

Частотный метод анализа синтезаторной системы импульсно-фазовой автоподстройки частоты

Часть 3

Юрий Никитин (Санкт-Петербург)

В третьей части статьи приводится методика расчёта фильтрации помех кольцом АФАП с использованием конкретных примеров.

Для получения сетки частот используют различные системы синтеза частоты (ССЧ), в том числе и на основе колец импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП). Полезным продуктом ССЧ является выходное колебание. Поэтому к основным техническим характеристикам ССЧ относят уровень дискретных побочных спектральных составляющих (ДПСС) и значение фазового шума в выходном колебании при различных отстройках от несущего (выходного) колебания. Расчёт фильтрации помех синтезаторной системой ИФАП сводится к определению требований к петлевому фильтру нижних частот (ФНЧ) при безусловном учёте исходных факторов и обеспечении требуемых характеристик выходного колебания. Часть исходных параметров для расчёта необходимо задавать – выходной ток частотно-фазового детектора (ЧФД), число звеньев петлевого фильтра, полосу пропускания петли ИФАП; часть берётся из справочников и описаний микросхем.

Обобщённая структурная схема синтезаторного квазиастатического

кольца ИФАП (АФАП) показана на рисунке 1.

Исходные данные для расчёта кольца АФАП

Основные исходные данные для расчёта кольца АФАП следующие:

- диапазон синтезируемых частот $F_{\text{ВЫХ}} \equiv F_{\text{ОУТ}} = F_{\text{МИН}} \cdot F_{\text{МАКС}}$; $\Delta F \equiv F_{\Delta} = F_{\text{МАКС}} - F_{\text{МИН}}$;
- шаг сетки синтезируемых частот F_S ;
- частота опорного колебания $F_{\text{ОКГ}} \equiv F_{\text{ТСХО}}$;
- уровень дискретных ПСС, равных и кратных частоте сравнения в кольце $D_{\text{ПСС}}$;
- распределение уровня фазового шума при различных отстройках от выходного колебания (при необходимости);
- желательная полоса прозрачности кольца (частота среза кольца $F_{\text{СР}}$ или частота единичного усиления кольца);
- тип применяемой микросхемы АФАП и значение выходного тока ЧФД I_0 .

Расчёт кольца заканчивают определением требований к петлевому

ФНЧ – его АЧХ и ФЧХ – и, возможно, синтезом звеньев ФНЧ.

Значение выходной частоты можно определить по формуле:

$$F_{\text{ОУТ}} = \frac{N}{R} F_{\text{ТСХО}}, \quad (1)$$

где N и R – коэффициенты деления ДПКД и ДФКД соответственно.

Методику расчёта изложим с использованием двух примеров расчёта конкретных синтезаторных колец АФАП [1, 2]. Так, если нужно спроектировать гетеродин для приёмника базовой станции E-GSM900 880...915 МГц, при $F_{\text{ИПЧ}} = 240$ МГц и нижнем сопряжении получим диапазон синтезируемых частот $F_{\text{ВЫХ}} = F_{\text{МИН}} \cdot F_{\text{МАКС}} = 640 \dots 675$ МГц и полосу перестройки ПГ $F_{\Delta 1} = F_{\text{МАКС}} - F_{\text{МИН}} = 35$ МГц. С учётом температурной нестабильности ПГ и ухода частоты вследствие старения элементов, частоту перестройки F_{Δ} можно выбрать равной 40 МГц. Далее, в информационных материалах следует найти максимальную крутизну управляющей характеристики выбранного ПГ $K_{V1\text{МАКС}}$. Например, для генератора ROS-765 фирмы Mini-Circuits $K_{V\text{МАКС}} = 38$ МГц/В.

Для второго примера выберем октавный диапазон перестройки частоты в интервале от 900 МГц до 2150 МГц. Полосу перестройки $F_{\Delta 2}$ можно выбрать равной 1300 МГц. Максимальная крутизна управляющей характеристики ГУН типа ROS-2150VW фирмы Mini-Circuits составляет $K_{V2\text{МАКС}} = 82$ МГц/В.

