

Измеритель диаграммы направленности антенны

Андрей Иванов (Москва)

В статье описан стенд для измерения круговой диаграммы направленности, коэффициента направленного действия и коэффициента усиления антенны в заданной плоскости. Максимальный линейный размер антенны не должен превышать 0,3 м при дальности измерения 12 м и частоте излучения – от 8 до 12 ГГц. Погрешность измерения диаграммы направленности антенны в диапазоне 38 дБ составляет 0,5 дБ.

Метод измерения диаграммы направленности

Методы измерения диаграммы направленности (ДН) подразделяются на группы в соответствии с зоной (дальней, промежуточной, ближней) проведения измерений. Наиболее отработанными и простыми являются методы измерения в дальней зоне.

Когда говорят о диаграмме направленности антенны, обычно подразумевают диаграмму направленности антенны в дальней зоне. Граница дальней зоны определяется соотношением размеров антенны и длины волны:

$$r \geq 2 \frac{D^2}{\lambda},$$

где r – расстояние от фазового центра антенны; D – максимальный габаритный размер антенны (размер апертуры); λ – длина волны [1].

При большой длине волны или больших линейных размерах антенны для удовлетворения этому условию используют метод вышки и облетный метод на специально созданных полигонах. При малой длине волны и малых размерах антенны можно организовать измерения в

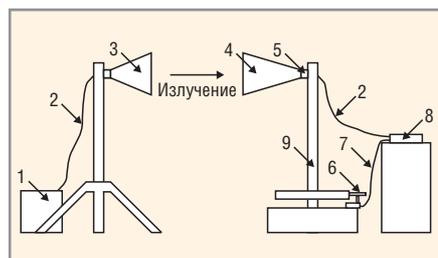


Рис. 1. Измерительный стенд

1 – генератор, 2 – СВЧ-кабель, 3 – передающая антенна, 4 – приёмная антенна, 5 – СВЧ-усилитель с детектором, 6 – угломер, 7 – кабели, 8 – измерительный модуль, 9 – вал ПУ

безэховых камерах, что и было сделано.

Состав стенда

Стенд для измерения ДН антенны (см. рис. 1) состоит из вспомогательной передающей антенны с генератором, поворотного устройства (ПУ), угломерного устройства, усилителя СВЧ и детектора, подключенных к выходу исследуемой антенны, а также модуля измерения ДН. Поворотное устройство выполнено в виде вала, в верхней части которого закреплена исследуемая антенна, работающая на приём, а в нижней части закреплён диск с делениями, соответствующими углу поворота антенны. Вал ПУ установлен на платформе, которая позволяет ему вращаться. Диск ПУ и угломерное устройство находятся в зацеплении.

Передающая антенна неподвижна и удалена от исследуемой антенны на расстояние 12 м, что соответствует условию дальней зоны. Антенны находятся на одном уровне. В качестве передающей антенны используется рупорная антенна. Её излучение поляризовано в азимутальной плоскости. Если поляризационная характеристика приёмной антенны известна, то необходимо разместить её так, чтобы антенны оказались согласованными. В более сложных случаях, когда поляризационная характеристика неизвестна, измерения выполняются для двух главных осей антенны.

Структурная схема измерения ДН антенны приведена на рисунке 2. Так как при слабых сигналах детектор имеет квадратичную вольтамперную характеристику, показания модуля измерения соответствуют квадрату напряжённости поля

(к квадрату огибающей СВЧ-сигнала), наводимого в исследуемой антенне.

Для снятия характеристики направленности исследуемую антенну вращают по азимуту до полного оборота. Значения ДН измеряются модулем автоматически с шагом 1 градус. Накопленные данные по команде оператора записываются в энергонезависимую память и позже могут быть переданы на ЭВМ через USB-программатор или COM-порт. После обработки данных на ЭВМ строится одномерная ДН в заданной плоскости.

Выбор и реализация угломера

Датчики угла поворота могут иметь самую разную конструкцию – поворотные резисторы, сельсины, магнетины, поворотные трансформаторы и индуктосины. Из множества приборов для стенда был выбран датчик угла поворота на основе прецизионного 10-оборотного резистора 3590S-2-503 фирмы Bourne с номинальным сопротивлением 50 кОм и линейной характеристикой. Многооборотный резистор включен по схеме делителя напряжения.

