

УДК 621.313.333

**В.Я. Двадненко**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*  
**СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В КОНВЕРСИОННОМ  
ПОДЗАРЯЖАЕМОМ ГИБРИДНОМ АВТОМОБИЛЕ**

*Предложено схематехническое решение для разработки простого реверсивного электросчетчика постоянного тока для конверсионного гибридного автомобиля с учетом КПД ТАБ, пригодного для определения остаточного пробега гибридного автомобиля на электроприводе.*

*Ключевые слова:* реверсивный электросчетчик, конверсионный гибридный автомобиль, КПД аккумулятора, остаточный пробег.

**В.Я. Двадненко**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*  
**ЛІЧИЛЬНИК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В КОНВЕРСІЙНИХ ГИБРИДНИХ  
АВТОМОБІЛЯХ ІЗ ПІДЗАРЯДКОЮ**

*Запропоновано схематехнічне рішення для розробки простого реверсивного електролічильника постійного струму для конверсійного гібридного автомобіля з урахуванням ККД ТАБ, придатного для визначення залишкового пробігу гібридного автомобіля на електроприводі.*

*Ключові слова:* реверсивний електролічильник, конверсійний гібридний автомобіль, ккд аккумулятора, залишковий пробіг.

**V. Dvadnenko**

*Kharkiv National Automobile and Highway University*  
**ELECTRICITY METERS IN THE CONVERSION OF RECHARGE HYBRID VEHICLE**

*Proposed schematic solution for developing a simple reversing DC electric meter for the conversing hybrid vehicle based on the efficiency of traction battery, is suitable for the determination of remaining mileage hybrid vehicle on the electric drive.*

*Keywords:* reversing electric meter, conversion hybrid vehicle battery efficiency, the remaining mileage.

**Постановка проблемы.** Конверсия обычного автомобиля в подзаряжаемый гибридный автомобиль (Plug-in Hybrid) дает возможность существенно снизить стоимость километра пробега и уменьшить вредные выбросы [1,2]. Это обусловлено тем, что значительная часть пути обычного автомобиля, а именно, старт с места, набор скорости и движение с малыми скоростями (до 40 км/час), а также движение в заторах, связана с неэкономичными режимами работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и сопровождается повышенным уровнем вредных выбросов. Для осуществления конверсии обычный автомобиль необходимо дополнить тяговым электроприводом. Тогда упомянутую выше часть пути подзаряжаемый гибридный автомобиль может с высокой эффективностью двигаться только на электричестве, в основном за счёт дешевой энергии, взятой из электрической сети при зарядке тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ). На кафедре автомобильной электроники ХНАДУ была проведена конверсия автомобиля «Ланос-пикап», предоставленного по договору Запорожским автомобильным заводом. В подзаряжаемом гибридном автомобиле зарядка ТАБ производится не только от сети, но и при рекуперативном торможении, а также возможна зарядка при движении автомобиля с помощью ДВС. Приборы контроля параметров электропривода конверсионного гибридного автомобиля включают цифровые измерители тока и напряжения ТАБ. С помощью амперметра можно оценить нагрузку электродвигателя, а с помощью вольтметра можно ориентировочно судить о состоянии ТАБ. Однако вольтметр не может показать точное количество электрической энергии находящейся в ТАБ, чтобы водитель мог оценить возможный оставшийся пробег на электроприводе так, как он это делает при оценке пробега на ДВС по указателю уровня бензина. Следовательно, необходим счетчик расхода и прихода электроэнергии. В связи с этим **целью работы** является разработка простого реверсивного электросчетчика постоянного тока для конверсионного гибридного автомобиля с учетом КПД ТАБ, пригодного для определения остаточного пробега на электроприводе.