Основные технические параметры указанных генераторов приведены в таблице 1. Запись «дБн/Гц» означает, что уровень фазового шума нормирован к уровню несущего (выходного) колебания ГУН и полосе анализа 1 Гц.

Для наших примеров выберем микросхему ФАПЧ типа ADF4118, обеспе-

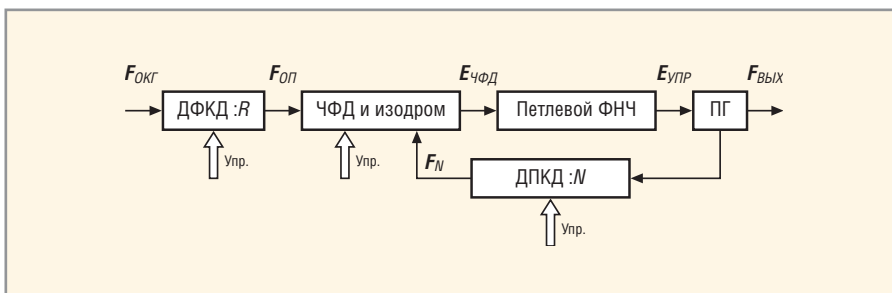


Рис. 1. Структурная схема синтезаторного квазиастатического кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты (АФАП)

Таблица 1. Основные технические параметры генераторов фирмы Mini-Circuits

Тип ПГ	Диапазон перестройки $F_{\text{вых}}$, МГц	Диапазон управляющего напряжения E_V , В	Крутизна управляющего напряжения K_V , МГц/В	Уровень фазового шума, дБн/Гц, при отстройке, кГц			
				1	10	100	1000
ROS-765	445...800	1...17	38...11	-74	-95	-115	-135
ROS-2150VW	950...2150	0,5...25	82...33	-70	-96	-118	-138

Таблица 2. Исходные параметры и результаты предварительных расчётов двух вариантов синтезаторных колец АФАП

№ варианта	Полоса перестройки F_{Δ} , МГц	Шаг сетки F_S , кГц	Кэффициент деления ДПКД, N	Полоса удержания F_V , кГц	Выходной ток ЧФД, мА	Размах выходного напряжения ЧФД E_D , В	Размах управляющего напряжения E_V , В
1	40	200	3200...3375	11,8...12,5	1	0,25...4,75	6...9,5
					0,25		
2	1300	200	4500...10 750	121...289	1	0,25...4,75	0,5...20
					0,25		

чивающую выходной ток ЧФД $I_0 = \pm 1$ мА или $I_0 = \pm 250$ мкА.

Предварительный расчёт

В таблицу 2 сведём исходные параметры и результаты предварительных расчётов по двум вариантам синтезаторных колец АФАП:

вариант 1 – диапазон частот 640...675 МГц;
вариант 2 – диапазон частот 900...2150 МГц.

Коэффициент деления N тракта приведения частоты ГУН:

$$N = \frac{F_{OUT}}{F_{REF}} \tag{2}$$

Приведённая к частоте сравнения полоса удержания (перестройки) ПП:

$$F_V = \frac{F_{\Delta}}{N} \tag{3}$$

Далее построим асимптотические логарифмические АЧХ для полосы перестройки ПГ и его полосы удержания – рисунок 2 и рисунок 3 соответственно. Графики на рисунке 2 показывают, во сколько раз ПГ будет усиливать помеху, приходящую (просачивающуюся) на его управляющий вход. Например, при полосе перестройки ПГ $F_{\Delta} = K_V E_V = 40$ МГц и частоте помехи $F_{П} = 1$ кГц кольцо усилит помеху в $K_{П} = F_{\Delta}/F_{П} = 40\ 000$ раз, т.е. на 92 дБ. Вот почему так важны грамотная разводка цепей управления ПГ и их экранирование прежде всего от низкочастотных помех, а также эффективная фильтрация помех по цепям питания.

Изодромное звено

Изодромным звеном условимся считать выходную цепь накачки заряда (Charge Pump) ЧФД, которая подсоединена к общей (земляной) шине через резистор $R_{ИЗ}$ и конденса-

тор $C_{ИЗ}$. Эквивалентная схема выходной цепи ЧФД и изодромного звена приведена на рисунке 4. Выходная цепь Charge Pump заменена генератором тока, потому что выходные ключи ЧФД практически весь период частоты сравнения находятся в разомкнутом состоянии, обеспечивая малые токи утечки.

