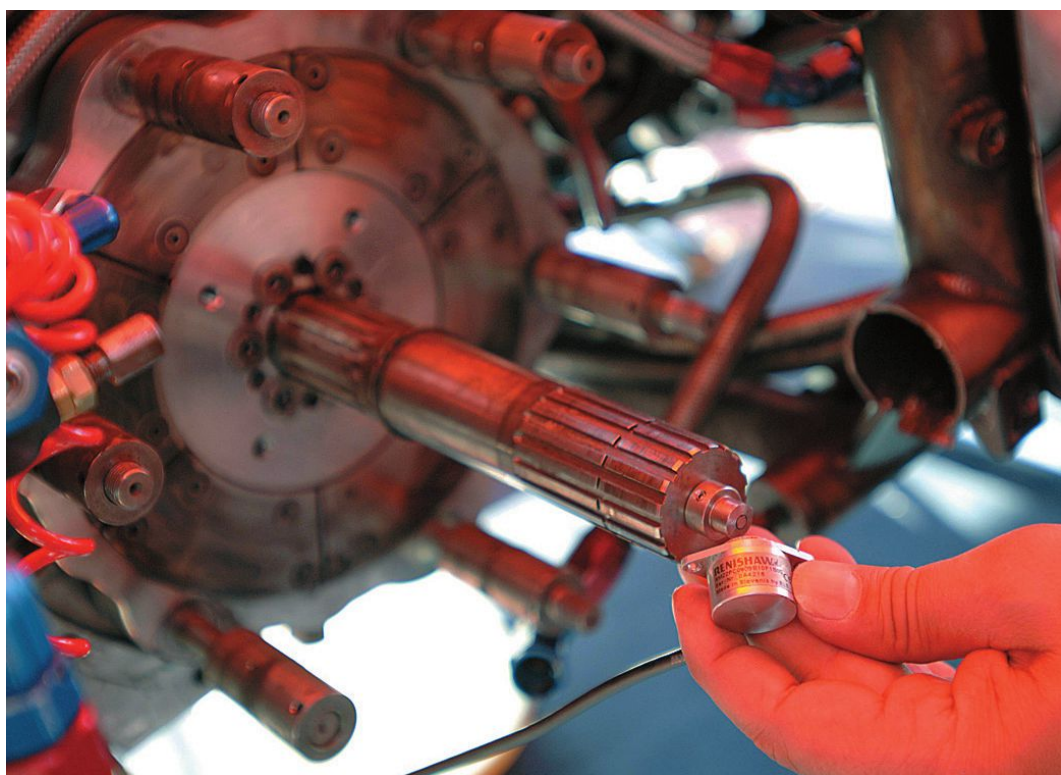


Управление высокоскоростными электродвигателями эффективно реализуется на основе бесконтактных магнитных энкодеров

Александр Карман,
karman@micropribor.kiev.ua

Алексей Кожемяка,
alex@micropribor.kiev.ua

Александр Троцкий,
trockiy@micropribor.kiev.ua



Управление скоростью

Энкодеры, широко применяемые в настоящее время как датчики точного позиционирования или как датчики обратной связи для управления режимами электродвигателей как правило реализованы на основе оптоэлектронного принципа. За десятилетия инновационного развития достигнуты высокие значения параметров таких энкодеров (например, предельное разрешение составляет 36–40 тыс. имп./об.), повышена устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов среды применения. Но существует и ряд ограничений: быстрое действие преобразования оптического сигнала (отображающего угол поворота) в электронный ограничено, что не позволяет оптоэлектронным энкодерам работать на скоростях вращения выше, чем 5–10 тыс. об./мин. Вместе с тем в ряде приложений скорость вращения составляет 30–50 тыс. об./мин, и эффективное управление такими процессами с помощью оптоэлектронных энкодеров становится невозможным.

Техническим решением, удовлетворяющим таким условиям, является бесконтактный магнитный энкодер, в котором преобразование углового перемещения в электронный сигнал реализуется на основе эффекта Холла. Такие энкодеры не связаны с вращением оптического прерывателя внутри датчика и допускают обработку сигналов на скоростях до 60 тыс. об./мин.

Бесконтактный магнитный энкодер включает в себя заказную интегральную микросхему (на кристалле которой совмещены датчик Холла и контроллер обработки сигналов) и цилиндрический постоянный магнит (размещен над микросхемой (рис. 1)), который повторяет высокоскоростное вращение внешнего вала. Электродвигатель внешнего вала (или иное связанное с ним устройство) и является объектом управления и контроля.

