

Энергетические процессоры: компоненты APEX Microtechnology

Шаропин Ю.Б.

Статья посвящена продуктам фирмы **APEX Microtechnology**, известной на мировом рынке как лидер в производстве мощных операционных усилителей и мощных ШИМ-усилителей. Она будет интересна разработчикам программируемых источников питания, аудио усилителей, электроприводов, а также другим инженерам, заинтересованным в реализации высоковольтных и сильноточных электронных схем в интегральном исполнении.

APEX и ее продукты

Компания APEX Microtechnology (США) создана в 1980 году, двумя инженерами, покинувшими фирму Burr-Brown. Сейчас компания APEX стала мировым лидером в производстве сверхмощных операционных усилителей и гибридных микросхем, которые обеспечивают высокую надежность, по сравнению с аналогичными дискретными разработками. Нужно отметить, что само предприятие сертифицировано по стандарту менеджмента качества ISO9001, а его продукты по американскому военному стандарту MIL-PRF-38534 класса H, что говорит о высокой степени надежности и технологичности изделий фирмы APEX.

Основными видами продуктов фирмы APEX, являются: мощные линейные усилители, мощные усилители с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) и контроллеры управления электроприводами.

Современный этап развития электроники характеризуется тем, что при проектировании электронных средств различного назначения используются не дискретные компоненты, а законченные функциональные узлы, выполненные в виде интегральных схем. Такой подход позволяет значительно повысить статические, динамические, эксплуатационные и надежность показатели аппаратуры, существенно удешевить и сократить сроки ее проектирования.

Продукты фирмы APEX демонстрируют еще один этап интеграции в производстве мощных и сверхмощных интегральных и гибридных операционных и импульсных усилителей. Фирмой достигнуты рекордные энергетические показатели. Так, усилитель PA89 использует самое высокое питающее напряжение - 1200В. А модель PA142 имеет самое высокое питающее напряжение среди монолитных схем - 350В. Среди гибридных усилителей наибольшим выходным током в 50А обладают модели PA50A и PA52A при питающем напряжении в 200В. А усилитель PA45 имеет наибольший выходной ток 5А среди монолитных схем.

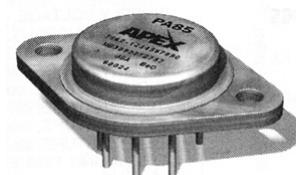
Компоненты фирмы APEX давно зарекомендовали себя в разработках таких известных фирм как Texas Instruments, Allegro MicroSystems, Kodak, и др. Многие производители полупроводников используют продукты APEX в системах тестирования и измерения.

Продукты фирмы APEX обеспечиваются полной технической документацией, примерами использования, комплектами для разработки, программами для расчетов параметров принципиальных схем и радиаторов, а также SPICE-моделями, что позволят разработчику легко вводить новый прибор в разрабатываемую схему.