После анализа приведённой на рисунке 4 эквивалентной схемы можно записать:

$$E_D = |I_0| \left(R_I + \frac{1}{j\omega C_I} \right)$$

или

$$K_D^I = \frac{E_D}{|I_0|} = \frac{1 + j\omega T_I}{j\omega C_I} \tag{4}$$

где $R_{ИЗ} \equiv R_I C_{ИЗ} \equiv C_I$; $T_I = R_I C_I$ – постоянная времени изодромного звена.

Если представить выходной ток детектора в виде $I_0 = E_D/(2R_0)$, где E_D – размах управляющего напряжения на выходе Charge Pump ЧФД, R_0 – внутреннее сопротивление открытого ключа Charge Pump, можно переписать выражение (4) в более удобном, безразмерном виде:

$$K_D^E = \frac{E_D}{E_0} = \frac{1 + j\omega T_I}{j\omega' T_D} = \frac{T_I}{T_D} + \frac{1}{j\omega' T_D} \tag{5}$$

где $T_D = R_0 C_I$ – постоянная времени интегратора ЧФД. На практике напряжение E_D меньше напряжения питания Charge Pump на 5...10%.

На рисунке 5 показана асимптотическая ЛАХ системы «Генератор подкачки заряда (Charge Pump) – изодромное звено», где $F_{ИЗ} = 1/T_{ИЗ} = 1/(2\pi R_{ИЗ} C_{ИЗ})$; $F_D = 1/T_D = 1/(2\pi R_{ИЗ} C_{ИЗ})$.

Мы переключаем ваше будущее!

КОНЦЕВЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
DIP-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
ДВИЖКОВЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
ТАКТОВЫЕ КНОПКИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Diptronics, тайваньский лидер в разработке и производстве переключателей, специализируется в этой области с 1985 г.

DIPTRONICS MANUFACTURING INC.
No. 110, Wugong 3rd Road, Wugu Shiang, 24889, Taipei County, Taiwan
Tel.: +886 2 2298 9123 http://www.dip.com.tw E-mail: dip@dip.com.tw

Speed & Technique
TS-16949
ISO 14001

Реклама

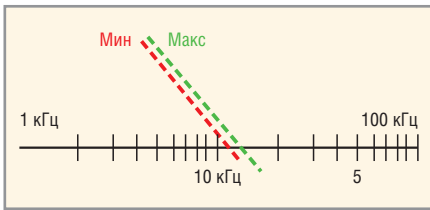


Рис. 2. Полоса перестройки F_{Δ} ПГ для варианта 1 таблицы 2

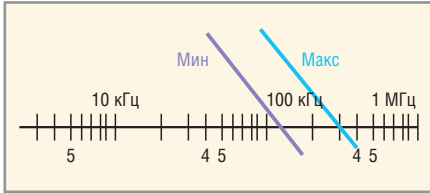


Рис. 3. Приведённая максимальная полоса удержания F_V для варианта 2 таблицы 2

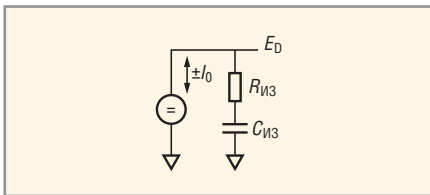


Рис. 4. Эквивалентная схема выхода ЧФД Charge Pump и издромного звена петлевого ФНЧ

