

# РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ

Н. В. Корнеев, А. В. Гребенников

Кафедра информационный и электронный сервис, Поволжский государственный университет сервиса

Тольятти, Российская Федерация

E-mail: niccyper@mail.ru, AV.Grebennikov@vaz.ru

*В статье показана возможность расчета элементов электрической схемы интеллектуальной подсистемы контроля состояния водителя транспортного средства. В качестве примера рассмотрена реализация варианта с использованием датчика движения рулевого колеса. Предложены формулы для расчёта и подбора инкрементального энкодера и поверхностного интегрального акселерометра*

## ВВЕДЕНИЕ

В работе [1] раскрыты перспективы развития интеллектуальных систем управления на транспорте. Разработана структура современной интеллектуальной системы управления для транспортного средства, определены её основные подсистемы, приведены математические зависимости, реализующие функции управления. Показана программно-аппаратная реализация предложенной структурно-функциональной схемы интеллектуальной системы для транспортного средства, где в качестве контрольного физиологического параметра выбраны движение головы и рук водителя.

## I. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ

Рассмотрим подробно практическую реализацию варианта с использованием датчика движения рулевого колеса [1].

Основные требования к датчику положения рулевого колеса (энкодер) – измерение угловых перемещений рулевого колеса в диапазоне  $\pm 720^\circ$  (два полных оборота рулевого колеса в каждую сторону). Известно [2, 3], что средняя амплитуда движения руля у бодрствующего человека равна  $A=10^\circ$ . Так как диаметр руля среднего легкового автомобиля составляет  $d=38$  см, то линейное перемещение руля  $L$  определяю по формуле:

$$L = \frac{\pi d A}{360}.$$

Подставляя значения в формулу получаем,  $L = (3,14 \cdot 38 \cdot 10)/360 = 3,31$  см. Для идентификации движения достаточно [2, 3] измерений с точностью  $2^\circ$  с 10%-ной погрешностью, т.е. разрешающую способность датчика  $\Delta$  на один оборот определяют по формуле:

$$\Delta = \frac{360}{\alpha \lambda} 100\%,$$

где  $\lambda$  – точность измерения, град.,  $\alpha$  – погрешностью измерения, %.

Подставляя значения в формулу, получаем:  $\Delta = 360 \cdot 100/(2 \cdot 10) = 1800$ , т.е. для точной идентификации движения руля достаточно показаний датчика 1800 значений на оборот.

В качестве датчика угла поворота (энкодера) целесообразно использовать оптоэлектрический энкодер, в котором механические контакты заменены на оптопары: светодиод – фотодиод. Для его функционирования необходимо стабильное внешнее питание  $+5$  В. Его особенностью, необходимой для решения поставленной задачи является тот факт, что на выходе оптоэлектрического энкодера, формируются сигналы близкие к стандартным логическим уровням. В то же время необходимость размещения внутренних резисторов нагрузки на входе микроконтроллера, к которым подключён энкодер отпадает. Такая оптимизация позволяет реализовать устройство в аппаратном виде. В настоящее время указанным требованиям соответствует инкрементальный энкодер E80N Autonics Corporation [4].

Это бесконтактный многооборотный инкрементальный энкодер с полым валом и диаметром корпуса 80 мм; диаметр полого вала 30 мм; питание  $5В \pm 5\%$ ; потребляемый ток 100 мА; разрешение 2048 импульсов на оборот; диапазон рабочих температур от минус 40 до  $+70^\circ\text{C}$ .

В качестве датчика движения головы используем акселерометр, который измеряет ускорение по двум горизонтальным осям X и Y. Для удобства использования датчик крепится на ухо специальным устройством.

Ввиду того, что акселерометр располагаю на голове водителя и питается он от автономного источника питания, то основные требования – это малые массогабаритные характеристики и низкое энергопотребление, возможность измерять постоянное ускорение с высокой точностью. Для реализации указанных возможностей определим максимально допустимый предел измерений.

Ускорение, действующее на акселерометр, делится на динамическую и постоянную составляющие. Динамическая составляющая возникает при ускоренном движении вдоль осей, постоянная составляющая – под действием сил гравитации. Рассчитаем динамическую составляющую, так как акселерометр крепится на ухо водителя, возьмём случай, когда голова водителя наклоняется вперёд или падает на плечо. Рас-

стояние, пройденное акселерометром, будет составлять в среднем 5–6 см за 0,5...0,75 с. Тогда искомое ускорение  $a_d$  рассчитаем по формуле:

$$a_d = \frac{2S}{t^2},$$

где  $S$  – пройденное расстояние, м;  $t$  – время движения, с. Подставляя принятые значения, получаем  $a_d = 0,48 \text{ м/с}^2$ . Постоянную составляющую ускорения  $a_p$ , вычислим по формуле:

$$a_p = g \sin(\beta),$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $\beta$  – угол наклона головы во время движения,  $60^\circ$ . Подставляя принятые значения получаем  $a_p = 8,49 \text{ м/с}^2$ .