При вращении полюсов постоянного магнита над микросхемой с датчиком Холла переменный вектор

магнитной индукции будет наводить напряжение Холла U , изменяющееся по синусоидальному закону (рис. 2).

Применительно к осям X, Y составляющие этого напряжения могут быть представлены в виде: $V_x = R * J * B \cos \theta$; $V_y = R * J * B \sin \theta$, где R – постоянная Холла, J – плотность тока, B – вектор магнитной индукции, θ – угол поворота.

Таким образом, напряжение Холла содержит информацию о мгновенном значении угла поворота, точное значение которого и является

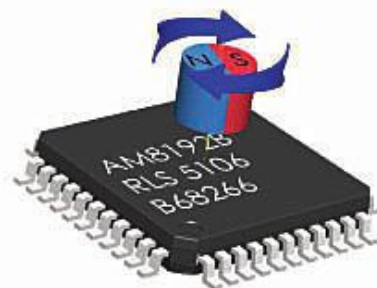


Рис.1. Датчик Холла, совмещенный с микроконтроллером

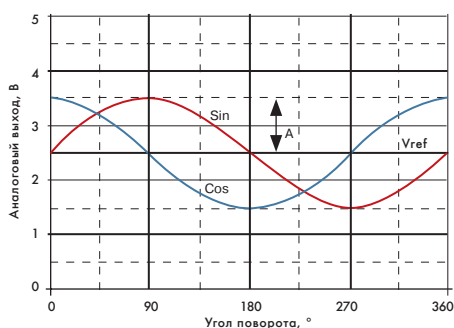


Рис.2. Временная диаграмма выходных сигналов

искомым параметром, независимо от того, стоит ли энкодер на дополнительном валу электродвигателя или отслеживает линейное перемещение какого-либо объекта в угловых величинах. Отношение $V_y/V_x \approx \tan \theta$; искомый угол $\theta \approx \arctg(V_y/V_x)$.

Составной частью каждой микросхемы с датчиком Холла является специальный интерполятор, обеспечивающий быстрое преобразование значений напряжения Холла в параметр угла позиционирования.

Примером датчика Холла с контроллером обработки сигналов является микросхема AM8192B (Renishaw, www.renishaw.com), способная определять как угол позиционирования, так и скорость вращения, что важно для управления электродвигателем (рис. 3). Помимо интерполятора в

микросхеме предусмотрен контроллер, обеспечивающий формирование выходных сигналов инкрементального интерфейса A, B, Ri и синхронного последовательного интерфейса SSI (4 МГц), формирователь напряжения смещения, стабильный кварцевый осциллятор (72 МГц), а также схемы компенсации ошибок и температурного дрейфа. Данная микросхема конфигурируется с помощью фирменного программного обеспечения, которое находится во внешней памяти EEPROM 24C02, и обеспечивает разрешение 13 бит (8192 имп./об.).

Возможность преобразования вращения постоянного магнита в выходной электронный сигнал без непосредственного механического соединения элементов датчика прежде всего обеспечивает надежность и долговечность магнитных энкодеров и позволяет им эффективно работать в самых различных высокоскоростных приложениях.

Преимущества таких бесконтактных энкодеров достаточно наглядны на примере изделий компании Renishaw (табл. 1).

Энкодеры Renishaw серий RM22, RM36 состоят собственно из энкодера и отдельного магнитного активатора, по размерам соответствующего отверстию в корпусе энкодера (рис. 4).



Рис. 4. Магнитный энкодер RM 36



Рис. 5. Магнитный энкодер RE 22

Вращение активатора с постоянным цилиндрическим магнитом, жестко связанного с валом контролируемого объекта, воспринимается датчиком Холла, совмещенным с заказной микросхемой внутри энкодера. Встроенный микроконтроллер обеспечивает преобразование наведенных сигналов в выходные импульсы, отображающие угол поворота с разрешением, представленным в табл. 1 (9–13 бит в двоичном коде, 320–2000 имп./об. в десятичном виде).

Магнитные энкодеры RE 22, RE 36 имеют аналогичные параметры, конструктивное различие состоит лишь в том, что постоянный магнит смонтирован на валу энкодера внутри корпуса (рис. 5). Энкодеры серии RE 36 отличаются диаметром выходного вала – 6,0 мм, допускающим радиальную нагрузку 30 N, тогда как максимальное радиальное усилие на валу RE 22 (4,0 мм) – не более 20 N.