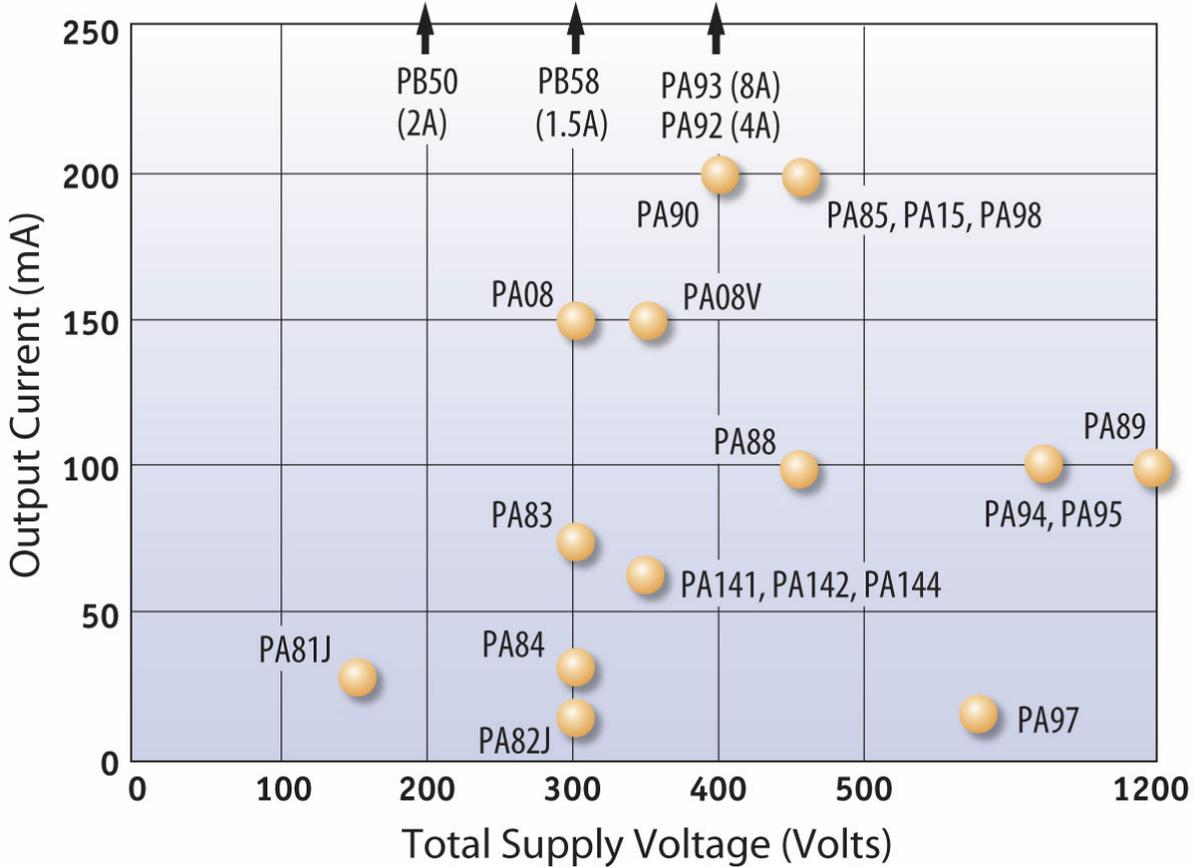
Рассмотрим основные виды продукции фирмы, их основные характеристики и области применения.

Линейные усилители

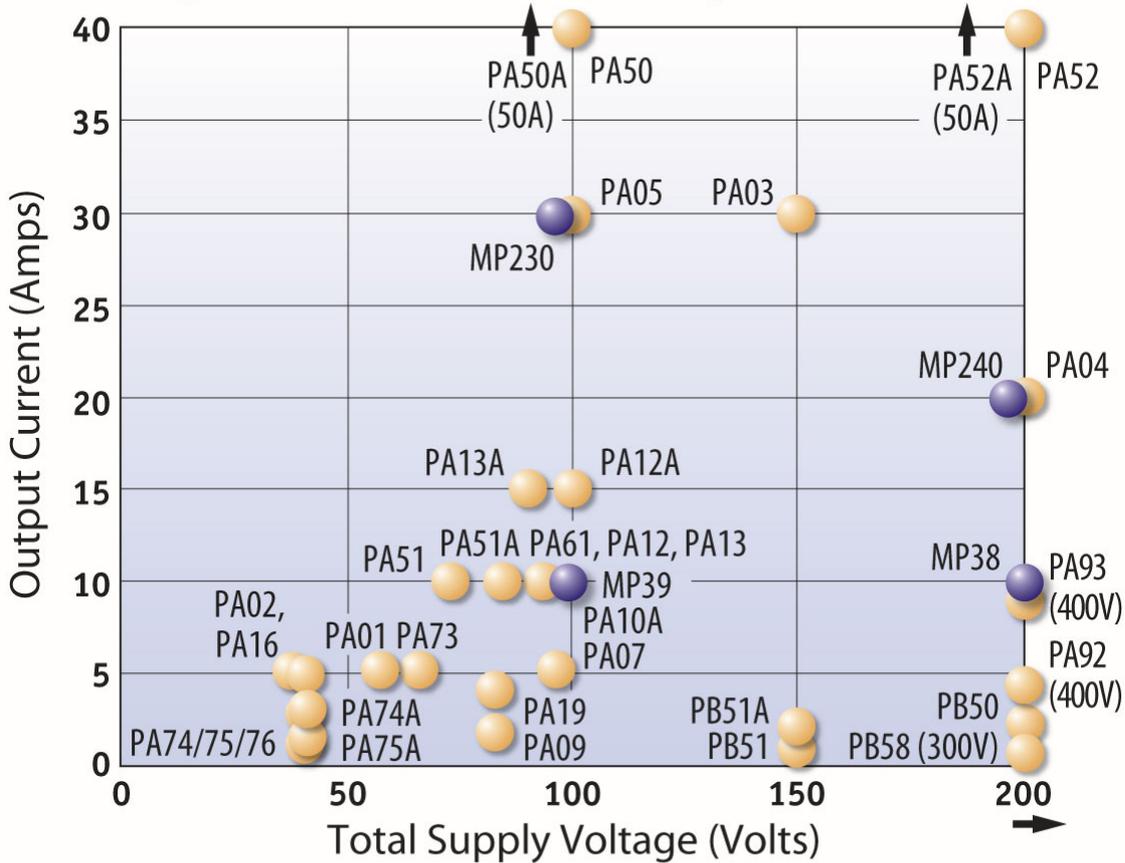
Наиболее развитой группой приборов являются операционные усилители, представленные 56-ю приборами. Как видно из диаграмм (рис.1) фирма APEX выпускает уникальные по своим параметрам высоковольтные и сильноточные усилители.



