

Универсальная микросхема для преобразования высокочастотного сигнала



НА БИПОЛЯРНОМ АНАЛОГОВОМ БМК РАЗРАБОТАНА МИКРОСХЕМА, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ДВУХ ПЕРМНОЖИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ (ОУ) С ДИАПАЗОНОМ ДОПУСТИМОГО ВХОДНОГО СИНФАЗНОГО СИГНАЛА, ВКЛЮЧАЮЩИМ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПИТАНИЯ. МИКРОСХЕМА ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫСОКУЮ ТОЧНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ПОЛОСУ ПРОПУСКАНИЯ БОЛЕЕ 500 МГц ДЛЯ РЯДА ИЗДЕЛИЙ: ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ, УПРАВЛЯЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЕМ УСИЛИТЕЛЕЙ, АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ И ДРУГИХ.

Аналоговые перемножители напряжения (АПН) являются универсальным блоком, используемым в регулируемых напряжением усилителях, активных фильтрах, преобразователях переменного напряжения в постоянное, видеоключах и др., — причём во многих случаях они

обеспечивают быстродействие, не достижимое другими способами [1]. Главные характеристики, определяющие конкурентоспособность АПН: большая полоса пропускания, высокая точность преобразования, относительно низкая стоимость, — достигаются за счёт их реали-

зации в виде монолитных ИС с лазерной подстройкой на кристалле сопротивлений основных резисторов. Однако во многих включениях, например, в среднеквадратическом преобразователе переменного напряжения в постоянное, требуется не абсолютная идентич-

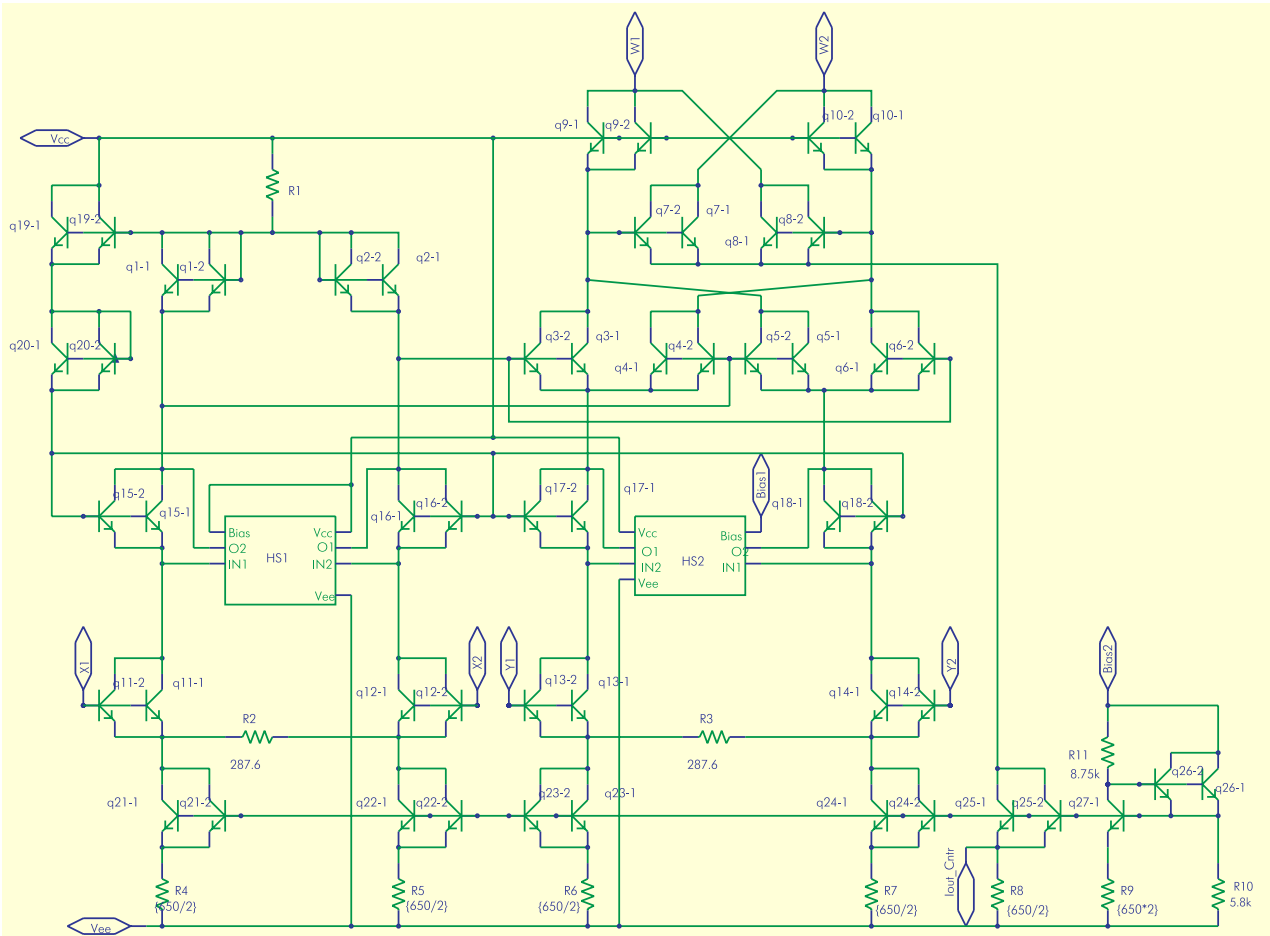
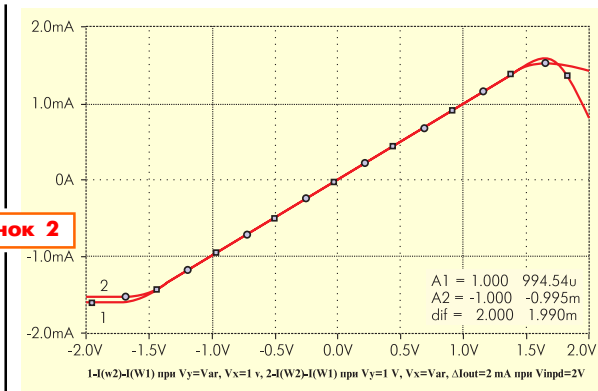


