

Модель измерителя отношения частот сигналов в среде VisSim

Иван СЫТЬКО,
к. т. н.

Схема измерителя отношения частот в среде VisSim представлена на рис. 1 и включает два преобразователя сигналов (1 и 2) сигналов, селектор (3), декадный счетчик (4), преобразователь «код-код» (5) и вспомогательные (отсчетное и управляющее) устройства.

Математическая модель измерения отношения частот имеет вид:

$$N_x = f_1/f_2, \quad (1)$$

где f_1 — напряжение сигнала синусоидальной формы с большей частотой; f_2 — напряжение сигнала синусоидальной формы с меньшей частотой.

Напряжение с большей частотой f_1 (10 кГц) подают на первый вход измерителя, и из него формируются счетные импульсы. Соответственно напряжение сигнала с меньшей частотой f_2 (1 кГц) поступает на второй вход и из него формируют строб-импульсы.

В результате число импульсов N_x , поступающих на вход декадного счетчика, будет пропорционально частоте f_1 и обратно пропорционально частоте f_2 .

Источниками погрешностей измерения отношения частот являются: погрешность дискретности; погрешность, обусловленная флуктуациями длительности строб-импульса из-за внешних помех, поступающих на второй вход измерителя совместно с сигналом частотой f_2 .

Для повышения точности измерения отношения частот в измерителе длительность строб-импульса увеличивают в $m = 10^n$ (где $n = 0-1-2-3-4$). Это позволяет снизить относительную погрешность из-за воздействия внешних помех и относительную погрешность дискретности.

Получена имитационная модель измерителя отношения частот сигналов с регулируемым временем измерения (быстродействием), а также зависимость точности (неопределенности) измерения отношения частот сигналов от длительности строб-импульса (времени измерения). В статье рассматриваются вопросы имитационного моделирования измерителя отношения частот. В качестве частотно-временных параметров, которые характеризуют сигналы, взяты частота и период повторения [1]. Однако при эксплуатации, испытаниях и исследовании радиоэлектронных систем различного назначения часто приходится измерять и отношение частот сигналов [2].

В общем виде относительная погрешность измерения отношения частот имеет вид:

$$\begin{aligned} \delta f_1/f_2 &= \sqrt{(\delta_{ш}^2 + \delta_{д}^2)} = \\ &= \sqrt{(0,003/m)^2 + (1/N_x \times m)^2}, \quad (2) \end{aligned}$$

где $\delta_{ш}$ — относительная погрешность из-за влияния внешних помех; $\delta_{д}$ — относительная погрешность дискретности, которая зависит от отношения частот f_1/f_2 и длительности строб-импульса.

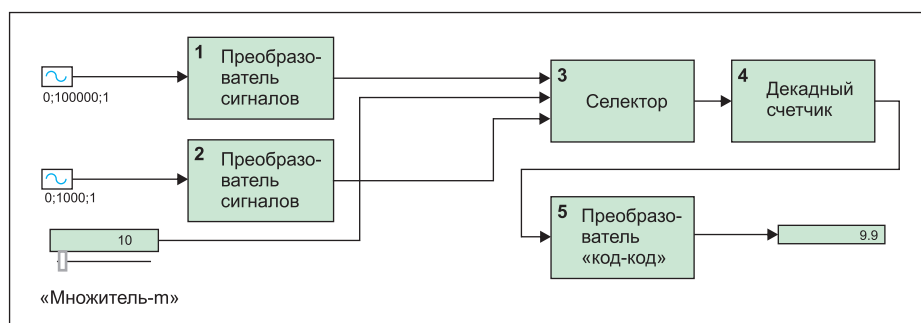


Рис. 1. Структурная схема измерителя отношения частот в среде VisSim

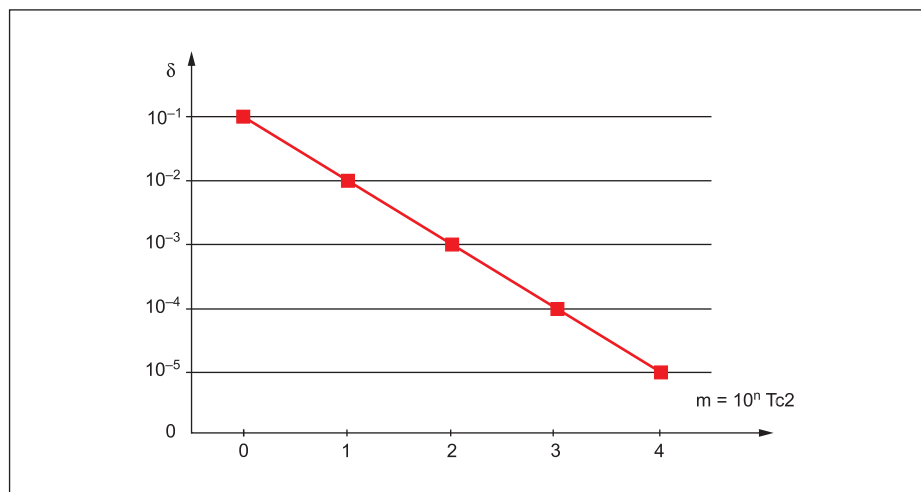


Рис. 2. Зависимости относительной погрешности измерения отношения частот сигналов в логарифмическом масштабе от длительности строб-импульса при частотах сигналов $f_1 = 10$ кГц и $f_2 = 1$ кГц