Угломер (см. рис. 3) состоит из многооборотного резистора, ролика, крепёжной рамы и системы сцепления на основе пружины. Крепёжная рама крепится к платформе. Чтобы диапазон измерения угла поворота составил 360°, диаметр ролика должен составлять не менее 10% диаметра диска ПУ. Для увеличения помехозащищённости питания от модуля поступает по витой паре (первый провод +5 В, второй – земляной), и выходной сигнал угломера также отводится по витой паре (первый провод – сигнальный, второй – земляной).

Структура измерительного модуля

Сигналы с детектора и угломера поступают на измерительный модуль. Поскольку диапазон измерения достаточно широк, необходимо ди-

намически изменять коэффициент усиления измерительного модуля. Сигнал с детектора поступает на первый усилитель с управляемым коэффициентом усиления. Схема усилителя приведена на рисунке 4. Коэффициент передачи ИОУ AD622 задаётся подключаемым установочным сопротивлением. Аналоговый ключ МАХ318 по управляющему сигналу от микроконтроллера изменяет установочное сопротивление, подключая параллельный резистор. На входе усилителя установлен полосовой фильтр на частоту 10 кГц (центральная частота сигнала на выходе детектора). Коэффициент передачи усилителя определяется по следующей формуле:

$$G = 1 + \frac{50,5 \text{ кОм}}{R_G}$$

и может изменяться в диапазоне 2...1000 В/В (1 В/В без подключённых резисторов, $R_G \rightarrow \infty$). При использовании одного каскада усиления можно изменением коэффициента передачи получить два различных диапазона измерения, при использо-



Рис. 2. Структурная схема измерения ДН антенны

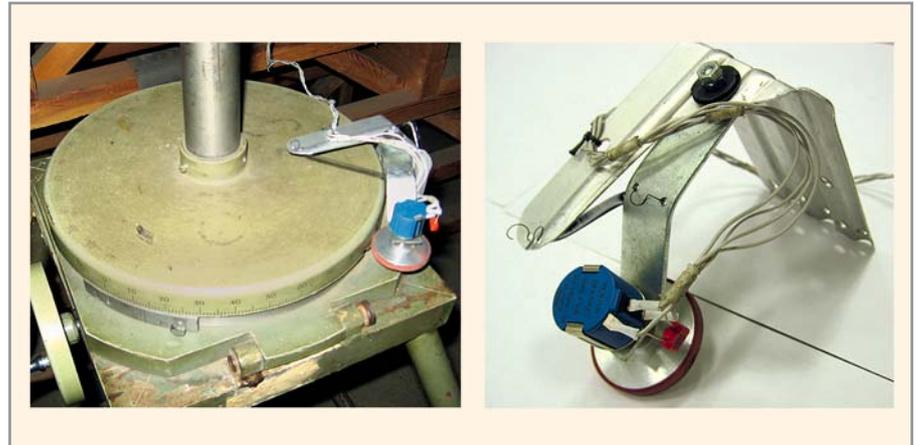


Рис. 3. Внешний вид поворотного устройства с угломером

вании двух каскадов – четыре диапазона. Общий диапазон усиления изменяется от 30 до 2500 В/В. Для сохранения требуемой точности измерения во всём диапазоне входного сигнала с антенны было решено разбить его на два частично перекрыва-

ющихся диапазоны (верхний и нижний).