**Результат разработки.** Для создания счетчика электроэнергии гибридного автомобиля необходимо вычислять интеграл по времени от мгновенной электрической мощности на требуемом отрезке. Если имеем временной отрезок  $t \in [t_1, t_2]$  то такой интеграл имеет вид:

$$\Delta W_{\text{ТАБ}} = \int_{t_1}^{t_2} (I_{\text{я}} + I_{\text{в}} + I_{\text{з12}}) U dt$$

где  $\Delta W_{\text{ТАБ}}$  – расход электрической энергии за время от момента  $t_1$  до момента  $t_2$ ,  $I_{\text{я}}$  – ток якоря тягового электродвигателя,  $I_{\text{в}}$  – ток потребляемый от ТАБ преобразователем, который питает обмотку возбуждения тягового электродвигателя,  $I_{\text{з12}}$  – ток потребляемый от ТАБ преобразователем подзарядки аккумулятора на 12В. Последние два слагаемых в скобках всегда положительны, а ток якоря может быть как положительным в тяговом режиме, так и отрицательным в режиме рекуперации. Соответственно расход электроэнергии тоже может быть и положительным (разряд) и отрицательным (заряд). Этот знак необходимо учитывать при подсчете расхода электроэнергии ТАБ. Для построения счетчика было принято решение использовать специализированный микроконтроллер ADE 7755, предназначенный для построения сетевых счетчиков электроэнергии [3].

Схема счетчика электроэнергии в ТАБ приведена на рис. 1. На схеме использовано обозначение БПМЧ – блок преобразователя мощность-частота. Схема преобразователя мощность-частота приведена на рис.2. Он выполнен на микроконтроллере ADE7755 который из стандартной схемы включения переведен в режим измерения мощности постоянного тока путем отключения входного фильтра, для чего вывод 2 соединен с корпусом (рис.2). Кроме того, для подсчета как израсходованной так и возвращаемой при рекуперации в ТАБ энергии на микроконтроллере PIC16F628A собран реверсивный счетчик импульсов с выводом результата на четырехразрядный динамический семисегментный индикатор (рис. 1).

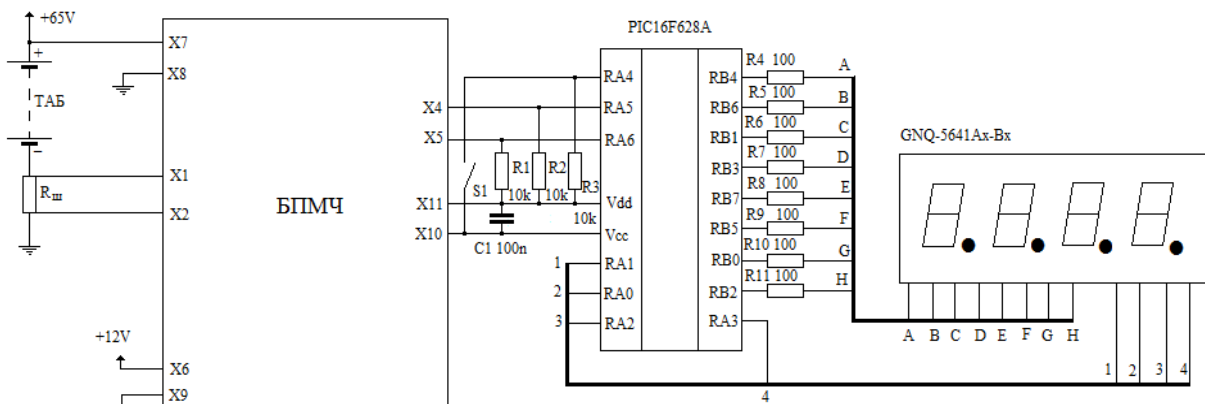


Рис. 1. Схема счетчика электроэнергии в ТАБ

Вход порта RA5 суммирует импульсы БПМЧ со знаком плюс, а вход порта RA6 суммирует импульсы БПМЧ со знаком минус. Переключение входов осуществляют ключи на транзисторах Q2 – Q4 (рис.3). Для того, чтобы учесть КПД ТАБ, необходимо для рекуперативной энергии ввести коэффициент меньше единицы. Введение такого коэффициента производится с помощью ключа Q1 и резистора R11 сопротивление которого подбирается для учета КПД применяемого типа ТАБ. С их помощью на время рекуперации увеличивается коэффициент деления делителя напряжения на вход V2P, V2N микроконтроллера ADE7755. После полного заряда ТАБ во избежание накопления ошибок необходимо сбросить реверсивный счетчик в ноль с помощью нажатия кнопки S1 (рис. 1). Счетчик калибруется так, чтобы показывать израсходованные ватт-часы. Тогда, зная емкость батареи, водитель может ориентироваться о том, сколько энергии осталось в ТАБ. Можно также откалибровать счетчик на величину процентов заряда ТАБ, тогда достаточно будет двухразрядного индикатора.