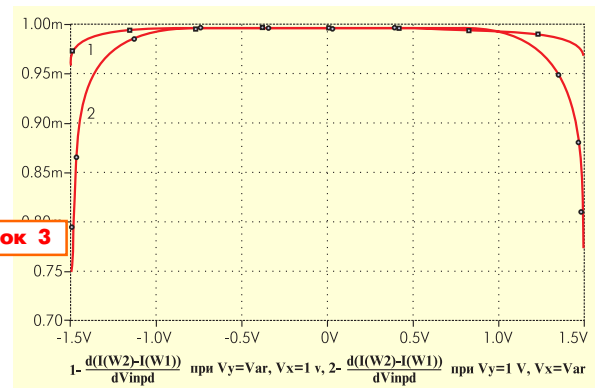
Рисунок 1 Схема электрическая принципиальная перемножителя ПН-1

Рисунок 2



Зависимость дифференциального выходного тока перемножителя ПН-2 от входного напряжения при максимальном прямом усилении:
1 — при управлении по каналу Y;
2 — при управлении по каналу X

Рисунок 3



Зависимость коэффициента передачи перемножителя ПН-2 от входного напряжения при максимальном прямом усилении:
1 — при управлении по каналу Y;
2 — при управлении по каналу X

ность характеристик, а только согласованные характеристики двух АПН. В этом случае, упростить включение ИС на печатной плате с одновременным значительным уменьшением стоимости готового изделия можно при наличии в одном корпусе двух согласованных по параметрам АПН. Разработку такой специализированной ИС проще всего выполнить на биполярном аналоговом БМК, который ранее хорошо зарекомендовал себя при проектировании широкого класса быстродействующих и малощумящих аналоговых ИС [2-5].

Микросхема для преобразования высокочастотного сигнала состоит из двух одинаковых широкополосных перемножителей напряжения, микромощного операционного усилителя и мощного выходного *n-p-n*-транзистора. Структура микросхемы выбрана на основе анализа разных схем включения перемножителя AD834 [1].

Особенностями ИС являются:

- раздельное положительное питание всех блоков, что позволяет минимизировать ток потребления за счёт отключения блоков, не используемых в конкретной схеме включения;
- возможность регулировки в каждом перемножителе суммарного тока потребления и, следовательно, быстродействия, а также равномерности амплитудно-частотной (АЧХ) характеристики и максимального дифференциального выходного тока;
- увеличение нагрузочной способности ОУ за счёт дополнительного *n-p-n*-транзистора эмиттерного повторителя;
- для ОУ допустимо: проводить балансировку напряжения смещения U_{off} подключением внешних резисторов; изменять рабочий ток входного дифференциального каскада для уменьшения шума ОУ; выполнять внешнюю частотную коррекцию;

- при использовании аналоговых ключей можно реализовать "спящий" режим работы всех блоков с минимальным током потребления.

Для применения в микросхеме разработаны два варианта перемножителей напряжения (ПН-1, ПН-2), микромощный (ОУ-1) и программируемый (ОУ-2) операционные усилители.