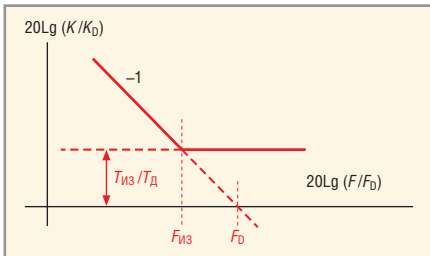


Рис. 5. Асимптотическая ЛАХ издромного звена

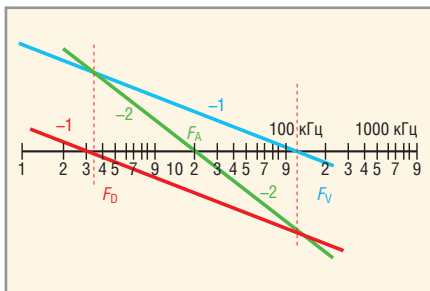


Рис. 6. Построение ЛАХ астатического бесфильтрового кольца с частотой среза F^* для варианта 2 таблицы 2

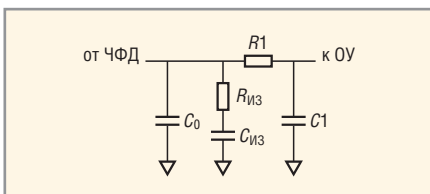


Рис. 7. Вариант построения «интегрированного» издромного звена и петлевого ФНЧ

ПОСТРОЕНИЕ ЛАХ

При построении ЛАХ кольца АФАП удобно разделить ЛАХ издромного звена на две части – ЛАХ идеального интегратора с частотой среза F_D и ЛАХ дифференцирующего звена с частотой среза $F_{ИЗ}$.

Частоту F_D будем считать частотой среза (частотой единичного усиления) ЧФД. Заметим, что постоянная времени ЧФД $T_D = R_0 C_{ИЗ}$ зависит как от выходного тока ЧФД, так и от значения ёмкости издромного звена $C_{ИЗ}$.

Далее, на ЛАХ «ПГ-интегратор» (см. рис. 3) строим ЛАХ «ЧФД-интегратор» и их суммарную ЛАХ, которая будет иметь отрицательный двойной наклон 40 дБ/дек (см. рисунок 6). Не следует забывать, что набег фазы одиночного интегратора равен $-\pi/2$, а у идеального двойного интегратора он составляет $-\pi$. Вот почему необходимо введение издромного (дифференцирующего) звена для сохранения устойчивости кольца.

Отметим и тот факт, что для конкретного коэффициента деления N точка F_V зафиксирована, в то время как точку F_D можно двигать, изменяя величину постоянной времени T_D . Соответственно, будет двигаться и точка F_A . Излом дифференцирующего (издромного) звена вводят для обеспечения запаса по фазе на частоте среза F_{CP} . Поскольку частота среза (единичного усиления) F_{CP} кольца АФАП изменится в зависимости от значения N , то наихудшее соотношение между частотой среза F_{CP} и частотой сравнения F_S будет при минимальном значении коэффициента N_{MIN} . Это означает, что при минимальном N частота F_{CP} максимальна и наиболее близка к F_S . Поэтому введение петлевого фильтра вызовет наибольший набег фазы на частоте среза кольца F_{CP} и, соответственно, уменьшит запас по фазе. К тому же требования к петлевому фильтру в этом случае будут наиболее жёсткими.

Из теории систем автоматического регулирования известно [3], что для обеспечения монотонности переходного процесса и приемлемого коэффициента колебательности (перерегулирования) M желательно не иметь изломов ЛАХ, расположенных на расстоянии $G_N^H = +14...20$ дБ и $G_N^H = -3...-8$ дБ от оси абсцисс, т.е. в интервале коэффициентов передачи $G_N(\omega)$ разомкнутой петли $H = +(14...20)...-(3...8)$ дБ.

Поскольку

$$F_A = \sqrt{F_D F_V}, \quad (6)$$

для частоты излома дифференцирующего звена можно записать

$$F_I^{II} = \frac{F_A}{\sqrt{H}}$$

и

$$F_D = \frac{F_{CP}^2}{HF_V}, \quad (7)$$

где $F_{CP} = F_I^{II} H$.