После усилителя сигнал поступает на пиковый детектор со сбросом (см. рис. 5), собранный на ИОУ ОР37. Пиковый детектор обнуляется с помощью аналогового ключа по команде микро-

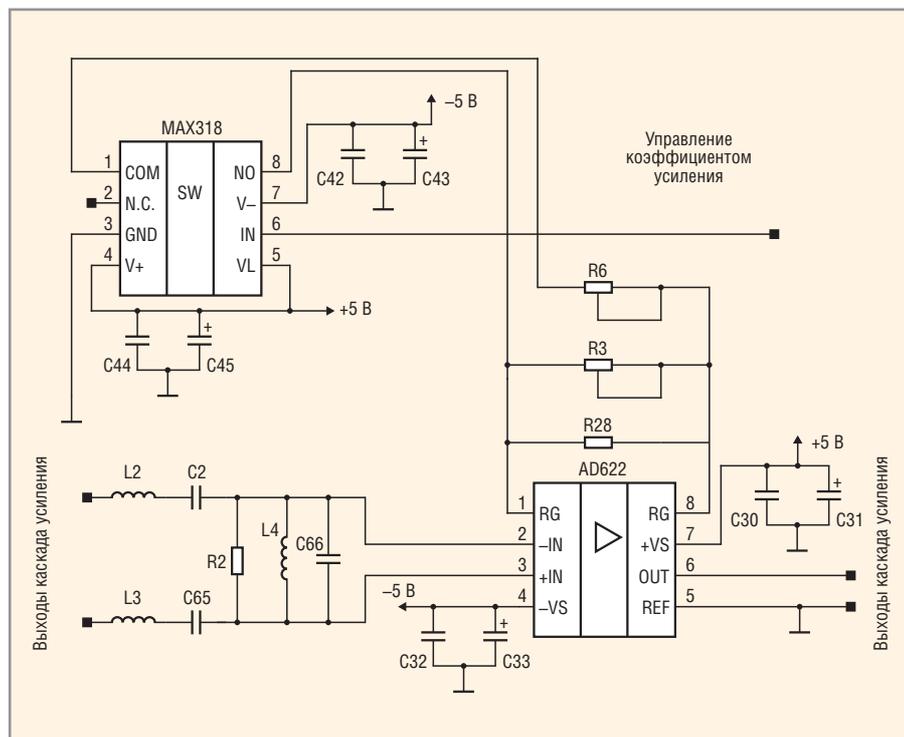


Рис. 4. Схема усилителя с ФНЧ на 10 МГц и переключателем коэффициента передачи

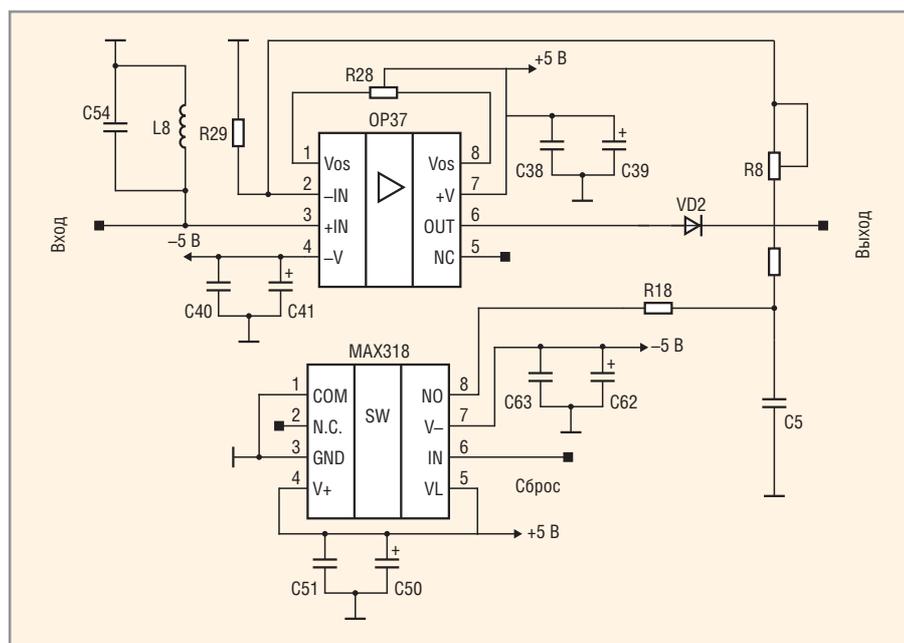


Рис. 5. Схема пикового детектора со сбросом

контроллера. Выходной сигнал пикового детектора поступает на десятиразрядный АЦП микроконтроллера.

