

Константин Староверов

НОВОЕ СЕМЕЙСТВО ОДНО- И ДВУХОСЕВЫХ ГИРОСКОПОВ



Рынок **MEMS-гироскопов** имеет огромный потенциал роста в секторах автомобильной, промышленной и потребительской электроники. Важными условиями для этого, помимо адекватных рабочих характеристик, являются сравнительно низкая цена и малые размеры. Особых успехов в этом направлении добилась компания **STMicroelectronics**, которая летом этого года представила новое семейство одно- и двухосевых гироскопов.

С практической точки зрения MEMS-гироскопы представляют собой датчики угловой скорости и, в дополнение к уже массово-выпускаемым MEMS-датчикам ускорения, позволяют полностью контролировать инерциальное движение. MEMS-гироскопы выпускаются уже достаточно давно, однако в силу сравнительно высокой цены и габаритов они долгое время не находили массового применения. Первые положительные сдвиги в направлении роста востребованности на рынке наметились несколько лет назад, когда стали актуальными различного рода автомобильные системы безопасности и обеспечения комфорта. В их числе – системы управления устойчивостью, навигационные системы, бортовые самописцы и др. Производителями MEMS-гироскопов на тот момент были компании **Analog Devices, Bosch, Fujitsu, Honeywell, Murata** и **Sensoror**. Позже, когда в результате совершенствования технологий производства и, как следствие, удешевления и миниатюризации гироскопов стали очевидными перспективы их использования в промышленных и, самое важное, в потребительских применениях,

список производителей был дополнен новыми игроками, в том числе **Melexis, InvenSense** и **STMicroelectronics**. Особый интерес в данном перечне представляет компания **STMicroelectronics (STM)**, так как по итогам продаж в 2008 году она признана мировым лидером в производстве датчиков движения [1].

MEMS-гироскопы, так же как и датчики ускорения, являются объединенным в одном корпусе блоком MEMS, который преобразовывает контролируемый

блоком MEMS гироскоп относится к камертонному типу (tuning fork). Его принцип действия основан на влиянии эффекта Кориолиса при вращении двух кремниевых масс, которые совершают колебания равной амплитуды, но в противоположных направлениях. Действие силы Кориолиса вызывает ортогональную вибрацию, которая приводит к смещению колеблющихся масс от плоскости тем больше, чем выше угловая скорость. Именно это смещение контролируется кристаллом ASIC как изменение электрической емкости.

MEMS-гироскопы могут контролировать вращение относительно одной или нескольких осей, в том числе, как показано на рисунке 1а, относительно продольной оси X (ось крена или roll), поперечной оси Y (ось тангажа или pitch)

В состав нового семейства **гироскопов STMicroelectronics** входят одноосевые (измерение относительно оси рысканья) и двухосевые (измерение относительно осей тангажа и крена, а также тангажа и рысканья) гироскопы с широкой шкалой измерений от 30 до 6000 град/с. Для сравнения, шкала измерений гироскопов **Analog Devices** ограничена 320 град/с, а **InvenSense** – 2000 град/с.

параметр в изменение электрической емкости, и специализированной микросхемы (ASIC), которая отслеживает изменение емкости и на этой основе формирует выходной сигнал. Реализуемый

и вертикальной оси Z (ось рыскания или yaw). При этом следует обратить внимание на то, что привязка осей соответствует определенному положению корпуса гироскопа в пространстве. Из этого следует, что, например, одноосевой гироскоп, предназначенный для контроля вращения относительно оси рыскания, при размещении, показанном на рисунке 1а, будет контролировать вращение относительно оси крена.

Представленное компанией **STM** новое семейство гироскопов показано на рисунке 2. Гироскопы **STM** имеют отличные параметры и надежность. Они предназначены для определения угловых перемещений в человеко-машинных интерфейсах, персональных, автомобильных и специальных

