Аналоговые и цифровые ВС и СПД

Д. В. Луцив

Кафедра системого программирования СПбГУ

CS-220 (231000)

Содержание

Перимущества аналоговых систем

Язык природы:

- Логарифмические рецепторные кривые: $\ln'_x x = \frac{1}{x}$, чем больше абсолютное значение, тем ниже точность.
- Относительная погрешность $\delta = \frac{\Delta}{S}$, где Δ – абсолютная погрешность, S – средний уровень сигнала.
- Компактность решения конкретной задачи.
- «Непрерывное» представление информации.

Недостатки аналоговых систем

- Субъективность.
- Проблемы преобразования:
  - коэффициенты нелинейности трактов (ряд Тейлора),
  - промежутки монотонности.

Нелинейные искажения

Пусть:

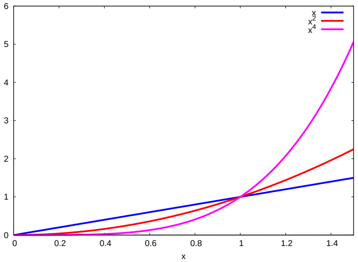
$$y = f(x) = c_{f0} + c_{f1}x + c_{f2}x^2 + r_f(x),$$

$$z = g(y) = c_{g0} + c_{g1}y + c_{g2}y^2 + r_g(y)$$

Тогда:

$$z = g \cdot f(x) = c_{g0} +$$

$$c_{g1}c_{f0} + \dots c_{f2}c_{g2}x^4 + \dots$$



История

По материалам из Большой Советской Энциклопедии

- Др. Греция — пантограф.
- Около 1600 г. — логарифмическая линейка.
- Около 1800 г. — сложные номограммы, например, для навигации — позволяют вычислять функции от многих переменных (температура смесей, площади стандартных фигур).
- В 1814 (Дж. Герман) — планиметр, ранее — курвиметры. Планиметр можно сделать из пивной банки. Теоретическое обоснование.
- 1940-е годы — операционные усилители, сначала на лампах, потом на полупроводниках.
- 1970-е постепенный спад.

Недостатки цифровых систем

- По началу (иногда - до сих пор) громоздкое оборудование.
- Символы вместо естественных значений.

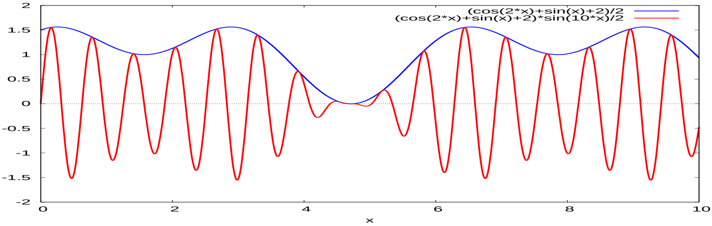
Перимущества цифровых систем

- Универсальность.
- С конца 50-х - программируемость (Фортран, Кобол, Алгол, Лисп).
- Модульность, откуда:
  - легкая сопрягаемость,
  - легко проектировать.

Амплитудная

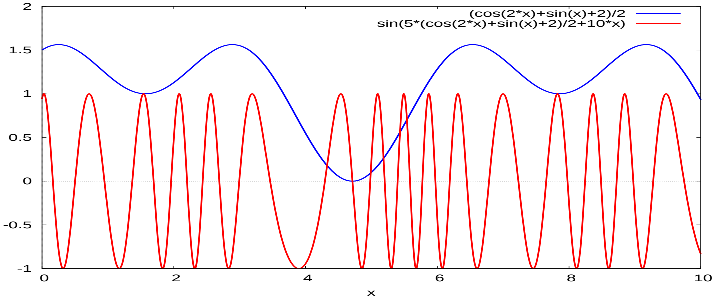
$$f\,(x) := \frac{sin\,(x) + cos\,(2\,x) + 2}{2}$$

