

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА УСИЛИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

В.С. Мульгин, студент, ХНАДУ

Аннотация. Предложена система определения усилий, прикладываемых на руль при управлении автомобилем с использованием бесконтактного датчика на эффекте Холла. Разработана микропроцессорная система измерения усилий и управляющих воздействий для электропривода электроусилителя.

Ключевые слова: определение усилий, бесконтактный датчик, электроусилитель руля, микропроцессорная система.

РОЗРОБКА ДАТЧИКА ЗУСИЛЛЯ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ

В.С. Мульгін, студент, ХНАДУ

Анотація. Запропоновано систему визначення зусиль, що прикладаються на кермо при керуванні автомобілем з використанням безконтактного датчика на ефекті Холу. Розроблено мікропроцесорну систему виміру зусиль і керуючих впливів для електропривода електропідсилювача.

Ключові слова: визначення зусиль, безконтактний датчик, електропідсилювач керма, мікропроцесорна система.

RESEARCH OF THE SENSOR OF EFFORT OF THE STEERING

V. Mulhin, student, KhNAHU

Abstract. The system of definition of the efforts enclosed on a wheel at driving with use of the contactless sensor on effect of the Hall is offered. The microprocessor system of measurement of efforts and operating influences is developed for the electric drive of the electroamplifier.

Key words: definition of efforts, contactless sensor, electroamplifier of a wheel, microprocessor system.

Введение

На современных автомобилях появилась новая, более совершенная модель усилителя рулевого управления - электроусилитель. Электроусилитель руля отличается тем, что непосредственно на рулевом валу установлен электродвигатель с блоком управления и датчиком крутящего момента. Когда водитель поворачивает руль, датчик воспринимает крутящий момент и подает сигнал электродвигателю, что и обращает рулевой вал в заданную сторону [1,2].

Анализ публикаций

Применение в автомобильной электронике механических датчиков положения крайне нежелательно. Несмотря на их простоту устройства и дешевизну они имеют ряд существенных недостатков. Прежде всего это переменный электрический контакт, который постепенно прогорает [3]. Чтобы избавиться от переменного электрического контакта необходимо применить бесконтактный метод измерения усилий, в основу которого положено явление эффекта Холла [4].

Постановка задачи

Применение методов измерения без электрических контактов позволяет решить эти проблемы и существенно повысить ресурс работы датчиков. Оптимальным решением проблемы является использование чувствительного элемента на основе эффекта Холла.

Проанализировав современные методы построения датчиков давления, предлагается система измерения давления с помощью датчика Холла. Она состоит из следующих компонентов:

- датчики Холла схеме включения;
- усилителя и формирователя сигнала;
- микроконтроллерной системы отображения информации.

В основу измерения усилия, прикладываемого к рулю заключается зависимость изменения расстояния между датчиком Холла и магнитом от степени скручивания торсиона.

Расчет компонентов датчика

Выбор режимов работы компонентов системы осуществляется не только по их техническим характеристикам, но и по возможности безотказной работы в данных условиях эксплуатации. В нашем случае, микроконтроллерная система должна устанавливаться на автотранспортное средство. Это не самая благоприятная среда для работы электроники.

На основе рассмотренных схемных решений наиболее оптимальным вариантом для применения в предлагаемом датчике угловых перемещений является микросхема микроконтроллера с аналого-цифровым преобразователем (АЦП), позволяющим приводить аналоговый сигнал с датчика в цифровой вид. Широкое применение АЦП в различных областях науки и техники явилось предпосылкой создания различных структур АЦП, каждая из которых позволяет решить определенные задачи, предъявляемые к АЦП в каждом конкретном случае. Из всего многообразия существующих методов аналого-цифрового преобразования в интегральной технологии нашли применение в основном три [5]:

- метод прямого (параллельного) преобразования;
- метод последовательного приближения;

- метод интегрирования.

Каждый из этих методов позволяет добиться наилучших параметров (быстродействия, разрешающей способности, помехоустойчивости и другое). Потребность в АЦП с оптимальными параметрами или с отдельными экстремальными параметрами обусловила появление структур преобразователей, использующих комбинацию перечисленных методов.

