

Презентация на тему : «Теорема Котельникова»



ВЫПОЛНИЛ :
СТУДЕНТ КС 1-13
ШАБАЛОВ ВЛАДИМИР


Теорема отсчетов

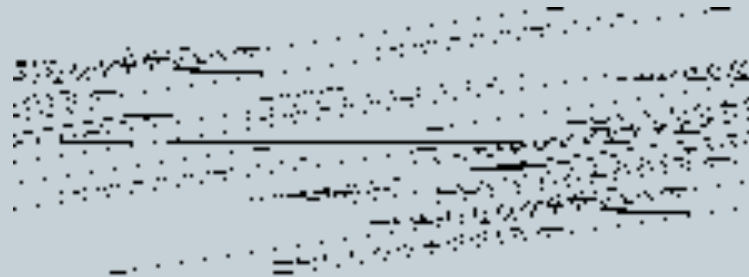


● В 1933 году В.А. Котельниковым доказана теорема отсчетов, имеющая важное значение в теории связи: непрерывный сигнал с ограниченным спектром можно точно восстановить (интерполировать) по его отсчетам взятым через интервалы $\frac{1}{2F}$, где F – верхняя частота спектра сигнала.

Ряд Котельникова



- В соответствии с этой теоремой сигнал  можно представить рядом Котельникова

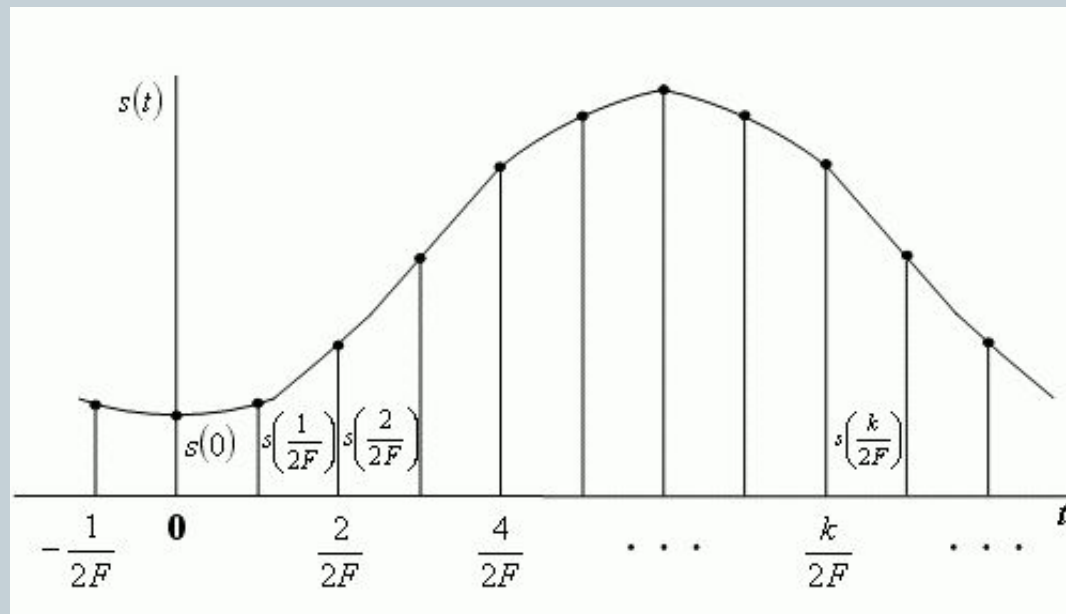


Сигнал



- Таким образом, сигнал $x[n]$, можно абсолютно точно представить с помощью последовательности отсчетов $x[n]$, заданных в дискретных точках nT_s

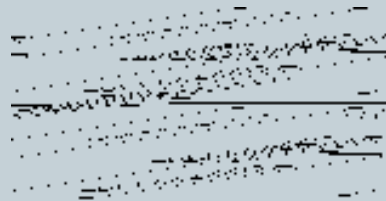
Сигнал и его отсчеты



Функции



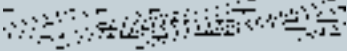
- Функции образуют ортогональный базис в пространстве сигналов, характеризующихся ограниченным спектром.