Для расчётов удобно воспользоваться следующей формулой:

$$\frac{F_{CP}}{F_D} = \frac{F_V}{F_I}. \quad (8)$$

Когда частота излома издромного звена расположена, например, на уровне $H = 14$ дБ, можно записать:

$$F_I^{14} = \frac{F_A}{\sqrt{5}} = \frac{F_A}{2,236} = 0,447 F_A, \quad (9)$$

а частоту среза (единичного усиления) кольца АФАП вычислить как

$$F_{CP}^{14} = F_I^{14} \times 5. \quad (10)$$

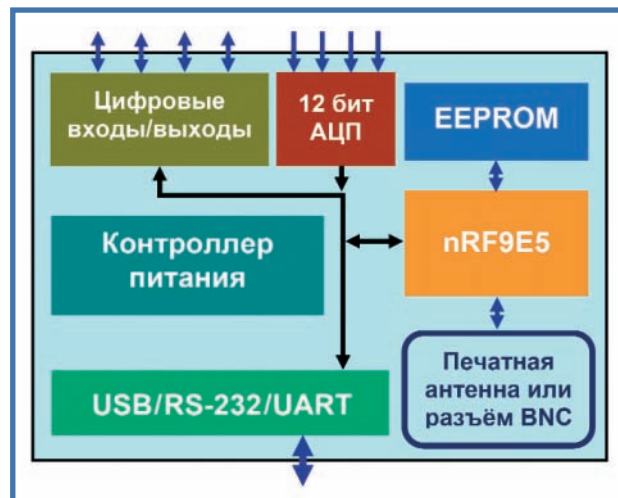
Заметим, что частоту F_{CP} мы выбираем самостоятельно, полагаясь на интуицию и опыт. Неоднозначное толкование допускает и выбор частоты среза F_D ЧФД [4].

Далее, в справочных данных на синтезатор находим значения тока утечки ключей Charge Pump и токов утечки элементов обвязки цепи управления частотой ГУН – прежде всего, буферного усилителя постоянного тока на ИОУ. Например, ток утечки Charge Pump микросхемы ADF4118 не превышает $I_{CP} = 1$ нА, а входной ток ИОУ типа AD820 не превышает 25 пА в рабочем диапазоне температур. Током утечки конденсатора издромного звена можно пренебречь из-за его малости, однако не следует пренебрегать шумом конденсатора издромного звена. При значении выходного тока ЧФД $I_0 = 250$ мкА подавление помех с частотой сравнения F_S в ЧФД составит не менее $I_{CP}/I_0 = 108$ дБ.

ПЕТЛЕВОЙ ФИЛЬТР

Бесфильтровое кольцо усиливает помеху, приходящую с управляющим напряжением, вследствие высокой крутизны K_V ПГ. В нашем примере

PWD-433 — универсальные радиомодули Фаствел



Характеристики PWD-433

- Диапазон частот: 430...435 МГц
- Максимальная мощность передачи: 10 дБм
- Чувствительность приёмника: -100 Дб
- Радиус действия: до 250 м
- Скорость передачи до 50 кбит/с (по радиоканалу)
- Индустриальный диапазон рабочих температур (-40...+85°C)
- Манчестерское кодирование сигнала
- Сквозное шифрование передаваемых данных
- Интерфейсы: USB/RS-232/UART
- Управление AT-командами
- 4 аналоговых входа (разрешение АЦП — 12 бит)
- 4 цифровых входа/выхода (нагрузка до 10 мА на вывод)
- Встроенный контроллер 8051 с возможностью программирования через JTAG

Типичные применения модулей PWD-433

- Автономные беспроводные датчики
- Системы дистанционного управления и контроля
- Беспроводные сети для передачи данных
- Системы «умный дом»
- Пожарно-охранная сигнализация



Доступен стартовый набор, а также программно-аппаратные средства для разработки и отладки встроенного ПО

Реклама

PROSOFT®

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

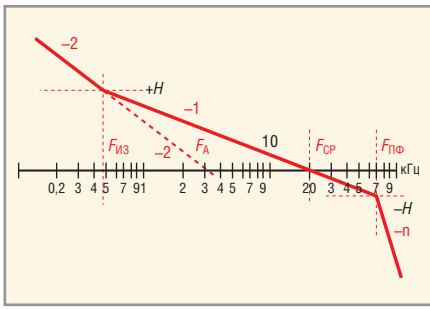


Рис. 8. Построение ЛАХ астатического кольца с частотой среза F_{CP} и n -звенным ФНЧ для варианта 2 таблицы 2

(строка 1 в таблице 2) помеха будет усилена в $40 \text{ МГц}/200 \text{ кГц} = 200$ раз, или на 46 дБ. В итоге уровень дискретной ПСС с частотой 200 кГц на выходе кольца не превысит $-108 + 46 = -62$ дБн.