Наибольшей быстродействием обладают АЦП прямого преобразования, однако их разрядность невысока. АЦП поразрядного уравнивания, имея среднюю производительность, дают возможность получить достаточно высокую разрешающую способность. Но помехозащищенность тех и других преобразователей невысока. АЦП интегрирующего типа, имея наименьшую быстродействие, обеспечивают наибольшую помехозащищенность и точность преобразования. Часто при построении схем с применением АЦП необходимо обеспечить смещение начала отсчета сигнала от нулевого значения кода или напряжения.

Определяя минимальное количество уровней квантования L_{\min} , исходят из того, что при равномерном квантовании мощность шумов квантования [3]. Определим минимальное количество разрядов двоичного кода, необходимую для распознавания сигнала

$$L_{\min} = \frac{b_{\max} - b_{\min}}{\sqrt{12\varepsilon_{\text{кв}}^{-2}}} = \frac{4}{0,31} = 12,9.$$

Окончательно $L = 16$.

Уровень дискретизации

$$\Delta = \frac{b_{\max} - b_{\min}}{L} = \frac{4}{16} = 0,25.$$

Определяем необходимое количество разрядов двоичного кода АЦП: $n_{\text{АЦП}} = \log_2 16 = 4$.

Рассчитываем отношение сигнал / шум, дБ

$$P_{\text{кв}} = \frac{3(16-1)^2}{4^2} = \frac{675}{16} = 42,18.$$

Рассчитаем частоты дискретизации, кГц

$$f_d = (2,3...2,6) \cdot F_{\text{max}},$$

$$f_d = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ кГц}.$$

Длительность импульса $T_d = 4 \cdot 10^{-5}$ с.
Продолжительность двоичного символа (бита) на выходе АЦП, с

$$T_6 = \frac{T_d}{n} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{4} = 1 \cdot 10^{-5}.$$

Как микросхему АЦП контроллера датчика положения используем АТmega48. Он содержит 10-разрядный АЦП последовательного приближения.

АЦП связан с 8-канальным аналоговым мультиплексором, 8 однополярных входов которого связаны с линиями порта F. Общий входных сигналов должен иметь потенциал 0 В (т.е. связан с GND). Два дифференциальных входа (ADC1, ADC0 и ADC3, ADC2) содержат каскад со ступенчатым программируемым усилением: 0 дБ (1x), 20 дБ (10x), или 46 дБ (200x). Если выбрано усиление 1x или 10x, то можно ожидать 8-разрядное разрешение, а если 200x, то 7-разрядное.

АЦП оптимизирован под аналоговые сигналы с выходным сопротивлением не более 10 кОм. Если используется такой источник сигнала, то время выборки незначительно. Если же используется источник с более высоким входным сопротивлением, то время выборки будет определяться тем, что требуется для зарядки конденсатора выборки-хранения источником аналогового сигнала. Рекомендуется использовать источники только с малым выходным сопротивлением и сигналами изменяющимися медленно, так как в этом случае будет достаточно быстрым заряд конденсатора выборки-хранения.

Если вероятность проникновения высоких частот существует, то рекомендуется перед АЦП установить фильтр низких частот.

Результаты моделирования устройства при больших, средних и малых значениях усилий на руль в пакете моделирования ISIS приведены на рис. 1.