,если $\omega > \omega_m$ (при $\omega < \omega_m$)

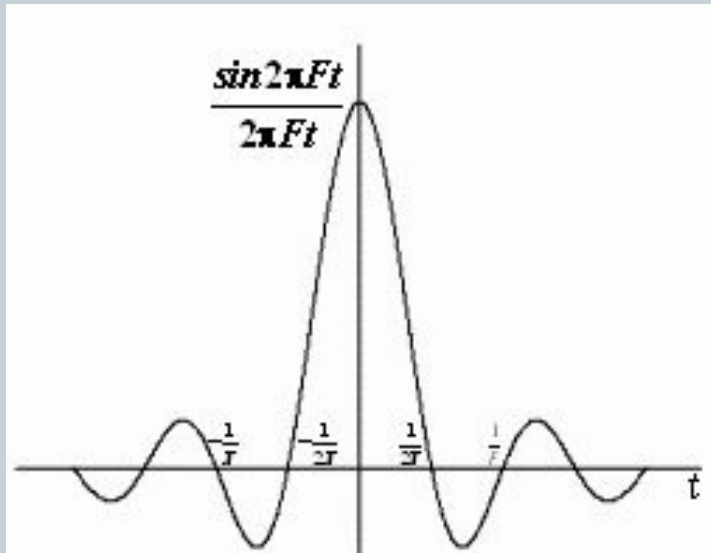
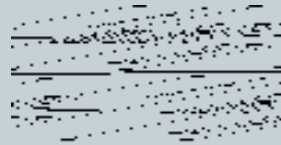
Диапазон частот



- Обычно для реальных сигналов можно указать диапазон частот, в пределах которого сосредоточена основная часть его энергии и которым определяется ширина спектра сигнала. В ряде случаев спектр сознательно сокращают. Это обусловлено тем, что аппаратура и линия связи должны иметь минимальную полосу частот. Сокращение спектра выполняют, исходя из допустимых искажений сигнала. Например, при телефонной связи хорошая разборчивость речи и узнаваемость абонента обеспечиваются при передаче сигналов в полосе частот 

Функция отсчетов

- Функция вида называется функцией отсчетов



- Она характеризуется следующими свойствами. Если $t = 0$, функция отсчетов имеет максимальное значение при $t = 0$, а в моменты времени $\frac{1}{2F}, \frac{1}{F}, \frac{3}{2F}, \frac{2}{F}, \dots$ она обращается в нуль; ширина главного лепестка функции отсчетов на нулевом уровне равна $\frac{1}{F}$, поэтому минимальная длительность импульса, который может существовать на выходной линии системы с полосой пропускания, равна $\frac{1}{F}$; функции отсчетов ортогональны на бесконечном интервале времени.

Способ дискретной передачи



- На основании теоремы Котельникова может быть предложен следующий способ дискретной передачи непрерывных сигналов:
- Для передачи непрерывного сигнала по каналу связи с полосой пропускания определим мгновенные значения сигнала в дискретные моменты времени, (t_n) . После этого передадим эти значения по каналу связи каким - либо из возможных способов и восстановим на приемной стороне переданные отсчеты. Для преобразования потока импульсных отсчетов в непрерывную функцию пропустим их через идеальный ФНЧ с граничной частотой $f_{гч}$.

Энергия сигнала



- Можно показать, что энергия сигнала находится по формуле :

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |s(t)|^2 dt$$

Выражение 1 :

- Для сигнала, ограниченного во времени, выражение (1) преобразуется к виду:

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |S(f)|^2 df$$

Выражение 2:

- Выражение (2) широко применяется в теории помехоустойчивого приема сигналов, но является приближенным, т.к. сигналы не могут быть одновременно ограничены по частоте и времени.

Спасибо за внимание!