В широкополосном синтезаторе (строка 2 в таблице 2) помеха будет усилена на 76 дБ в нижней точке диапазона. Поэтому уровень дискретных ПСС на его выходе составит всего -32 дБн.

Следовательно, в широкополосном кольце необходима дополнительная фильтрация помех петлевым ФНЧ. Если обратиться к рисунку 4 и формуле (5), можно увидеть виртуальный резистор R_0 . Подключение к выходу E_d дополнительного конденсатора C_0 позволяет реализовать RC-звено ФНЧ с частотой среза $F_0 = 1/(2\pi R_0 C_0)$ (см. рисунок 7).

Изодромное звено можно «нагрузить» дополнительным ФНЧ. Следует лишь проследить за тем, чтобы сопротивление R_I превышало значение $R_{ИЗ}$ не менее чем в 3...5 раз. Ошибка расчёта при этом не превысит 4...10%. Отметим, что при определении постоянных времени $T_{ИЗ}$ изодромного звена и T_d ЧФД под ёмкостью $C_{ИЗ}$ следует понимать сумму емкостей, подключенных к выходу ЧФД.

Частоты изломов $F_{ПФ}$ звеньев петлевого фильтра желательно располагать вне «охранной» зоны $H = -3...8$ дБ во избежание коэффициентов перерегулирования $M \geq 1,2$ при переключении частоты. Также не следует забывать, что фильтрация помех в импульсном кольце ФАП прекращается на половинной частоте сравнения.

Результаты расчёта исходных вариантов колец АФАП для наихудшей точки (при максимальной крутизне ПГ и минимальном коэффициенте деления ДПКД) сведём в таблицу 3.

Существуют два равноценных подхода к проектированию петлевого фильтра кольца АФАП. В первом случае разработчик задаёт частоту среза кольца F_{CP} и допустимый фазовый сдвиг в петле, т.е. набег фазы на частоте F_{CP} . Обычно выбирают суммарный фазовый сдвиг на частоте среза кольца $\approx 60^\circ$ [1, 3]. Учистывая, что

$$D_{ПФ} = n \times 20 \lg \frac{F_S}{2 \times F_{ПФ}},$$

$$\varphi_{ИЗ} = \arctg \frac{F_{ИЗ}}{F_{CP}},$$

$$\varphi_{ПФ} = n \arctg \frac{F_{CP}}{F_{ПФ}},$$

а $\varphi_{ИПТ} = -\pi/2 = \text{const}$ и должно выполняться условие:

$$\varphi_{ИЗ} + \varphi_{ПФ} \leq \pi/2 - \Delta\varphi, \quad (11)$$

где $\Delta\varphi$ – запас по фазе на частоте среза F_{CP} , получим условие для определения дополнительной фильтрации ДПФ помех с частотой сравнения $F_S/2$ n -звенным петлевым фильтром при выполнении заданных условий устойчивости

$$D_{ПФ} [\text{дБ}] = 20 \lg \left(\frac{F_S}{2 F_{CP}} \lg \frac{\varphi}{n} \right). \quad (12)$$

При таком подходе устойчивость кольца гарантирована, а величину дополнительной фильтрации помехи с частотой сравнения F_S ($F_S/2$) и её гармоник рассчитывают по формулам (8) – (12).

Возможное число звеньев петлевого фильтра приведено в таблице 4. Отметим лишь, что коэффициент передачи RC-ФНЧ вычисляют по формуле:

$$K_{ПФ} = (1 + \omega^2 T^2)^{-1/2} = 1/D_{ПФ},$$

где $D_{ПФ}$ – коэффициент подавления помех петлевым фильтром (В/В) в децибелах. Подавление однозвенным RC-фильтром помех с частотой сравнения составит:

$$D_{ПФ} = 20 \lg \left(\sqrt{1 + \frac{F_S^2}{F_{ПФ}^2}} \right).$$

Заметим, что в таблице 4 однозвенный петлевой ФНЧ с набегом фазы на частоту среза кольца $\approx 60^\circ$ не обеспечивает сохранения выбранного значения F_{CP} .