$$s(x) = f\,(x)\sin 10x = \frac{(cos\,(2\,x) + sin\,(x) + 2)\;sin\,(10\,x)}{2}$$



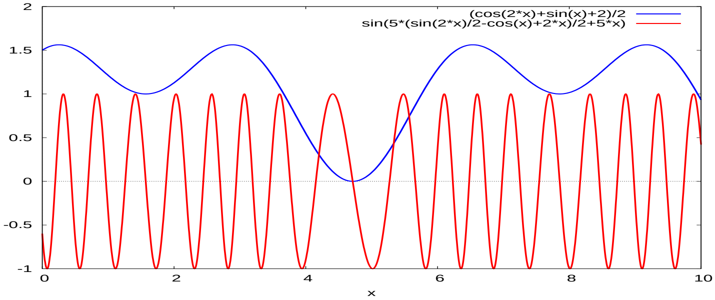
Фазовая

$$s(x) = sin(10x + 5f(x))$$



Частотная

$$s(x) = sin(5x + 5\left(\int_x f(x)\,dx\right))$$



Ёмкость каналов

Амплитудная модуляция

Уровень передаваемого сигнала должен быть не слишком высоким, чтобы не добавлять к сигналу мощных компонент других частот. Играет роль избирательность приёмника.

Частотная модуляция

$\omega \pm \delta\omega$ — ширина диапазона, $2\delta\omega$ — надёжное расстояние. Итого при заказанном диапазоне Ω каналов поместится $\frac{\Omega}{4\delta\omega}$.

Фазовая модуляция

Ширина канала ограничивает производную передаваемой функции, т.к. она определяет скорость сдвига сигнала по фазе, т.е. добавку к частоте.

Символьное пространство, шум

Число N в системе счисления с основанием b записывается приблизительно

$$\log_b N$$

цифрами.
M — емкость символьного пространства. Передаём x битов. В символах это будет $log_M(2^x)$.
Передаём 1 символ.

$$1 = \log_M(2^x) = \frac{\log_2(2^x)}{\log_2 M} = \frac{x}{\log_2 M}$$

$$x = \log_2 M$$

P бод (M уровней в секунду) — скорость передачи данных. Тогда:

$$V = P \log_2 M.$$

Символьное пространство, шум

Число N в системе счисления с основанием b записывается приблизительно

$$\log_b N$$

цифрами.
M — емкость символьного пространства. Передаём x битов. В символах это будет $log_M(2^x)$.
Передаём 1 символ.

$$1 = \log_M(2^x) = \frac{\log_2(2^x)}{\log_2 M} = \frac{x}{\log_2 M}$$

$$x = \log_2 M$$

P бод (M уровней в секунду) — скорость передачи данных.
Тогда:

$$V = P \log_2 M.$$

Символьное пространство, шум

Число N в системе счисления с основанием b записывается приблизительно

$$\log_b N$$

цифрами.
M — емкость символьного пространства. Передаём x битов. В символах это будет $log_M(2^x)$.
Передаём 1 символ.

$$1 = \log_M(2^x) = \frac{\log_2(2^x)}{\log_2 M} = \frac{x}{\log_2 M}$$
$$x = \log_2 M$$

P бод (M уровней в секунду) — скорость передачи данных. Тогда:

$$V = P \log_2 M.$$

Теорема Шеннона

M = 1+S/N, где S - мощность сигнала, N - мощность шума.
Без доказательства.
Таким образом,

$$V = P \log_2(1 + S/N).$$

Теорема Шеннона

M = 1+S/N, где S - мощность сигнала, N - мощность шума.
Без доказательства.
Таким образом,

$$V = P\log_2(1 + S/N).$$

Теорема Котельникова

$$P \leq \frac{1}{2} F,$$

где P - частота дискретизации информации, F - несущая частота

Без доказательства.

В итоге

Скорость передачи данных, (в секунду):

$$V \le \frac{1}{2} F \log_2(1 + S/N).$$

Вопросы

EDU.DLUCIV.NAME