



# Использование магнитных датчиков фирмы NVE в детекторах фальшивых купюр



**КВАЗАР-Микро**  
КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ  
ВСЕГДА НА ШАГ ВПЕРЕДИ

**НЕ СЕКРЕТ, ЧТО НАДЕЖНОСТЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕНЕЖНЫХ КУПЮР И ДРУГИХ ЦЕННЫХ БУМАГ В БОЛЬШОЙ МЕРЕ ЗАВИСИТ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ. В ДАННОЙ СТАТЬЕ РЕЧЬ ПОЙДЕТ О МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫХ (GMR) ДАТЧИКАХ.**

Во многих странах включение магнитных частиц в красящие вещества, используемые при изготовлении ценных бумаг, становится повсеместной практикой. Почему? Потому что железоксидный пигмент дает возможность считывать информацию, подтверждающую подлинность денежных банкнот и других ценных документов. Добавка еще и магнитных свойств для такого рода бумаг стало необходимым, так как их подделка, бывшая по плечу лишь искусным граверам, стала доступной и студенту, если в его распоряжении есть ПК и высококачественный принтер.

Магнитные поля этих частиц слабее магнитного поля Земли (в отличие, скажем, от полей магнитных полосок на карточках для проезда в метро). Тем не менее, они создают некую оригиналь-

ную магнитную подпись, которая может быть прочитана магнитными датчиками кассовых аппаратов в торговых точках и обменных пунктах.

Для считывания этих слабых полей с надежностью, требуемой в таких ответственных системах, необходимо выполнять все рекомендации по устранению влияния шумов и подмагничивания. Чувствительные магниторезистивные (GMR) датчики очень хорошо подходят для систем идентификации подлинности валюты и чеков.

## ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАТЧИКОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Для защиты от фальшивомонетчиков дополнительные магнитные знаки (сигнатура) выполняются в виде кода. Для считывания этого кода часто применяют индук-

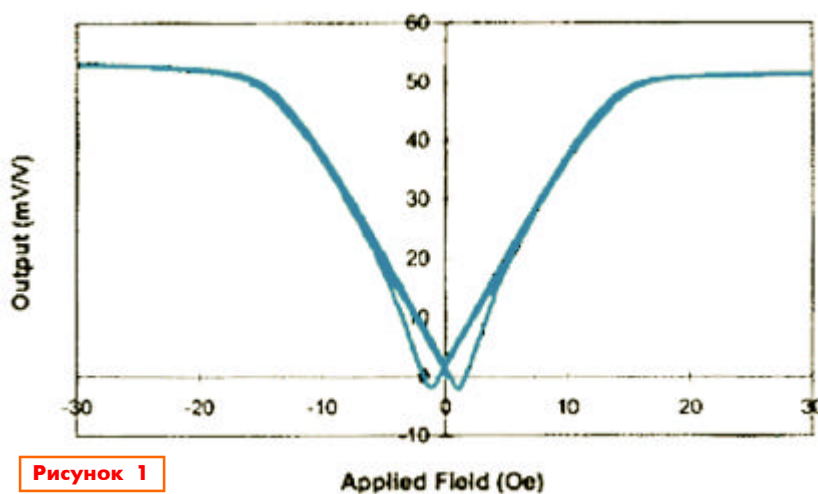
тивные головки, прижимаемые к банкноте. Напряженность магнитного поля у поверхности банкноты составляет менее 0.1 эрстед (8 А/м), но быстро уменьшается при удалении банкноты от сенсора. Бесконтактные датчики позволяют избежать изнашивания банкноты в считывателях детекторов. GMR-датчики считывают код на расстоянии 6 мм. Чем больше расстояние банкнота-датчик, тем больше минимальные размеры элементов детектирования.

Распознавание чисел, написанных магнитными чернилами, является другим примером применения детекторов слабых магнитных полей (MICR - magnetic ink character recognition). Стилизованные MICR-числа ставят на чеках и других документах, позволяя с высокой скоростью производить вычисления и сортировку. На рис. 1 показана выходная характеристика мостового GMR-сенсора AA002-02 фирмы NVE, чувствительность которого подходит для их распознавания.

## ШУМЫ

Чувствительность любой системы детектирования ограничивается шумами. Если отношение сигнал/шум меньше единицы, получение достоверного значения величины сигнала затруднено. Шумы подразделяются на собственные и связанные со средой передачи. Вы можете использовать любые методы улучшения соотношения сигнал/шум, выяснив источник шума.

**Собственные шумы.** Системы детектирования и датчики, как всякие проводники, генерируют собственные шумы. Они могут включать начальное смещение датчиков и усилителей, тепловой шум



**Рисунок 1**

**Выходные характеристики AA002-02. Показан гистерезис для случая полного перемгничивания.**

и  $1/f$ -шум (обратно пропорциональный частоте).

Тепловой шум связан с хаотическим движением электронов на энергетических уровнях. Напряжение шумов в заданной полосе частот пропорционально корню квадратному из сопротивления, температуры и полосы. Для уменьшения теплового шума можно ограничить полосу частот и уменьшить номиналы резисторов. Сопротивление чувствительного элемента может определяться из соображений уменьшения потребления или согласования со входом усилителя.

Связанный с флуктуациями тока  $1/f$ -шум увеличивается с уменьшением частоты и на частотах ниже 100 Гц часто преобладает. На более низких частотах он практически неотличим от дрейфа. Поскольку тепловой шум не зависит от тока,  $1/f$ -шум увеличивается при увеличении тока. Ограничение полосы со стороны низких частот уменьшит его влияние. Как и в случае любого источника неупорядоченной помехи, усреднение повторяющегося сигнала будет увеличивать отношение сигнал/шум в корень квадратный из количества усреднений.