При втором подходе разработчик задаёт значение $D_{ПФ}$ требуемого (дополнительного) подавления кольцом (точнее, петлевым фильтром кольца) помехи с частотой сравнения (шага сетки) F_S и определяет частоту среза кольца F_{CP} . Для варианта реализации петлевого фильтра с фиксированным коэффициентом подавления $D_{ПФ}$ и безусловным обеспечением запаса по фазе можно получить выражение для расчёта частоты среза кольца АФАП:

$$F_{CP} = \frac{10^n}{2 D_{ПФ}} F_S \lg \frac{\varphi}{n}. \quad (13)$$

Наконец, при переключении синтезируемой частоты показатель колебательности M не превысит заданно-

Таблица 3. Результаты расчёта исходных вариантов колец АФАП для наихудшей точки

№ варианта	F_V , кГц	F_d , Гц	$F_{ИЗ}$, кГц	F_{CP} , кГц	Запас по фазе на частоте F_{CP}
1	11,85	$F_0^{14} = 6751$	$F_I^{14} = 4$	20	60°
		$F_0^{20} = 3375$			
2	120,93	$F_0^{14} = 661$	$F_I^{20} = 2$	20	60°
		$F_0^{20} = 331$			

Таблица 4. Результаты расчёта параметров петлевого фильтра

№ варианта	F_{CP} , кГц	Уровень излома H изодромного звена, дБ	Фазовый сдвиг от излома H на частоту F_{CP} , °	Число звеньев n петлевого фильтра	$F_{ПФ}$, Гц	Подавление петлевым фильтром частоты $F_S/2$, дБ
1	20	14	11,3	1	17 570	15,23
				2	44 192	15,73
				3	68 691	14,82
				4	92 700	13,41
				5	116 515	11,98
		20	5,71	1	14 371	16,94
				2	39 000	17,58
				3	61 190	16,94
				4	82 828	15,62
				5	104 270	14,16

го значения, если запас по фазе на частоте сравнения составит не менее

$$\Delta\psi = \arccos \frac{M}{2} \quad (14)$$

в том интервале частот, где

$$20 \lg \frac{M}{M+1} \leq H(\omega) \leq 20 \lg \frac{M}{M-1}, \quad (15)$$

т.е. в указанном диапазоне частот ФЧХ не должна заходить в область графика, ограниченную прямой -180° и кривой $-180^\circ + \Delta\psi$.

При использовании буферного усилителя целесообразно, во-первых, разделить звенья петлевого ФНЧ, поместив их как до, так и после ИОУ; во-вторых, реализовать на ИОУ усилитель постоянного тока с требуемым коэффициентом передачи; в-третьих, по возможности минимизировать этот коэффициент. Например, при построении узкополосного синтезатора целесообразно предусмотреть

цепь постоянного смещения, чтобы ограничить коэффициент передачи петлевого фильтра по постоянному току минимальным значением.

Обычно полученных в результате расчёта результатов достаточно для получения представления об основных параметрах проектируемого кольца АФАП. Для более детального построения характеристики распределения фазового шума в спектре выходного колебания необходимо располагать исходными характеристиками ОКГ и ПГ и, последовательно сдвигая частоту среза кольца, получить желательную результирующую характеристику.

Как правило, при расчёте кольца АФАП с ДДПКД приходится существенно корректировать параметры петлевого фильтра для обеспечения требуемого подавления помех дробности и сохранения устойчивости кольца во всём диапазоне изменения коэффициента деления N (см. рисунок 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные в статье частотные методы анализа и синтеза синтезаторных колец фазовой автоподстройки частоты позволяют при минимальных затратах времени и средств оценивать фильтрующие свойства проектируемых колец и строить АФАП с требуемыми характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