High Voltage Linear Amplifiers



High Current Linear Amplifiers



● = Open Frame Linear Amplifier

Рис. 1

К **высоковольтным** приборам можно отнести приборы с напряжением питания от 300В до 1200В. Основные области их применения – это высоковольтная аппаратура:

- системы электростатического отклонения,
- электростатические преобразователи (*транздюсеры*),
- программируемые источники питания,
- питание пьезоактюаторов (системы пьезоэлектрического позиционирования).

Рассмотрим подробнее микросхему PA89. Прибор PA89 является сверхвысоковольтным операционным усилителем, с выходными полевыми транзисторами, спроектированным на выходной ток до 75мА и выходным пиковым напряжением свыше 1000В. Усилитель может использоваться со всеми видами нагрузок, при соответствующем подборе ограничивающего сопротивления, он не имеет ограничения по вторичному пробое. Благодаря применению каскадной выходной цепи, достигнут коэффициент усиления 120dB (без обратной связи). Все внутренние смещения усилителя скомпенсированы источниками тока на зенеровских полевых транзисторах, что обеспечило широкий диапазон питающих напряжений и отличное подавление пульсаций питающего напряжения. Выходной каскад на полевых транзисторах работает в классе АВ. Большую гибкость применения обеспечивают внешние компенсирующие цепи. PA89 полностью протестирован по военному стандарту для очень длительного срока эксплуатации. Гибридная интегральная схема использует бериллиевую подложку (BeO), что минимизирует размер и повышает производительность. Сваренные ультразвуком алюминиевые проводники обеспечивают надежное соединение для всего диапазона рабочей температуры. Микросхема имеет специальный герметичный корпус.

Типичным применением этой микросхемы является управление пьезопреобразователями и пьезоэлементами (рис.2.). Оцените простоту применения!

Включая этот усилитель по мостовой схеме, появляется возможность подавать на пьезоэлемент пиковое напряжение $\pm 1000\text{В}$. Высокий коэффициент усиления –50 для А1 обеспечивает стабильность при емкостной нагрузке, а компенсирующие R и Cn при А2 – стабильность работы.

Предельно допустимые параметры PA89: напряжение питания $\pm 1200\text{В}$, выходной ток (в области безопасной работы) 100мА, рассеиваемая мощность без радиатора при 25°C 40Вт, входное дифференциальное напряжение $\pm 25\text{В}$, рабочий температурный диапазон $-55 \div 125^\circ\text{C}$.

К **сильноточным** приборам относятся приборы обеспечивающие выходной ток от 2А до 50А.