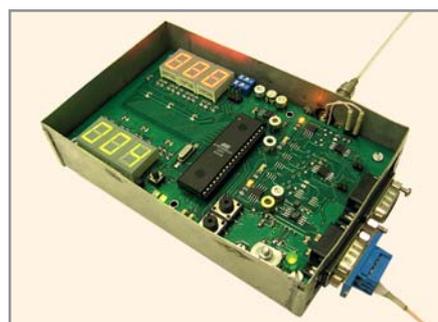


Рис. 6. Внешний вид измерительного модуля

Переключение диапазонов происходит автоматически.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ДН С УГЛОМЕРОМ

Для снятия ДН необходима синхронизация снятия угла поворота и измерения значения ДН, поэтому выходной сигнал угломера также поступает на АЦП микроконтроллера. Синхронизация реализована следующим способом. В оперативной памяти микроконтроллера создаётся массив размером 360 байт, каждый элемент которого соответствует зна-

чению ДН в децибелах при заданном угле (i -й элемент соответствует значению ДН при угле поворота i). Массив инициализируется нулевыми значениями. Выборки сигналов угломера и пикового детектора происходят с частотой 100 Гц. Полученное с угломера напряжение преобразуется в значение угла с помощью таблицы, записанной в памяти микроконтроллера. Одновременно АЦП измеряет значение напряжения пикового детектора и пересчитывает его в дБ с помощью таблицы преобразования. Это значение корректируется в соответствии с выставленным значением коэффициента усиления, который задаёт диапазон измерения. В измерителе также предусмотрена ручная калибровка коэффициентов усиления. В соответствующий полученному значению угла элемент записывается (перезаписывается) значение ДН. При изменении угла поворота от 0 до 360° массив заполняется значениями ДН антенны.

ИНДИКАЦИЯ И ИНТЕРФЕЙСЫ

Измерение и индикация угла поворота антенны в градусах, измерение и индикация ДН антенны в децибелах и индикация режима работы происходят в непрерывном режиме. По командам оператора (при нажатии кнопки) значение ДН записывается в ЭСПЗУ и считывается в персональный компьютер через USB-порт или COM-порт с последующей записью в текстовый файл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы был создан автоматизированный стенд для измерения диаграммы направленности антенн, включающий измерительный модуль на базе микроконтроллера Atmega8535 (см. рис. 6). Разрешение по углу поворота антенны составляет 1°, диапазон измерения угла поворота антенны – 360°. Погрешность измерения ДН антенны не превышает 0,5 дБ, диапазон измерения ДН антенны составляет 38 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А.А. Применение сигналов с ортогональным частотным мультиплексированием в системах ближней локализации. Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Приборостроение, 2010. № 78. С. 88–102.



Новости мира News of the World Новости мира

Toshiba построит новый завод по производству полупроводников в Таиланде

Представители компании Toshiba объявили о планах по строительству нового завода по производству полупроводников в Таиланде. Производство будет расположено выше, чем имеющийся завод, который, в свою очередь, будет закрыт. Это обусловлено недавним наводнением и вызванными им проблемами.



Старый завод компании, основанный в 1990 г., располагается в пригороде Бангкока, немного к северу от города. Здесь выпускают различные дополнительные комплектующие, в частности, оптроны и малосигнальные устройства, а также осуществляют сборку некоторых решений. Новая фабрика расположится в 140 км к северо-востоку от города на высоте 15...20 м над уровнем моря.

Строительство нового завода планируется завершить весной 2013 г., а старт массового производства намечен на второй квартал. Напомним: в прошлом году в результате наводнения производственные мощности компании в Таиланде оказались полностью затоплены. Восстановительные работы ведутся до сих пор, а производственные заказы распределены между заводами компании в Японии и Малайзии.

<http://www.cellular-news.com/>

TSMC планирует купить у ProMOS фабрику по производству 300-мм пластин

Согласно данным ресурса Digitimes, в настоящее время TSMC ведёт переговоры с компанией ProMOS Technologies о приобретении фабрики по выпуску 300-мм кремниевых пластин, которая находится в Тай-



чжуне, расположенном в центральной части Тайваня. Для ProMOS продажа объекта является шансом для возрождения убыточного в настоящее время производства модулей памяти DRAM.