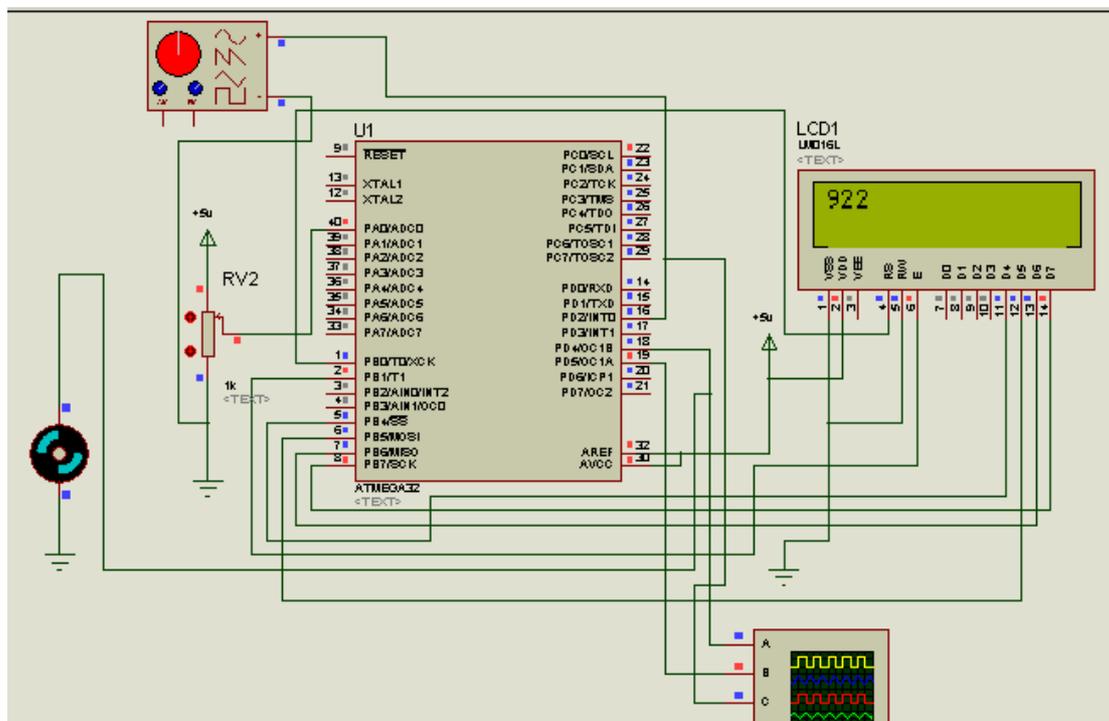


Рисунок 1 - Работа системы при больших значениях усилий

Интерфейс датчика давления в сочетании с автомобильной информационной сетью можно выделить основные распространенные решения: CAN-шина, прямой аналоговый связь с основным процессором автомо-

биля, LIN-шина.

Наиболее надежным и удобным решением является CAN-шина, однако на автомобилях старых годов выпуска и поныне некоторые

датчики соединены с основным процессором автомобиля.

Поэтому необходимо рассматривать схему «микроконтроллер датчика - ЦАП - главных процессор».

Одно из преимуществ разработанного датчика в том, что с помощью дополнительного программного модуля можно скорректировать характеристику датчика давления и полностью согласовать ею с заменяемым датчиком.

Для полной взаимозаменяемости разработанного датчика со старыми конструкциями необходимо учитывать габаритные размеры заменяемого прибора. Исходя из этого, необходимо разрабатываемый датчик изготовить в как можно в меньшем корпусе. Для этого были использованы комплектующие с корпусами для поверхностного монтажа. Количество комплектующих сведены к минимуму.

Разработана схема была промоделирована в пакете схемотехнического моделирования PROTEUS.

Выводы

В связи с острой необходимостью разработки надежного электроусилителя руля с применением датчика усилия, основанного на принципе эффекта Холла нами были рассмотрены возможные варианты использования бесконтактного датчика.

Наиболее оптимальным вариантом явилось использование электронных датчиков Холла.

В ходе работы были рассчитаны технические характеристики модулей датчика давления и избранные подходящие электронные компоненты. Разработано принципиальную электрическую схему, разведенные печатные платы модуля датчика. Приведенное конструктивное исполнение разработанного бесконтактного датчика. Разработана схема была промоделирована в пакете схемотехнического моделирования PROTEUS.

Литература

1. <http://www.avtonov.svoi.info/epst.php>
2. Доманов А.В. Разработка и исследование электроусилителя рулевого управления легковых автомобилей на основе бесконтактных двигателей 2002 г.
3. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы, СОЛОН-Пресс, 2005.-240 с.
4. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 384 с.
5. <http://www.elin.ttu.ee/mesel/LEM5000/ref2002/86/86.htm>

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 25 сентября 2013 р.