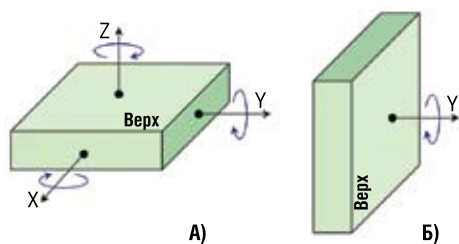


Рис. 1. Классификация осей контроля вращения у MEMS-гироскопов

Увеличение шкалы измерений	Yaw	Pitch+Roll	Pitch+Yaw
	Одноосевые	Двухосевые	Двухосевые
±6000±5000°/с	LY5150ALH	LPR5150AL	LPY5150AL
±5000±2000°/с	LY550ALH	LPR550AL	LPY550AL
±3000±1200°/с	LY530ALH	LPR530AL	LPY530AL
±1000±400°/с	LY510ALH	LPR510AL	LPY510AL
±300±120°/с	LY503ALH	LPR503AL	LPY503AL

Рис. 2. Новое семейство MEMS-гироскопов STM

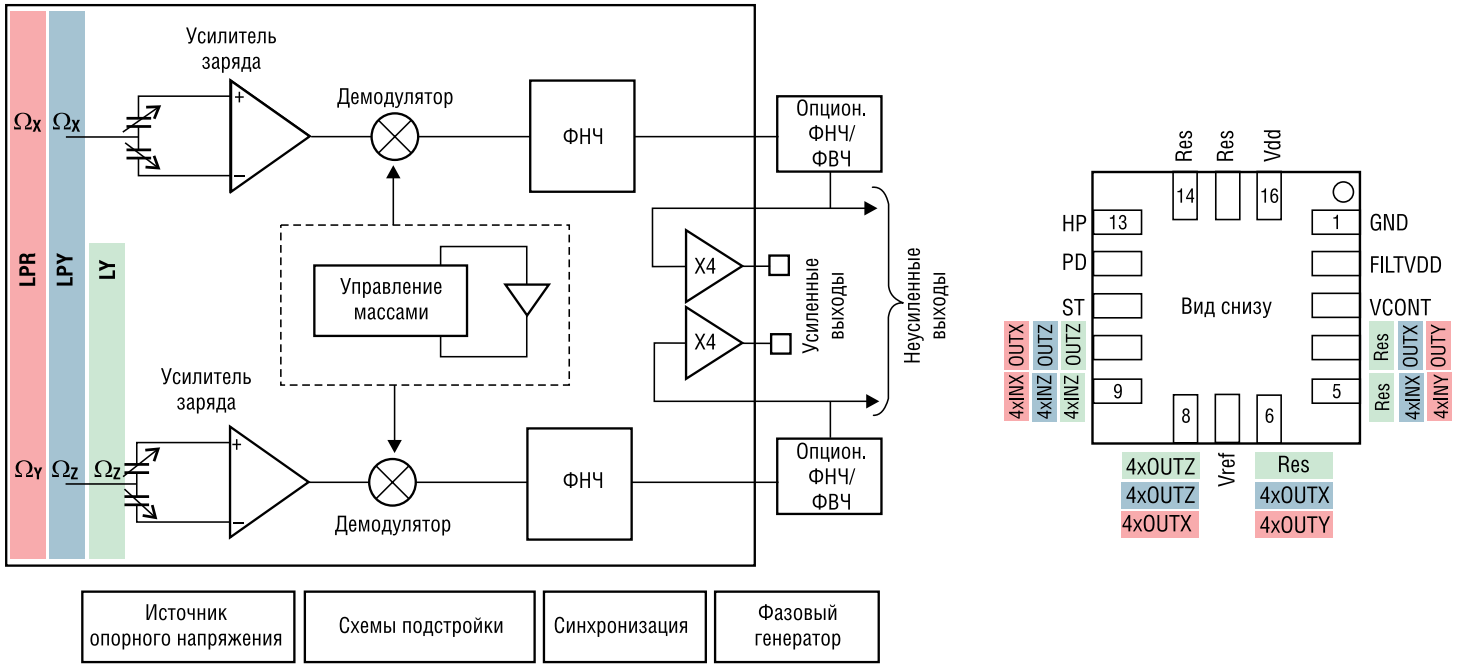


Рис. 3. Структурная схема и расположение выводов MEMS-гироскопов STM

навигационных системах, а также в фото- и видеоаппаратуре для стабилизации изображений. В этих применениях гироскопы являются отличным дополнением к датчикам ускорения, обеспечивая высочайшее качество выпускаемого оборудования.