Встроенный микроконтроллер энкодеров серий RE 22, RM 22 обеспечивает при 5-вольтном питании формирование выходных сигналов в различных форматах:

- RE 22A, RM 22A – два канала синусоидальных выходов V_A , V_B со сдвигом на 90°;
- RE 22B, RM 22B – два канала дифференциальных синусоидальных выходов V_A , V_B ;



Рис. 6. OEM-модуль мониторинга высокоскоростных объектов

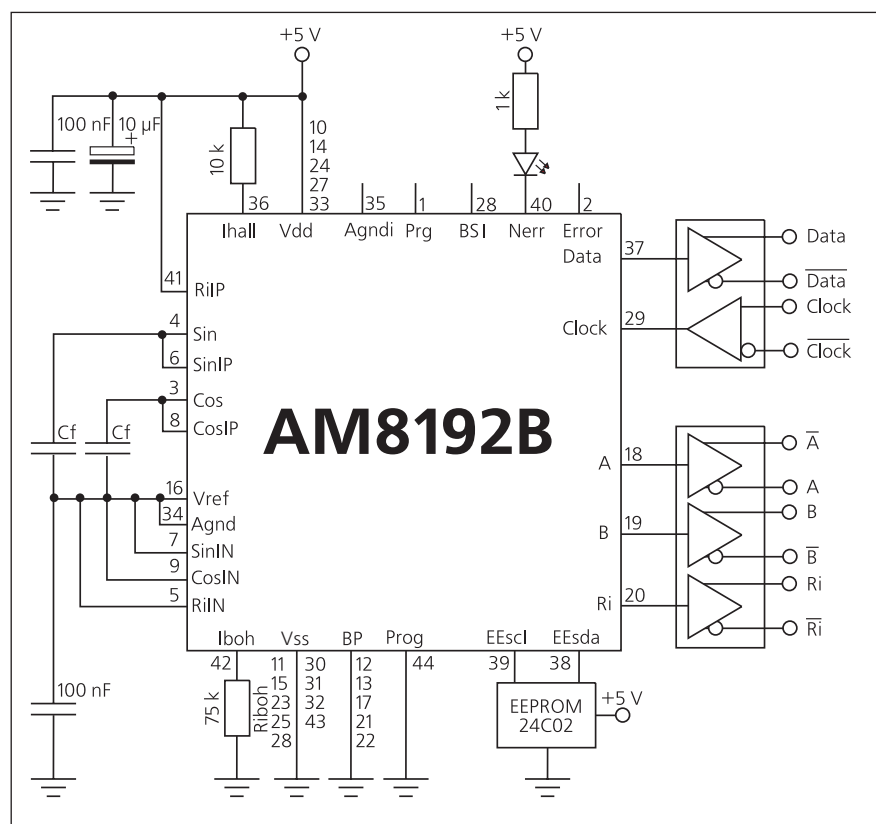


Рис. 3. Блок-схема подключения интегрального датчика Холла (с микроконтроллером)

Таблица 1. Бесконтактные магнитные энкодеры Renishaw

| Тип | Разрешение, имп./об. | Макс. скорость, об./мин | Ускорение, м/с ² | Вибро-стойкость | Один удары | Диапазон температур, °С | Степень защиты |
|-------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| RM22 (отв) | 320, 400, 500 | 30 000 | 500 | 10 g (55—20 00 Гц) | 100 g (6 мс) | от -40 до +125 | IP-64 IP-68 |
| | 800, 1024 | 20 000 | | | | | |
| | 1600, 2048 | 10 000 | | | | | |
| | 4096 | 5000 | | | | | |
| | 8192 | 2500 | | | | | |
| RE22 (вал) | 320, 400, 500 | 20 000 | 500 | 10 g (55—20 00 Гц) | 100 g (6 мс) | от -25 до +25 | IP-53 IP-64 IP-68 |
| | 800, 1024 | 20 000 | | | | | |
| | 1600, 2048 | 10 000 | | | | | |
| | 4096 | 5000 | | | | | |
| | 8192 | 2500 | | | | | |
| RM36 (отв) | 320, 400, 500 | 30 000 | 500 | 10 g (55—20 00 Гц) | 100 g (6 мс) | от -40 до +125 | IP-64 IP-68 |
| | 800, 1024 | 20 000 | | | | | |
| | 1600, 2048 | 10 000 | | | | | |
| | 4096 | 5000 | | | | | |
| | 8192 | 2500 | | | | | |
| RE36 (вал) | 320, 400, 500 | 20 000 | 500 | 10 g (55—20 00 Гц) | 100 g (6 мс) | от -25 до +85 | IP-53 IP-64 IP-68 |
| | 800, 1024 | 20 000 | | | | | |
| | 1600, 2048 | 10 000 | | | | | |
| | 4096 | 5000 | | | | | |
| | 8192 | 2500 | | | | | |

- RE 22 I, RM 22 I – инкрементальные выходы А, В с референсным выходом Z (RS-422A);
 - RE 22S, RM 22S – абсолютный синхронно-последовательный интерфейс SSI (RS-422A);
 - RE 22P, RM 22P – абсолютный параллельный интерфейс;
 - RE 22V, RM 22V – линейное пилообразное напряжение, пропорциональное углу поворота.
- В энкодерах RE 36, RM 36 предусмотрены варианты выходов с постоянным питанием +5,0 В и +24 В.

