переключается секция дискретного фазовращателя $0-90^\circ$).

Сигнал от всех каналов будет пропорционален выражению

$$a_2(t) = \begin{cases} A \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \cos\left(\omega_0 t + \phi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \sin k \Omega_i t\right) & \text{ïðè } 0 \leq t < T_1/2, \\ A \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \sin\left(\omega_0 t + \phi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \sin k \Omega_i t\right) & \text{ïðè } T_1/2 \leq t < T_1, \end{cases}$$

где n — количество рабочих станций.

После суммирования с опорным сигналом колебание приобретает вид

$$a_3(t) = \begin{cases} A \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \cos \left(\omega_0 t + \varphi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \text{sink}\Omega_i t \right) + A \cos \omega_0 t & \text{ïðè } 0 \leq t < T_1/2, \\ A \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \sin \left(\omega_0 t + \varphi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \text{sink}\Omega_i t \right) + A \cos \omega_0 t & \text{ïðè } T_1/2 \leq t < T_1. \end{cases}$$

Сигнал, пройдя квадратичный детектор, принимает вид

$$|a_3(t)|^2 = \begin{cases} \frac{2A^2}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \cos \left(\varphi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \text{sink}\Omega_i t \right) + A^2 + \frac{A^2}{n} \left(\sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \right)^2 & \text{ïðè } 0 \leq t < T_1/2, \\ \frac{2A^2}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \sin \left(\varphi_{xi} + \theta_1 \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{k} \text{sink}\Omega_i t \right) + A^2 + \frac{A^2}{n} \left(\sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \right)^2 & \text{ïðè } T_1/2 \leq t < T_1. \end{cases}$$

Дальнейшая обработка суммарного сигнала происходит за счет избирательности усилителя промежуточной частоты, на выходе которого сигнал примет вид

$$a_4(t) = \begin{cases} \frac{2A^2}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \sin \Omega_i t \sin \varphi_{xi} & \text{ïðè } 0 \leq t < T_1/2, \\ \frac{2A^2}{\sqrt{n}} \sum_{i=1,2,3}^n K_{xi} \sin \Omega_i t \cos \varphi_{xi} & \text{ïðè } T_1/2 \leq t < T. \end{cases}$$

В результате показана возможность разделения каналов, причем все эти каналы могут существовать одновременно, информация о фазе и амплитуде заложена в сигнале промежуточной частоты. Чтобы получить постоянную составляющую сигнала, в каждом из каналов необходимо провести детектирование, после чего выражение приобретает следующий вид:

$$a_4(t) = \begin{cases} \frac{2A^2}{\sqrt{n}} K_{xi} \frac{4}{\pi} \sin \varphi_{xi} & \text{ïðè } 0 \leq t < T_1/2, \\ \frac{2A^2}{\sqrt{n}} K_{xi} \frac{4}{\pi} \cos \varphi_{xi} & \text{ïðè } T_1/2 \leq t < T. \end{cases}$$

Для получения значения фазы сигнала и его амплитуды для каждого канала сигнал поступает в ЭВМ, где с помощью приведенных ниже преобразований получим амплитуду и фазу в каждом канале:

$$\varphi_n = \text{arctg} \frac{\frac{2A^2}{\sqrt{n}} K_{xi} \frac{4}{\pi} \sin \varphi_{xi}}{\frac{2A^2}{\sqrt{n}} K_{xi} \frac{4}{\pi} \cos \varphi_{xi}},$$

$$A_n = \sqrt{\left(\frac{2A^2}{\sqrt{n}} K_{xi} \frac{4}{\pi} \sin \varphi_{xi} \right)^2 + \left(\frac{2A^2}{\sqrt{n}} K_{xi} \frac{4}{\pi} \cos \varphi_{xi} \right)^2}.$$

Из приведенного математического анализа следует, что применение двойной фазовой манипуляции позволяет решить задачу организации многоканальной связи между несколькими рабочими станциями с использованием ПЭВМ как устройства, позволяющего выбирать для связи любой из частотных каналов и одновременно осуществлять контроль состояния передачи сигнала [4].

USING OF DOUBLE PHASE MANIPULATION FOR THE CONSTRUCTION OF MULTI-CHANNEL COMMUNICATION SYSTEMS

G.A. TERESHCHENKO

Abstract

The results of use of double phase manipulation for the organization of multi-channel communication between workstations are presented.

Литература

1. Компьютерные сети: Учебный курс: Официальное пособие Microsoft для самостоятельной подготовки: Пер. с англ. 2-е изд., испр. и доп. М., 1999.
2. Тюрин В.А., Листов В.Н., Дьяков Д.В. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. В.Л. Тюрина. М., 1980.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: В 2 т. М., 1966. Т.1.
4. Терещенко Г.А. // Изв. Белорус. инж. акад. 2001. № 1. С.134–135.