В состав семейства входят одноосевые (измерение относительно оси рысканья) и двухосевые (измерение относительно осей тангажа и крена, а также тангажа и рысканья) гироскопы с широкой шкалой измерений от 30 до 6000 град/с. Для сравнения, шкала измерений гироскопов Analog Devices ограничена 320 град/с, а InvenSense – 2000 град/с.

Каждая измеряемая величина доступна на двух выходах одновременно: неусиленном и усиленном с четырехкратным усилением (см. рисунок 3). Наличие усиленного выхода повышает гибкость применения гироскопа, особенно в случаях, когда требуется высокоточное измерение. Подобная возможность поддерживается лишь у некоторых гироскопов InvenSense и отсутствует у Analog Devices.

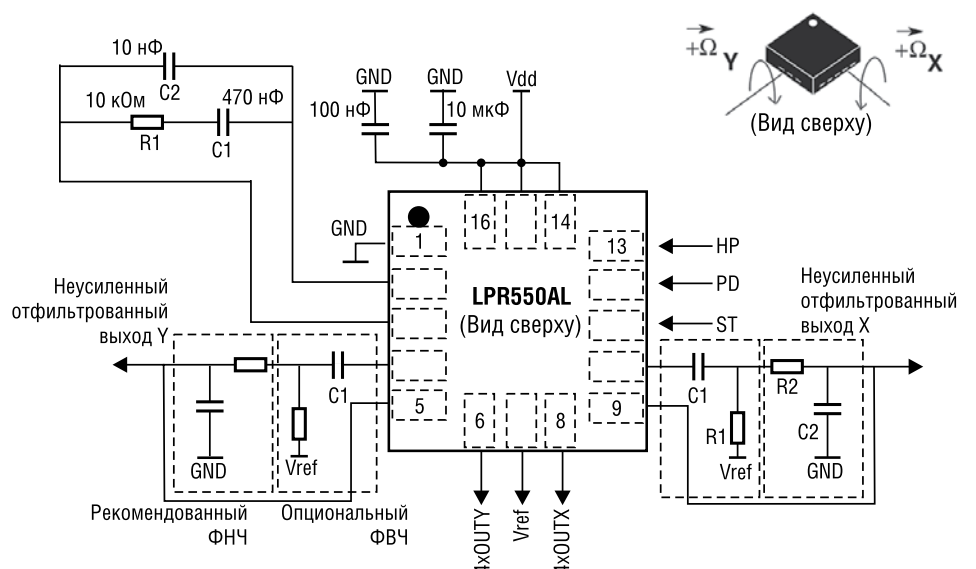
Список других преимуществ гироскопов STM продолжают:

- Высокая температурная стабильность (типичное изменение чувствительности 0,03...0,05%/°C);
- Малый уровень шума (0,014 град/сек/√Гц);
- Низковольтное питание с широким диапазоном напряжений (2,7...3,6 В);
- Экономичный режим работы;
- Встроенный фильтр низких частот в каждом канале формирования выходного сигнала;
- Встроенная логика самодиагностики, которая активизируется через

вывод ST и позволяет протестировать механические и электрические компоненты гироскопа. Подача высокого уровня на вход ST приводит к активизации электростатического поля, которое эмулирует действие силы Кориолиса по отношению к колеблющейся массе. При этом на выходе наблюдается изменение напряжения. Если оно лежит в пределах приведенных в документации границ, то это свидетельствует о надлежащей работе механических и электрических компонентов;

- Высокая стойкость к ударам (до 3000g длительностью 0,5 мс и 10000g длительностью 0,1 мс).

Для перевода гироскопа в экономичный режим работы предусмотрен вывод PD. Подача на этот вывод низкого уровня приводит к снижению потребляемого тока с типичного значения 6,8 мА до уровня не более 5 мкА. Данная возможность, наряду с поддержкой низковольтного питания и размещением в миниатюрном 16-выводном корпусе LGA с размерами всего лишь 5x5x1,5 мм, полностью соответствует



Типичные значения:
 R1=1 МОм
 C1=4,7 мкФ
 R2=33 кОм
 C2=2,2 нФ...2,2 мкФ

Рис. 4. Схема включения LPR550AL

требованиям к применимости в портативных устройствах с батарейным питанием. Для сравнения, занимаемая площадь ближайших аналогов составляет 49 мм², что практически вдвое больше. Также необходимо отметить, что используемый корпус совместим с требованиями ECOMPACT®, RoHS и “Green” и обеспечивает нормальную работу гироскопа в температурном диапазоне: -40...85°C.