Основные их применения следующие:

- усилители-распределители видеосигналов;
- магнитные системы отклонения (в том числе высокоскоростные);
- системы накачки лазеров и мощных светодиодов;
- драйверы коаксиальных линий;
- драйверы линейных и роторных электродвигателей;
- управление различными исполнительными механизмами;
- программируемые источники питания,
- регуляторы мощности переменного и постоянного тока;
- сервоусилители постоянного тока;
- тестирующее оборудование в производстве полупроводников;
- схемы питания датчиков гидролокаторов (транздюсеров);
- промышленные аудио-усилители.

Рассмотрим основные технические характеристики наиболее мощного усилителя PA52. Его рассеивающая способность без радиатора 400Вт! Максимальный ток 40А, при его пиковом значении в 80А! Максимальная скорость нарастания входного напряжения 50В/мкс.

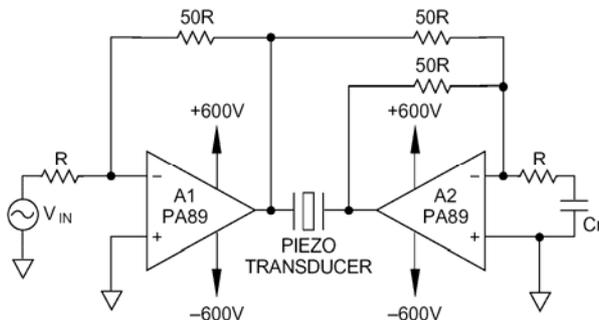


Рис. 2

Помимо рассмотренных верхних моделей операционных усилителей имеется большое количество других «средних» и менее дорогих моделей, которые могут быть эффективно использованы для подачи в нагрузку точного уровня энергии. Все приборы имеют широкий диапазон питающих напряжений и могут быть использованы в автомобилестроении, авиации и стандартной бытовой техники.

Еще одна категория линейных усилителей – это вспомогательные усилители (PB). Они предназначены для построения составных усилителей и для усиления малых сигналов от обычных операционных усилителей. Также фирмой выпускаются бескорпусные, более дешевые, мощные усилители (MP), сдвоенный высоковольтный усилитель MA01 и 17-канальный усилитель MA17.

Диапазон быстродействия выпускаемых усилителей составляет от 1,2 до 1000 В/мкс. Многие приборы оснащены цепями защиты по питанию и защитой от термических перегрузок.

Как известно, при мощностях потребления более 200Вт вопросы рассеяния мощности становятся большой проблемой. Использование ШИМ-усилителей позволяет избежать проблемы с рассеиванием большого количества тепла, так как они обладают большим КПД и следовательно, не потребляют так много мощности как линейные усилители.

ШИМ – усилители

Теоретический КПД импульсных усилителей (класс D) составляет 100%. КПД ШИМ-усилителей, достигнутый фирмой APREX, составляет 95%. Фирма представляет более 14 разнообразных моделей ШИМ-усилителей выполненных по гибридной технологии (рис.3), начиная от SA50, выходной ток 5А при напряжении питания 80В с полной отдаваемой мощностью 400Вт, до SA08 с выходным током 20А при напряжении питания 500В с полной отдаваемой мощностью 10кВт и это при габаритных размерах 41×40×2,3 мм!!!