Показания счетчика сохраняются до момента сброса независимо от наличия питания. Ориентировочно о заряде батареи также можно судить по показаниям вольтметра. По показаниям амперметра можно судить о нагрузке тягового электродвигателя.

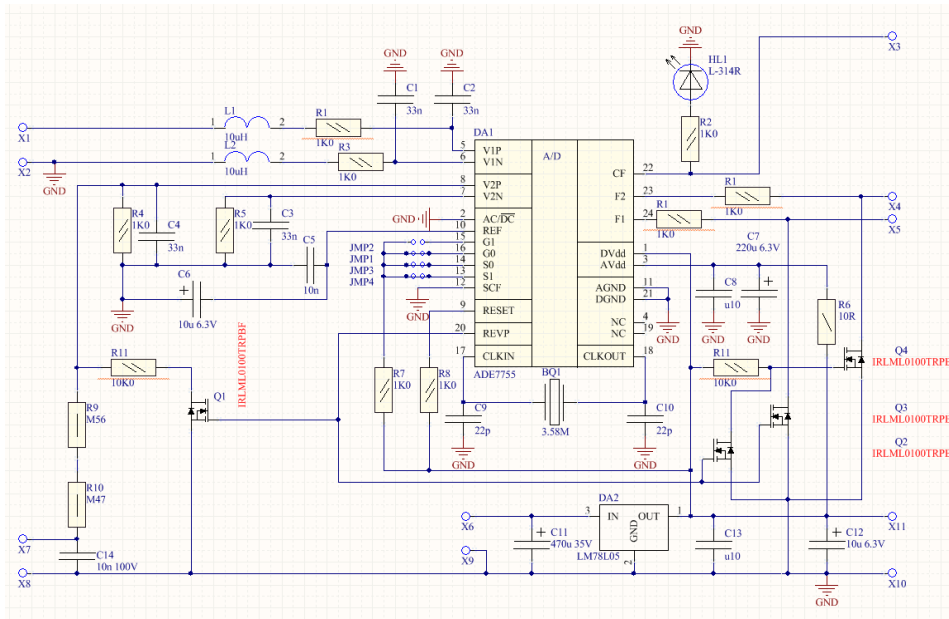


Рис.2. Схема преобразователя мощность-частота

На рис.3 показано расположение дополнительных измерительных приборов в конверсионном гибридном автомобиле под нишей для радиоприемника, а именно слева направо: амперметр, вольтметр и счетчик электроэнергии.



Рис.3. Расположение дополнительных измерительных приборов в конверсионном гибридном автомобиле

**Выводы.** Разработанный счетчик электрической энергии для конверсионного гибридного автомобиля позволяет производить учет расходуемой и поступающей в ТАБ электроэнергии с точностью достаточной, чтобы водитель мог судить о запасе электроэнергии так же, как он оценивает запас оставшегося бензина.

### Литература

1. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. / [Бажинов О.В., Двадненко В.Я., Хакім М.], монографія. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 200 с.
2. Бажинов А.В., Двадненко В.Я., Сериков С.А. Экспериментальное исследование бензинового автомобиля конвертированного в гибридный //Вестник ХНАДУ. – 2014 – Выпуск 67 - С. 63 -68.
3. ИС счетчика электроэнергии с импульсным выходом. Электронный ресурс. [http://www.analog.com/media/ru/technical-documentation/data-sheets/ade7755\\_ru.pdf](http://www.analog.com/media/ru/technical-documentation/data-sheets/ade7755_ru.pdf)

Стаття надійшла до редакції 17.03.2016