**Шумы тракта передачи (помехи).** Источниками этого типа шумов являются любые напряжения, воспринимаемые электрической цепью, и любые магнитные сигналы, воспринимаемые сенсором и не являющиеся частью сигнатуры. Любые изменения магнитного поля воздействуют не только на датчик, но наводят паразитный сигнал в любой замкнутый контур. Для уменьшения индуктивных наводок обычно стараются уменьшать площадь контуров и располагать усилители как можно ближе к датчикам.

На любом промышленном предприятии существуют источники магнитных полей частотой 50–60 Гц. Увеличение числа компьютеров и другого оборудования, снабженного импульсными источниками питания, привело к возникновению большого количества гармоник частоты сетевого напряжения. Любое перемещение или вращение магнитного материала приводит к изменению магнитного поля в соответствии с периодом вращения. Фильтры и магнитные экраны могут уменьшить влияние этих источников помех.

Для усиления сигналов датчиков лучше использовать инструментальные усилители. В комбинации с операционным усилителем можно легко достичь усиления в несколько тысяч раз. Добавление в схему фильтров низких и высоких частот уменьшит шумы и сохранит линейный режим при дрейфе смещения и изменения магнитного поля Земли. Если будут трудности с наводками от сети, можно добавить режекторный фильтр.

Тонкие эффекты (например, намагничивание электрических компонентов) при высоком усилении может вызвать дополнительные смещения. Большинство бескорпусных резисторов имеют на концах ферроникелевое покрытие и большинство корпусов батареек являются ферромагнитными. Если сомневаетесь, попытайтесь поднять компонент постоянным магнитом.

### ИСКУССТВО ПОДМАГНИЧИВАНИЯ

Подмагничивание важно при измерении слабых полей. Большинство ферромагнитных материалов без подмагничивания постоянным магнитом или катушкой не будет давать надежно повторяющуюся картину. Искусство под-

магничивания заключается в намагничивании объекта детектирования таким образом, чтобы магнитное поле было направлено вдоль оси чувствительности сенсора, не вызывая его насыщения.

Наиболее просто осуществить подмагничивание объекта – провести его над постоянным магнитом, прежде чем подводить к чувствительному элементу датчика. Именно так работают считыватели магнитных знаков на валюте и магнитных цифр на чеках. Все это осуществляется за один проход протяжного механизма. Постоянный магнит располагается в тракте до чувствительного элемента и на таком расстоянии, чтобы не вызывать его насыщения. Когда магнитные частицы на банкноте или чеке достигают чувствительного элемента, они уже готовы к достоверному считыванию.

На рисунке 2 показан результат считывания правой половины новой двадцатидолларовой банкноты США (при чтении справа налево).

Множественные пики выходного сигнала в центре вызваны вертикальными отрезками букв в слове TWENTY. Два больших выброса сигнала слева и справа показывают границы фрагмента.

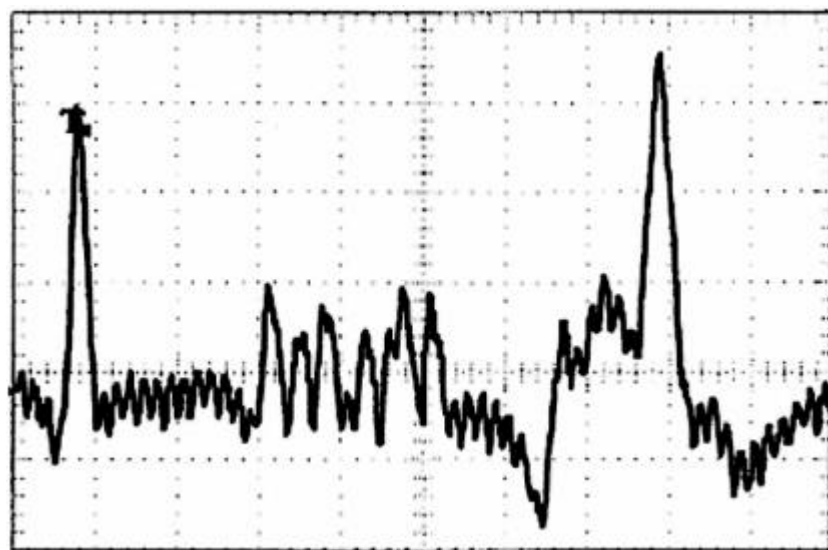
Малые размеры GMR-сенсоров позволяют выполнять их в виде матрицы, что дает возможность считывать сразу всю картину в целом, а не сканировать чувствительным элементом вдоль или поперек, получая фрагменты, наподобие рис. 2. Матрицы магнитных сенсоров позволяют получать магнитные изображения, которые могут служить для дополнительной защиты или содержать информацию о документе (например, достоинство банкноты).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование магнитного кодирования является необходимым новшеством, способным стать альтернативой оптическим сканирующим системам в связи с увеличившимся количеством подделок. Использование магнитного кодирования облегчено наличием миниатюрных магнитных считывателей (например, воспроизводящих головок жестких дисков компьютеров). Способность устройств магнитного кодирования к большей плотности и чувствительности дает основание предполагать их использование во множестве приборов.

**Контакты по техническим вопросам:**  
Vladimir.Temchenko@kvazar-micro.com  
тел (044) 442-94-59  
Alexander.Shytkar@kvazar-micro.com  
тел (044) 442-94-58

**Справки по вопросам поставок и наличия на складе по телефонам**  
(044) 239-98-68 и (044) 442-93-61



**Рисунок 2** Результат сканирования банкноты (\$20 США)