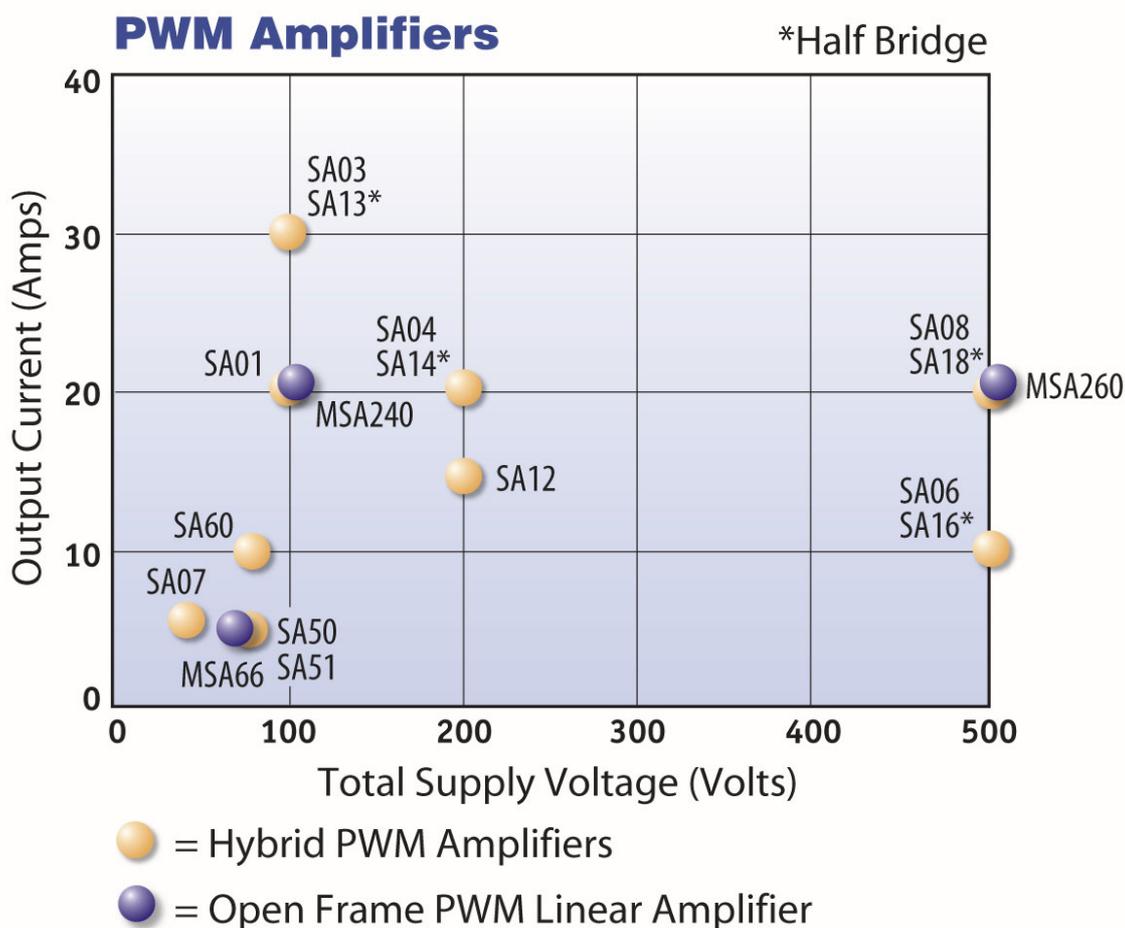
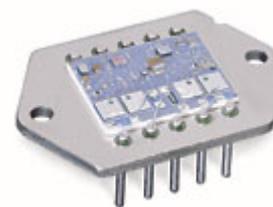


Рис. 3

К основным областям применения ШИМ- усилителей относятся:

- управление коллекторными электродвигателями;
- управление Пелетье-устройствами;
- питание катушек индуктивности;
- системы гашения вибрации;
- низкочастотные гидролокаторы;
- большие пьезо-элементы;
- управление импульсными сварочными аппаратами;
- высокоточные (высококачественные) аудио-усилители;
- активный магнитный пеленг.



Рассмотрим основные особенности ШИМ-усилителя SA08. Его структурная схема и пример включения приведены на рис.4. SA08 обладает выходным каскадом на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT), большим диапазоном питающего напряжения 16÷500В, может отдавать в нагрузку 20А при температуре корпуса 100°С, имеет три схемы защиты, может синхронизироваться внешним и внутренним генератором, не требующим внешних элементов, прост в управлении частотой генератора ШИМ.

