

# ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АБСОЛЮТНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ. МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

Высший государственный колледж связи  
г. Минск, Республика Беларусь

Ашуйко А.С.

Бердяев В.С – канд. техн. наук, доцент

Предлагаемое устройство исключает использование механических редукторов для повышения разрешающей способности абсолютных оптических датчиков углового положения.

С развитием автоматизированных систем контроля и управления возрастает потребность в датчиках физических величин, в частности, в датчиках углового положения с высокими точностными характеристиками. Такие датчики востребованы в различных отраслях техники (в авиации, автоэлектронике, энергетике, медицине, в высокоточных системах вооружений и т.д.). Датчики должны обладать большой надёжностью, помехоустойчивостью и простотой интегрирования в микроконтроллерные системы управления. Перечисленным требованиям в максимальной степени удовлетворяют оптические датчики. Устройство такого датчика представлено на рисунке 1 (где 1 – излучающий диод, 2 – конденсор, 3 – кодирующая маска, 4 – анализирующая маска, 5 – дискретный фотоприемник).

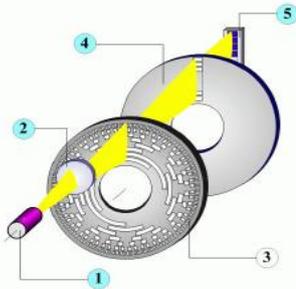


Рис. 1 – Устройство оптического датчика

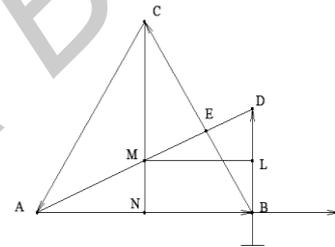


Рис. 2 – Векторная диаграмма формирования ортогональных сигналов

В оптических датчиках используются две системы определения позиции углового положения для кодера – инкрементная и абсолютная.

Преимущество кодера с инкрементной системой состоит в простой конфигурации, недостаток – в утрате позиционной информации при отключении питания и накоплении ошибок за счет потери отдельных дискрет. Разрешающая способность таких оптических датчиков может достигать нескольких десятков и даже сотен тысяч дискрет за один оборот в  $360^\circ$ .

По разрешающей способности кодер абсолютной системы уступает инкрементным оптическим системам. Но он не теряет позиционную информацию при отключении питания и не накапливает ошибок, так как его позиция однозначно определяется многоразрядным кодовым словом соответствующим, например, 10-11 разрядам. Некоторые типы таких абсолютных оптических кодеров имеют синусные и косинусные дорожки для оперативного отслеживания направления вращения. При этом сформированные аналоговые квадратурные сигналы теоретически имеют точность более высокого порядка чем 11 разрядов. Это свойство кодера абсолютной системы может быть использовано для увеличения разрешающей способности, т.е. точности оптического датчика. Для этого необходимо использовать точные схемы умножения. В этом случае значения синусной и косинусной составляющих с учетом сформированного 11 разрядного кодового слова могут быть представлены как  $\sin 2x$  и  $\cos 2x$ , где  $x$  соответствует двоичному слову  $2^{11}$ .

Умножение в самом простом случае может быть выполнено аналоговыми умножителями, например микросхемой 4214AP, в соответствии с уравнениями:

$$\sin 2x = 2 \sin x \times \cos x, \quad (1)$$

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x \quad (2)$$

При этом второе выражение может быть преобразовано к следующему виду:

$$\cos 2x = (\cos x + \sin x) \times (\cos x - \sin x) \quad (3)$$

Выражения (1) и (3) могут легко быть реализованы аналоговыми умножителями. Для увеличения разрядной сетки до 12-го старшего разряда необходимо выполнить точное разделение полного оборота в  $360^\circ$  наполовину. Это автоматически достигается умножением, так как частота увеличивается в два раза. При этом 12-ый старший разряд приписывается к 11 полученным ранее разрядам двоичного слова. Это позволяет

исключить механический редуктор, который ранее использовался для увеличения точности механического датчика.

Моделирование устройства выполняется в два этапа: первый – формирование ортогональных сигналов и второй – моделирование принципиальной схемы. Ортогональные сигналы синуса и косинуса формируются из 3-х фазного напряжения в соответствии с векторной диаграммой на рисунке 2.

Принципиальная электрическая схема формирования ортогональных сигналов для их моделирования представлена на рисунке 3.

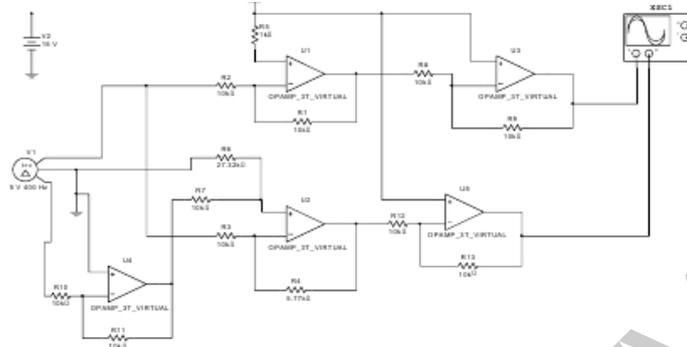


Рис. 3 – Принципиальная электрическая схема формирования ортогональных сигналов

Теоретически требуемое число умножающих аналоговых схем, которые могут быть соединены последовательно друг с другом для достижения большей разрешающей способности может быть любое. Однако практически это число ограничивается искажениями ортогональных зависимостей и смещением постоянной составляющей, которые являются недостатками аналоговых умножающих схем. Для исключения этих недостатков был использован умножитель на два для ортогональных сигналов, состоящий из двух инверторов, четырех компараторов и двух схем ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Было выполнено моделирование схемы умножения синусо-косинусных зависимостей на цифровых элементах и получены положительные результаты. Схема для моделирования процесса приведена на рисунке 4:

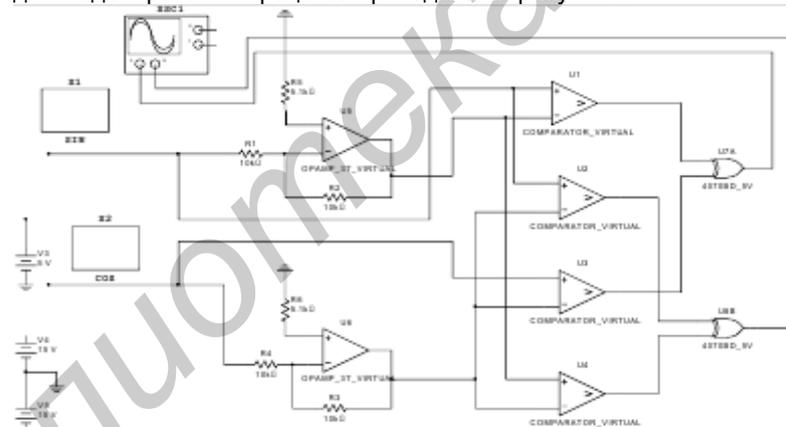


Рис. 4 – Схема умножения на два на дискретных элементах

Имитационное моделирование схемы устройства умножения на два на дискретных элементах было осуществлено в программной среде Multisim 13. Ограниченный объем статьи не позволяет подробно и наглядно представить положительные результаты этого моделирования.