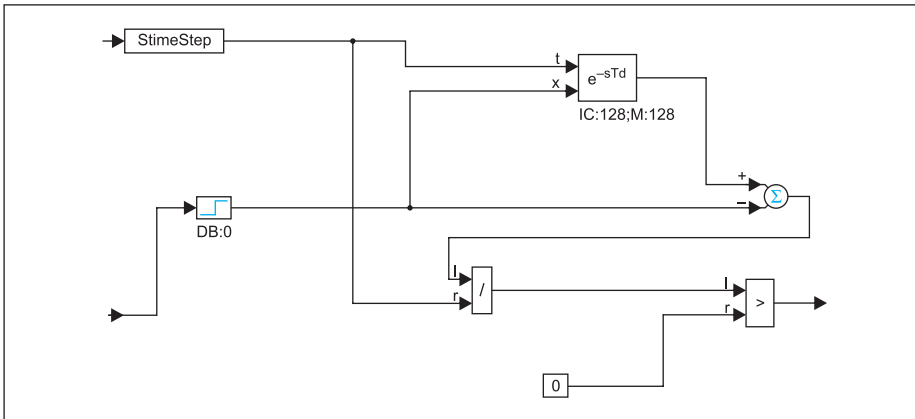


Рис. 3. Имитационная модель преобразователя сигналов

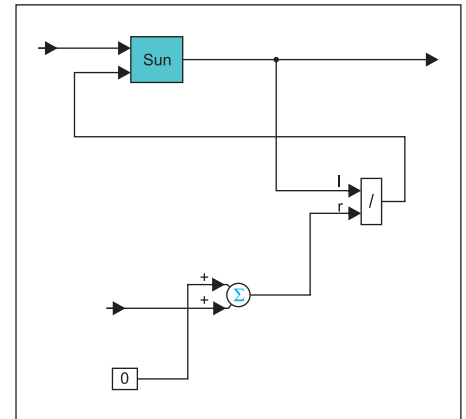


Рис. 4. Имитационная модель декадного счетчика

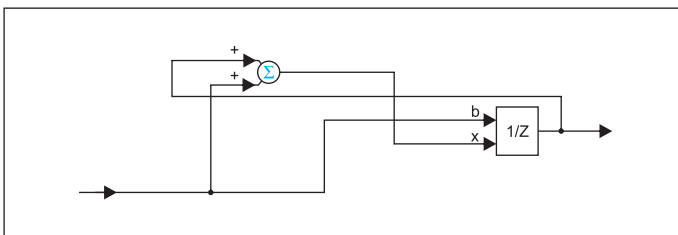


Рис. 5. Имитационная модель сумматора счетчика

График изменения относительной погрешности от длительности строб-импульса в логарифмическом масштабе при частотах сигналов $f_1 = 10$ кГц и $f_2 = 1$ кГц приведен на рис. 2.

На рис. 3–6 представлены имитационные модели преобразователей (1) и (2) сигналов в последовательность кратковременных импульсов, декадного счетчика (4) и сумматора (5), селектора (3).

Результаты исследования имитационной модели измерителя отношения частот при измерении отношения частот $f_1 = 10$ кГц и $f_2 = 1$ кГц сигналов синусоидальной формы при различной длительности строб-импульса (времени измерения) представлены на рис. 2.

Таким образом, точность измерения отношения частот зависит как от отношения частот, так и от длительности строб-импульса, которая равна периоду повторения сигнала частотой f_2 или кратна ему. ■

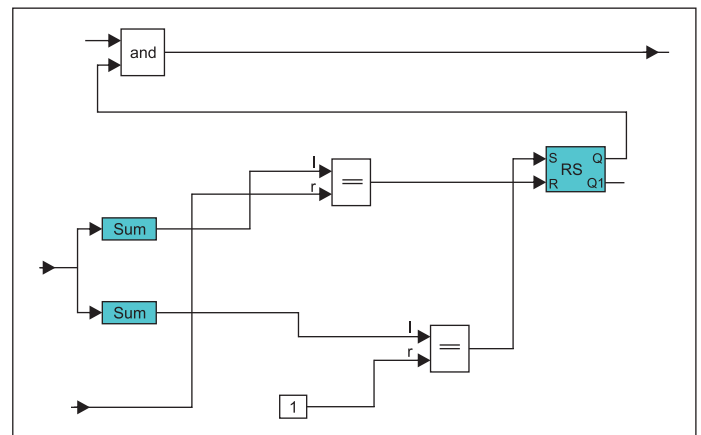


Рис. 6. Имитационная модель селектора

Литература

1. Винокуров В. И., Каплин С. И., Петелин И. Г. Электрорадиоизмерения: Учебное пособие для радиотехнич. спец. вузов / Под ред. В. И. Винокурова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1986.
2. Данилин А. А. Измерение в технике СВЧ: Учеб. пособие для вузов. М.: Радиотехника, 2008.