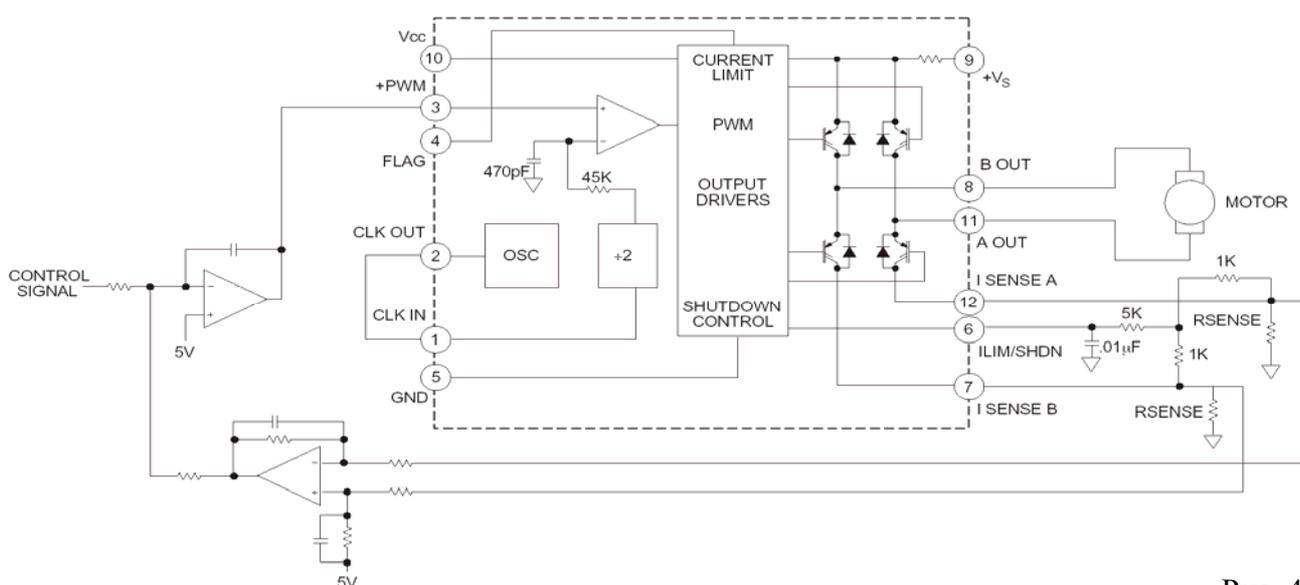


Рис. 4

Входной каскад генератора делит частоту на 2, которая обеспечивает переключающую частоту в 22,5 кГц. Генератор может быть также использован для синхронизации других усилителей. Значение амплитуды и направления токов для каждой половины моста, можно определить по выходам считывания токов (I SENSE A,B). Вход отключения (ISHDN) выключает все четыре транзистора Н-моста. Схема ограничения тока защищает усилитель от короткого замыкания на источник тока или землю и дополнительно на нагрузку. Непосредственным измерением температуры кристалла выход Н-моста IGBTs защищен от термических перегрузок. Герметичный 12- выводной корпус занимает всего 3 квадратных дюйма (18 кв. см.) пространства печатной платы.

Аналогом этого прибора является усилитель SA18, единственным его отличием является полумостовая выходная схема на IGBT-транзисторах.

Таковыми же по структурной организации, но рассчитанные на другие мощности, являются усилители SA06, SA16, S04, S14, S03, S13.

SA50, SA51 - более дешевые ШИМ-усилители способные выдать в нагрузку до 5А при однополярном напряжении питания 80В, без встроенного ШИМ, с поддержкой управления крутящим моментом по 4-х-квadrантному принципу. Также к классу недорогих, относится

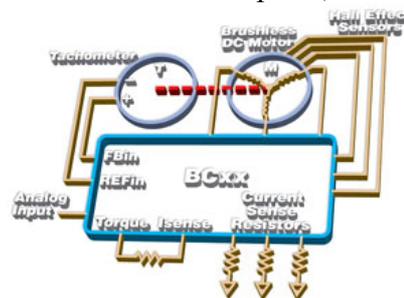
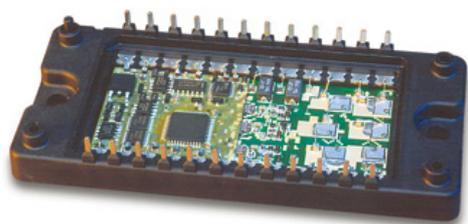
усилитель SA60, способный обеспечить ток нагрузки в 10А при питающем напряжении до 80В. Модулирующая частота этого усилителя обеспечивается встроенным таймером - до 125кГц, либо подается на соответствующий вход от внешнего генератора - до 250кГц. Его выходной каскад выполнен на полевых транзисторах соединенных по мостовой схеме.