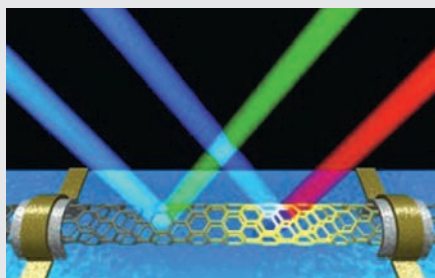
1. Шатири Д.Н., Паин А.А. Основы теории синтеза частот. Радио и связь, 1981.
2. Рыжков А.В., Попов В.Н. Синтезаторы частот в технике радиосвязи. Радио и связь, 1991.
3. Макаров И.М., Менский Б.М. Линейные автоматические системы. Машиностроение, 1977.
4. Гуревич И.Н., Зарецкий М.М., Никитин Ю.А. Анализ и расчет фильтрации помех астатической системой ФАП. Электросвязь. 1994. № 8. С. 8–10.



Новости мира News of the World Новости мира

IBM исследует электрическую плотность нанотрубок

Группа исследователей Watson Research Center, принадлежащего корпорации IBM, объявила о разработке технологии, позволяющей измерять распределение электрического заряда на углеродной трубке, диаметр которой не превышает 2 нм. Разработанная технология отражает глубину теоретического и практического понимания процессов, происходящих на наноуровне, и приблизит эру практического применения углеродных нанотрубок в микросхемах.



Предложенная техника измерения основывается на взаимодействии между электронами и фононами. Фононы или кванты колебательных движений атомов кристалла описывают величину «атомной вибрации», которая может определять термическую и электрическую проводимость вещества. В свою очередь, электроны являются переносчиками заряда и порождают электрический ток. Оба свойства могут стать основой для математических вычислений.

Во время исследования использовали явление, известное под названием комбинационного рассеяния света (эффект Рамана). Смысл последнего заключается в появлении в спектрах рассеянного света дополнительных линий, частота которых является комбинацией частоты первичного светового пучка и вращательной частоты (атомной вибрации) молекул вещества. Изменения частотных составляющих рассеянного светового пучка (его цвет, в первом приближении) свидетельствовали об изменении электрической плотности конкретного участка нанотрубки.

По мнению многих аналитиков, наноскопические углеродные трубки являются многообещающим материалом для строительства компактных и экономичных чипов, которые неизбежно придут на смену современным кремниевым микросхемам. Однако, для того чтобы ввести углеродные нанотрубки в практическое применение, разработчики должны сначала продемонстрировать высокую скорость, высокую плотность записи и низкое энергопотребление нанозлектрических схем, равно как и возможность их массового производства.

semiconductor.net

Seiko Epson выйдет на рынок OEL-панелей

Компания Seiko Epson сообщает о планах выхода на рынок органических электролюминесцентных (OEL) панелей, причём не последнюю роль в этом решении сыграла

жёсткая конкуренция на рынке жидкокристаллических телевизионных панелей. При этом успешно противостоять ЖК-дисплеям и плазменным панелям OEL-устройства смогут благодаря увеличенному времени жизни, чего исследователям совсем недавно удалось добиться. Так, стандартное время жизни OEL-панелей составляет 30 тыс. ч, тогда как аналогичный показатель для ЖК-решений и «плазмы» составляет 60 тыс. Теперь же эти цифры увеличены до значения 50 тыс. ч, и «органические» панели вплотную приблизились к конкурентам.

Однако у OEL-устройств есть и свои сильные стороны: невысокое энергопотребление, лучшая яркость и угол обзора в 180 градусов, чем не могут похвастать ЖК-панели. Ещё одной особенностью указанных устройств является компактность – Seiko Epson планирует в скором времени начать изготовление бизнес-мониторов с диагональю восемь дюймов, толщина которых составляет всего 2,8 мм. Эта особенность возможна благодаря отсутствию необходимости в использовании системы подсветки панели.

Но и конкуренты не желают отставать от Seiko Epson – известно, что компания Sony в начале декабря начнёт поставки первых OLED-дисплеев, стоимость которых составляет \$1700. Однако жидкокристаллические панели не собираются сдавать позиции – корпорация Sharp сообщила о разработке 52-дюймовой ЖК-панели толщиной всего два сантиметра.

physorg.com