Как утверждают промышленные источники, интерес к этой фабрике проявила и компания Globalfoundries, предложившая цену в пределах 20...30 млрд. тайваньских долларов (\$678 млн. – \$1,02 млрд.). В свою очередь TSMC настаивает на цене 25 млрд. тайваньских долларов (\$848 млн.).

Подробности переговоров пока неизвестны. Ни TSMC, ни Globalfoundries не стали комментировать данную публикацию Digitimes.

Председатель совета директоров и CEO TSMC Моррис Чанг (Morris Chang) недавно сообщил о намерении компании пересмотреть объёмы инвестиций на 2012 г. Первоочередными задачами для компании, по словам Чанга, являются расширение применения 28-нм техпроцесса, а также переход на массовый выпуск 20-нм чипов с опережением графика.

<http://www.digitimes.com/>

Samsung нанимает ещё одного опытного руководителя AMD, готовясь к борьбе с Intel

Компания Samsung Electronics заполучила ещё одного опытного руководителя из компании AMD. Совсем недавно Пэт Патла (Pat Patla) состоял на должности вице-президента отделения серверных продуктов AMD, но теперь он влился в команду руководителей южнокорейской Samsung в качестве вице-президента, судя по его профилю в профессиональной социальной сетевой службе LinkedIn.



В настоящее время назначенный в прошлом году исполнительный директор AMD Рори Рид (Rory Read) занимается пересмотром состава руководителей компании, нанимая новых специалистов и увольняя старых. Тем временем, как анонимно сообщил ресурсу Forbes один из бывших сотрудников AMD, компания Samsung активно нанимает разработчиков процессоров AMD и собирает их в лаборатории города Остин (штат Техас), где они занимаются созданием серверных процессоров, призванных составить конкуренцию Intel Xeon.

Samsung не может использовать архитектуру x86, которая лежит в основе чипов Intel и AMD; вместо этого компания создаёт чипы на основе архитектуры британской компании ARM. Samsung уже известна в качестве разработчика и производителя ARM-чипов Exynos для смартфонов, планшетов и других портативных устройств. С выходом Windows 8 процессоры Exynos могут появиться и в ноутбуках.

Samsung не единственная компания, занимающаяся разработкой серверных чипов на базе архитектур ARM. Можно вспомнить об NVIDIA, Applied Micro, Calxeda, Marvell и других производителях, занятых разработкой таких решений. В первую очередь процессоры могут найти применение в энергоэффективных серверах, популярность которых постоянно растёт.

Индустрия ожидает, что чипы ARM на серверном рынке смогут противостоять решениям Intel не ранее чем через несколько лет – с появлением поддержки 64-битной адресации. Однако ни для кого не секрет, что уже сегодня такие стратегические партнёры Intel на серверном рынке, как HP или Dell, тестируют платформы на базе чипов ARM.

Так что не исключено, что представители компании Dell, расположенной в Раунд-Рок (штат Техас), уже встречались с сотрудниками расположенной в том же штате лаборатории Samsung для обсуждения перспектив использования процессоров последней в энергоэффективных серверных системах.

<http://www.forbes.com/>

DRAM-память дорожает, а NAND-чипы дешевеют

Согласно данным аналитического агентства DRAMeXchange, в конце марта контрактные цены повысились на 2...3%. При этом NAND-микросхемы продолжают дешеветь.

Ситуация в отрасли флэш-чипов объясняется вялым спросом на карты памяти и накопители в силу сезонных факторов. OEM-производители также пока не спешат пополнять складские запасы. Некоторые поставщики чипов, ранее использовавшие снижение цен для стимуляции спроса, прекратили подобную практику с целью сохранить прибыльность.

Прогноз аналитиков на второе полугодие оптимистичен. Спрос на NAND-память поднимется с выходом на рынок ультрабуков на базе Ivy Bridge, а также новых смартфонов и планшетов.

<http://www.digitimes.com/>