SA01 отличается от остальных приборов, наличием встроенного усилителя сигнала рассогласования, при организации обратной связи, для управления скоростью коллекторных двигателей.

Усилители SA07 и SA12 с мощностью 200Вт и 3кВт, могут работать с частотой модуляции 500кГц и 200кГц соответственно, что позволяет использовать их в высококачественной аудиоаппаратуре.

Контроллеры управления электроприводом

Новой линейкой компании АРЕХ являются котроллеры управления бесколлекторными двигателями постоянного тока. Фирмой выпускается три изделия данной категории (табл.1).



Таб. 1

Наименование	Питание двигателя	Выходной ток пост.	Мощность двигателя max	Напряжение управления	Частота ШИМ
BC05	10-200V	5A	950W	10.8V до 16V	50KHz
BC10	10V-100V	10A	950W	10.8V до 16V	50KHz
BC20	50V-500V	20A	4500W	10.8V до 16V	20KHz

Контроллеры серии ВС обладают 3-х фазной мостовой схемой с 2-х или 4-х квадрантной ШИМ и выбираемой коммутацией 60° или 120°, с помощью встроенного логического блока. Контроллеры обеспечивают управление двигателем, генерацию ШИМ сигнала, управление коммутацией, усиление рассогласования и контроль токового считывания обмотки двигателя. Точковый выход управления двигателем может использоваться для регулировки скорости вращения двигателя или для управления усилителем тока. При использовании контроллеров серии ВС для управления 3-х фазными бесколлекторными двигателями, требуется только соответствующее питание, аналоговые входы управления и обратная связь от датчика Холла. 4-х квадрантный режим возможен в системах с открытой и закрытой обратной связью, а также 2-х квадрантное функционирование с управлением направления движения [2].

Средства разработки

Для разработки и проектирования схем фирма предоставляет: программное обеспечение для расчетов PowerDesigner, SPICE- модели для известного пакета схемотехнического моделирования, наборы для разработки (evolution kits), также предоставлены полная техническая документация на все приборы, библиотека типичных применений и материалы технического семинара. Все это, кроме наборов для разработчика, предоставляется бесплатно и можно найти на сайте производителя или на русскоязычном зеркале сайта (см. источники).

Средство проектирования Power Design представляет собой макрос для пакета MS Excel и предназначено для расчета уровней мощности, стабильности схемы и расчета фильтров. Power Design содержит таблицы по выбору, исходя из параметров напряжения, тока и частотных требований. Новое дополнение к Power Design - Inductor Design, предназначенное для расчета индуктивностей. Дополнительно, Power Design производит анализ компонентов ШИМ фильтров и основной расчет паразитных явлений для них. Так же, имеются таблицы, по выбору радиаторов исходя из условий температурного сопротивления и применяемого корпуса, что помогает провести верный расчет охлаждения.

Заключение

Фирма APEX разработала уникальные по своим параметрам интегральные и гибридные сверхмощные усилители. Необходимо отметить высокую надежность компонентов фирмы APEX. Это достигнуто тем, что инженеры APEX используют одну и ту же разработку для военного и коммерческого исполнения и оба типа устройств выпускаются на одних и тех же производственных линиях.

Применение компонентов фирмы APEX позволит разработчикам: значительно сократить время на разработку, значительно повысить надежность разработки, снизить стоимость проекта в целом, и в целом найти решение, которое было не возможно по причине его дороговизны в дискретном исполнении или просто невозможно по техническим причинам.

Источники

1. Сайт компании APEX: www.apexmicrotech.com
2. Русскоязычное зеркало сайта фирмы APEX: www.apexmicrotech.ru
3. Техническая документация (data sheet PA89: pa89u.pdf)
4. www.icquest.ru

За дополнительной информацией просим Вас обращаться в компанию "Квест"



info@icquest.ru www.icquest.ru

т./ф. (81378) 2-80-67, 3-27-55 Россия, г. Выборг