Перемножители имеют одинаковую схемотехническую конфигурацию и отличаются только режимом работы транзисторов. ПН-1 (рис. 1) близок по параметрам к AD834 и состоит из:

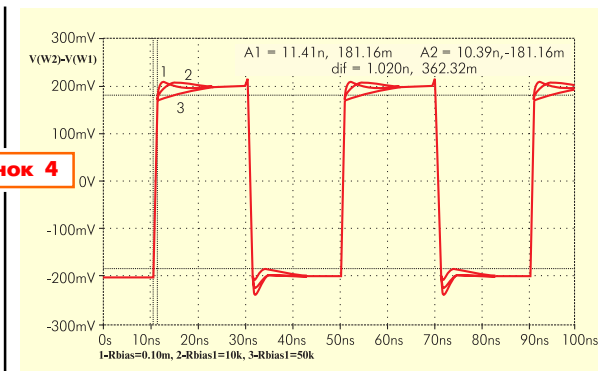
- преобразователя напряжения — ток X-канала Q11, Q12, R2 и Y-канала Q13, Q14, R3;
- каскодных транзисторов Q15-Q18 с цепью задания их смещения Q19, Q20;
- блока компенсации погрешности преобразования напряжения — ток X-канала HS1 и Y-канала HS2, в последнем возможна регулировка полосы пропускания за счёт включения внешнего резистора между Bias1 и V_{cc} ;
- перемножающей схемы Джилберта — Q1-Q6;
- токового усилителя Джилберта — Q7-Q10;
- многокаскадного источника тока Q21-Q27 с возможностью регулировки выходного тока при соединении Bias2 с V_{cc} через внешний резистор.

Основные параметры ПН-1, полученные при схемотехнической оптимизации, приведены в табл. 1.

Второй вариант перемножителя ПН-2 оптимизирован под стандартное напряжение питания $\pm 5 \text{ V}$, имеет выходной разностный ток $\pm 1 \text{ mA}$, скорость нарастания выходного сигнала более $250 \text{ V}/\mu\text{s}$ при значительно меньшей рассеиваемой мощности 100 mW .

Результаты параметрической оптимизации ПН-2, направленной главным образом на получение максимальной линейности передаточной характеристики, приведены на рис. 2-4.

Рисунок 4



Выходной импульс ПН-2 на 200 Ом нагрузочных резисторах при входном сигнале амплитудой 2 В и разной полосе пропускания блока компенсации погрешности HS2,
 $r_r = 0,362 \text{ В} / 1,02 \text{ нс} = 355 \text{ В}/\mu\text{кс}$

Таблица 1. Параметры перемножителя напряжения ПН-1

Наименование параметра	Величина
Напряжение питания, В	± 6
Максимальный входной дифференциальный сигнал, В	± 1
Максимальный входной синфазный сигнал, В	$\pm 1,2$
Максимальный выходной разностный ток между W1 и W2, мА	± 4
Максимальная скорость нарастания выходного сигнала, В/мкс	> 500
Рассеиваемая мощность, мВт	< 400

Таблица 2. Основные характеристики операционных усилителей

Наименование параметра	ОУ-2				ОУ-1
	Величина				
	Rbias = 0	Rbias = 500	Rbias = 2k	Rbias = 5k	
Icc, мА	2,05	0,909	0,470	0,342	0,019
Ku, дБ	71,4	71,3	69,5	68,1	99,7
Uoff, мкВ	47,68	517,9	857,9	1141	-160,4
ft, МГц	115,27	46,42	22,17	14,07	0,416
$\Delta\Phi$, град.	64,03	64,96	65,13	65,63	46,9
pr, В/мкс	55,04	26,33	12,97	8,71	—
pf, В/мкс	70,33	30,92	16,17	10,72	—

где pr и pf — скорости нарастания выходного напряжения на переднем и заднем фронтах, соответственно.

В качестве ОУ-1 использовался ранее разработанный микромощный ОУ [6], в котором для обеспечения работы с входным синфазным сигналом, равным положительному напряжению питания, входной *p-n-p* дифференциальный каскад (ДК) был заменён на *n-p-n* ДК.

В табл. 2 приведены полученные при моделировании характеристики ОУ, рекомендуемых для применения в ИС.

Из-за ограничения по рассеиваемой корпусом мощности, для реализации в микросхеме предпочтительно использование перемножителей ПН-2 и микромощного ОУ-1, хотя в обоснованных случаях возможен другой функциональный состав микросхемы, например, перемножитель ПН-1 и один или два программируемых ОУ.

Литература

1. AN-212 Analog Devices Application Note. Using the AD834 in DC to 500 MHz.
2. Дворников О.В., Чеховский В.А. Аналоговый биполярно-полевой БМК с расширенными функциональными возможностями // Chip News. 1999. № 2. С. 21–24.
3. Дворников О.В., Чеховский В.А. Применение биполярного БМК для проектирования аналоговых ИС. Часть 1. Микромощные малощумящие зарядочувствительные усилители // Chip News. 1999. № 5. С. 17–20.
4. Дворников О.В., Чеховский В.А. Применение биполярного БМК для проектирования аналоговых ИС. Часть 2. Быстродействующий зарядочувствительный усилитель-формирователь // Chip News. 1999. № 6. С. 12–15.
5. Дворников О.В., Чеховский В.А., Драчев Д.Е. Применение биполярного БМК для проектирования аналоговых ИС. Часть 3. Быстродействующий компаратор напряжения // Chip News. 1999. № 8. С. 18–19.
6. Дворников О.В. Счетверённый микромощный ОУ на биполярном БМК // Chip News. 2001. № 6. С. 50–52.