Помимо малых размеров корпуса, еще одну возможность по миниатюризации конечного решения предоставляет высокая степень интеграции, которая на практическом уровне выражается в виде простой схемы включения. На рисунке 4 представлена схема включения двухосевого гироскопа (на примере LPR550AL). В непосредственной близости к гироскопу необходимо разместить два блокировочных конденсатора (керамический или полиэфировый емкостью 100 нФ, а также алюминиевый 10 мкФ). В дополнение к встроенному ФНЧ (140 Гц) на выходе рекомендуется установить еще один каскад пассивной низкочастотной фильтрации с приведенными на схеме параметрами. Опционально между каскадами низкочастотной фильтрации может быть установлен каскад ФВЧ. При

использовании данной опции полезной может оказаться функция сброса ФВЧ, которая активизируется подачей высокого уровня на вход НР. Установка каскада ФВЧ может повлечь за собой необходимость применения буферного усилителя на входе АЦП, если контролю подвергается сигнал с неусиленного выхода. Сигналы с усиленных выходов буферизируются внутренне и поэтому допускают непосредственное подключение ко входу АЦП. Доступность входа и выхода встроенного усилителя предоставляет пользователю дополнительную гибкость применения гироскопа. Так, например, если пользователь желает программно реализовать фильтрацию сигналов, но при этом оцифровывать усиленные сигналы, ему достаточно соединить перемычками попарно выходы 4, 5 и 9,10 и напрямую соединить усиленные выходы со входами АЦП. Поскольку гироскоп способен контролировать не только частоту вращения, но и его направление, важно учитывать, что при нулевой частоте вращения выходное напряжение равно напряжению встроенного источника опорного напряжения (1,23 В). Данное напряжение доступно на отдельном выводе Vref и его можно использовать в качестве ИОН для АЦП. Если встро-

енные усилители не используются, их входы необходимо привязать к фиксированным уровням (GND или Vref). Внешнюю обвязку гироскопа завершают компоненты ФНЧ между выводами 2 (FILTVDD) и 3 (VCONT). Они необходимы для обеспечения надлежащей работы встроенной схемы фазовой автоподстройки частоты, которая отвечает за синхронизацию внутренних компонентов.

Для оценки возможностей новых гироскопов и ускорению проектирования STM предлагает демонстрационные платы, на которых выходы гироскопа подключены к встроенному в микроконтроллер АЦП. Плата предусматривает подключение к ПК через шину USB и укомплектована программным обеспечением, которое позволяет оценить функциональные возможности гироскопа и изучить его всевозможные конфигурации.

Закключение

Представленное компанией STM семейство MEMS-гироскопов охватывает широкий диапазон контролируемых угловых скоростей от ±30 до ±6000 град/с относительно одной или двух осей одновременно. Благодаря малым размерам корпуса, простоте схемы включения, низковольтному питанию и малому электропотреблению в активном и экономичном режимах работы, гироскопы STM могут использоваться в портативной электронике с батарейным питанием. Высокая степень интеграции и сравнительно невысокая стоимость делают возможным использование новых гироскопов и в критичных к цене потребительских применениях. Кроме того, возможность работы в диапазоне температур: -40...85°C и высокая стойкость к ударам и вибрациям открывают перспективы использования гироскопов STM в промышленных применениях. И, наконец, гибкость использования гироскопов во всех этих применениях обеспечит выбранная STM внутренняя конфигурация каскадов обработки сигналов.

Более детальную информацию по гироскопам и прочим MEMS-датчикам STM можно найти по ссылке www.st.com/mems.

Литература

1. Райхман А. STMicroelectronics — мировой лидер в производстве датчиков движения // Новости электроники, 2009, №2. — С. 31.



НОВОЕ СЕМЕЙСТВО MEMS-ГИРОСКОПОВ

- Одно (LY)- и двухосевые (LPR и LPY)
- Шкала измерений от 30 до 6000 град/с



Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403



www.compel.ru

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: sensors.vesti@compel.ru