- Питание +5,0 В ± 5% :
- RE 36 I, RM 36 I – инкрементальные выходы А, В с референсным выходом Z (RS-422A);
 - RE 36S, RM 36S – абсолютный синхронно-последовательный интерфейс SSI (RS-422A);
- Питание +24 В:
- RE 36 I, RM 36 I – квадратурные выходы А, В с референсным выходом Z;
 - RE 36P, RM 36P – абсолютный параллельный интерфейс (открытый коллектор – NPN);
 - RE 36V, RM 36V – линейное пилообразное напряжение, пропорциональное углу поворота, (0–10 В, -10 В – +10 В);
 - RE 36C, RM 36C – линейный пилообразный ток, пропорциональный углу поворота, (0–20 мА, 4–20 мА).

Питание +5,0 В ± 5% :

В высокоскоростных приложениях (20 000 об./мин и более) ресурс работы магнитных энкодеров составляет менее 10 тыс. часов, тогда как для обычных применений (1000 об./мин) этот ресурс превосходит 100 тыс. часов. В кор-

пусном исполнении быстродействие энкодеров Renishaw ограничено 30 тыс. об./мин, причем этот предел распространяется и на изделия иных изготовителей.

В условиях, когда должно быть реализовано управление высокоскоростными объектами, используется подход, представленный на рис. 6. Магнитный энкодерный модуль с датчиком Холла RMB 28, специально разработанный для OEM-приложений, допускает интеграцию с различными объектами контроля, в том числе с высокоскоростным электродвигателем (рис. 7).

Данный модуль в виде печатной платы достаточно просто монтируется над выходом вала электродвигателя, к торцу которого присоединен постоянный магнит. Такая система обеспечивает определение абсолютной угловой позиции вала (8 бит) и эффективно защищена от электромагнитных полей мотора за счет использования самокомпенсированной матрицы датчиков Холла.

В рамках такого подхода реализуется возможность управления высокоскоростным объектом – вплоть до 60 тыс. об./мин.

Рассмотренные магнитные энкодеры в особой нише высокоскоростных приложений обеспечивают возможность создания эффективных систем автоматизированного управления процессами. **MA**

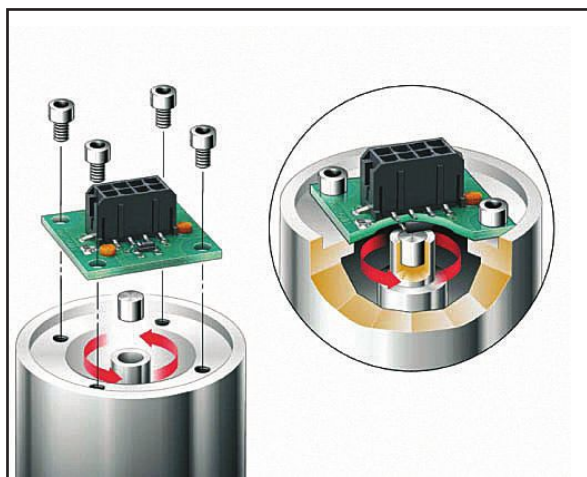


Рис. 7. OEM-модуль магнитного энкодера, установленный на электродвигатель

Вбудовані модулі



 **kontron**

 **aimtec**

 **LINEAR**
TECHNOLOGY

 **intel.**

 **WAGO**
INNOVATE CONNECTIONS

 **MEGATRON**

 **ASM**[®]

 **Melexis**
Microelectronic Integrated Systems

 **WR WILCOXON**
RESEARCH

 **inova**
Computers

 **TEXAS**
INSTRUMENTS

 **DZAGANO**

Контролери, I/O - модулі



Електронні компоненти



Датчики, маніпулятори



ТОВ «МІКРОПРИЛАД»

4, вул. Котельникова,
Київ, 03115, Україна

тел.: 38 (044) 459 6895
факс: 38 (044) 459 6894

sales@micropribor.kiev.ua

www.micropribor.com.ua

ПАРТНЕРСТВО В ЕЛЕКТРОНІЦІ