Тогда рассчитаем минимальный предел измерения:

$$a = a_d + a_p,$$

что составляет  $8,97 \text{ м/с}^2 = 0,914g$ .

Для фиксирования динамической составляющей ускорения достаточно измерений с точностью  $0,02 \text{ м/с}^2$ .

Современные технологии позволяют изготовить интегральные акселерометры, имеющие малые габариты и низкую стоимость. В настоящее время изготавливают акселерометры трех типов: пьезопленочные, поверхностные и объёмные. Используем поверхностные интегральные акселерометры так как они малы, сравнительно недороги и позволяют измерять постоянное ускорение с достаточной точностью.

В последнее распространение получили акселерометр Analog Devices [5], например, двухосный ADXL206, рассчитанный на максимальное ускорение по обеим осям  $\pm 1,7g$ . Датчики изготавливают, в основном, в плоских керамических корпусах с планарными выводами, причём оси, по которым измеряют ускорение, направлены параллельно плоскости выводов (т.е. параллельно плоскости печатной платы). При напряжении питания  $U_{пит}$ , ускорении  $0g$  уровень выходного сигнала равен  $U_{пит}/2$ . При изменении ускорения на  $1g$  уровень выходного сигнала изменяется на  $U_{пит}/5$ .

Операции по обработке сигнала возложены на микроконтроллер (МК), при этом не потребуются больших вычислительных ресурсов, так как обработка будет производиться без выполнения параллельных процессов.

Принципиальная схема включения ADXL206 в электрическую схему интеллектуальной подсистемы контроля состояния водителя транспортного средства изображена на рис. 1.

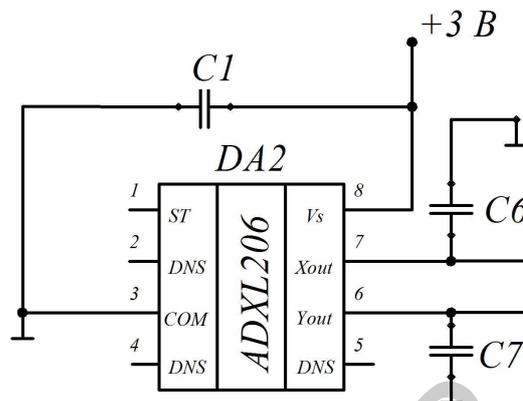


Рис. 1 – Схема включения ADXL206 в электрическую схему интеллектуальной подсистемы: 1-8 – выводы микросхемы DA2; C1, C6, C7 – конденсаторы.

На вывод 8 ( $V_s$ ) подаётся питание  $+3V$ , вывод 3 (COM) подключается к общему проводнику. Вывод 1 (ST) предназначен для включения режима калибровки датчика. На выводах 7 ( $X_{out}$ ) и 6 ( $Y_{out}$ ) формируется выходной сигнал. Конденсатор  $C1=10\text{нФ } 25V$ . Конденсаторы C2 и C3 являются частью RC-цепочки ФНЧ (фильтра низких частот) с резистором сопротивлением  $32\text{кОм}$ , расположенного внутри микросхемы DA2, на рис. 1 не показаны. ФНЧ имеет частоту среза  $500\text{Гц}$ , а значения C2 и C3 определяются по формуле:

$$C = \frac{1}{2\pi 32000 f_{cr}},$$

где  $f_{cr}$  – частота среза ФНЧ, Гц. Подставляя принятые значения, получаем  $C=9,9 \text{ нФ}$ . Принимаем конденсаторы C2 и C3  $10\text{нФ } 25V$ .

## II. Выводы

Показана возможность расчета элементов электрической схемы интеллектуальной подсистемы контроля состояния водителя транспортного средства. Рассмотрена реализация варианта с использованием датчика движения рулевого колеса. Получены формулы для расчёта и подбора инкрементального энкодера и поверхностного интегрального акселерометра.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнеев Н.В., Гребенников А.В. Интеллектуальная система управления для транспортного средства // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 7. С. 28–33.
2. Корнеев Н.В., Кустарев Ю.С., Морговский Ю.Я. Теория автоматического управления с практикумом. М.: Академия, 2008. – 224 с.
3. Lin Y. An intelligent non-invasive sensor for driver pulse wave measurement // IEEE Sensors Journal. 2007. № 7 (5). P. 790–799.
4. Autonics sensorscontrollers: // Autonics Corporation, 2015. URL: <http://www.autoniconline.com/common/home> (дата обращения: 20.01.2016).
5. Analog Devices: // Analog Devices, Inc., 1995–2016. URL: <http://www.analog.com/ru/index.html> (дата обращения: 20.01.2016).