

Транспортное и энергетическое машиностроение

УДК 629.621.43

Об оптимизации системы очистки стекла транспортного средства

Ю.В. Гармаш

Описывается устройство управления работой стеклоочистителя автотранспортного средства, способное работать в двух режимах: плавного регулирования скорости движения щеток и плавного регулирования интервала между циклами срабатывания стеклоочистителя. В основе принципа действия лежит применение широтно-импульсной модуляции (ШИМ) в сочетании с мощным полевым транзистором, работающим в ключевом режиме. Такое решение позволяет снизить мощность, рассеиваемую на регулирующем элементе. Широтно-импульсное регулирование осуществляется с помощью соответствующей схемы управления, выполненной на 555 таймере.

Ключевые слова: ограниченная емкость, источник, существенный ток, пуск двигателя, низкие температуры, применение магазина конденсаторов, изменение мощности, новый подход к построению систем электрического оборудования, конвертер напряжения.

This article proves the necessity of optimization car glass cleaner system parameters. Electric glass cleaner system apparatus may work as regulation the speed cycles of glass cleaner and regulation of the pause between cycles of glass cleaner. All this gives real optimization of the properties of automobile electric glass cleaner system. This new properties appear with wide-pulse modulation

ГАРМАШ
Юрий Владимирович
кандидат технических
наук, доцент
кафедры
«Физики и химии»
(Рязанский военный
автомобильный институт
им. генерала армии
В.П. Дубынина)

and power field affect transistor. This usage gives drop of power on field affect transistor. Wide-pulse modulator with optimum parameters realized on 555 timer.

Keywords: the limited capacity, source, a significant current, start-up of the engine, low temperatures, application of the capacitor store, change differently at change of power, new construction of the circuit of an electric equipment, the converter of a voltage.

Существующая система очистки стекла современных автомобилей предназначена для очистки его от осадков, пыли и грязи и представляет собой устройство, позволяющее дискретно изменять интервал времени между движениями щеток стеклоочистителя. При этом система имеет всего несколько переключаемых скоростей движения щеток, что является существенным недостатком и не позволяет подобрать оптимальный режим работы стеклоочистителя для изменяющихся дорожных условий.

В данной статье описывается устройство управления стеклоочистителем, способное работать в двух режимах: плавного регулирования скорости движения щеток и плавного регули-

рования интервала между циклами срабатывания стеклоочистителя.

Отметим, что плавная регулировка напряжения питания аналоговыми электронными средствами практически невозможна из-за относительно высоких мощностей электродвигателей и, соответственно, высоких мощностей рассеивания на регулирующем транзисторе. Выход из этой ситуации можно найти в применении широтно-импульсной модуляции (ШИМ) [1, 2] в сочетании с мощным полевым транзистором, работающим в ключевом режиме. ШИМ позволяет снизить мощность, рассеиваемую на регулирующем элементе.

Широтно-импульсное регулирование выполняется с помощью соответствующей схемы управления. Глубина ШИМ характеризуется коэффициентом заполнения

$$\gamma = t_{и} / T,$$

где $t_{и}$ — длительность импульса управления; $T = f^{-1}$ — период повторения. Как следует из этого выражения, коэффициент заполнения изменяется в пределах 0...1, а среднее напряжение на ДПТ

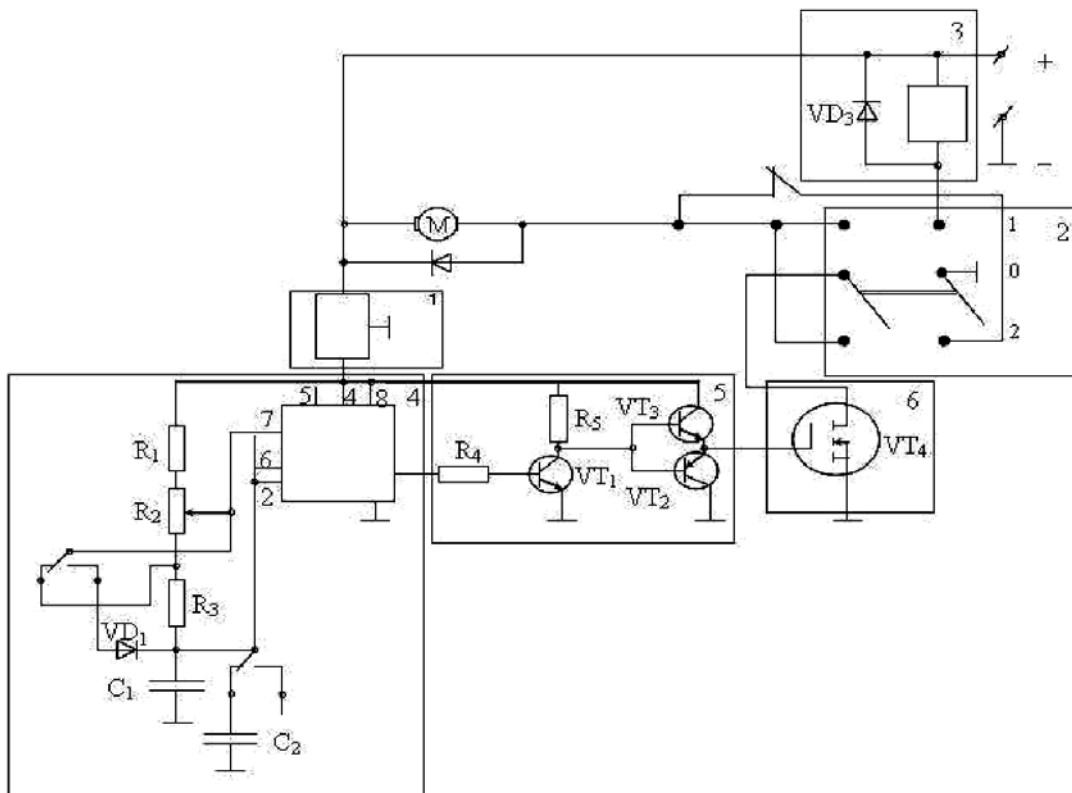


Рис. 1. Система очистки стекла автотранспортного средства

$$U = U_{\text{бат}} \frac{t_u}{T}. \quad (1)$$

Из литературы [3] известно, что при подобном регулировании будет изменяться скорость вращения якоря электродвигателя.

Электрическая схема устройства представлена на рис. 1. В ее состав входят стабилизатор 1 напряжения, переключатель 2 режимов работы, реле 3 переключения режимов, генератор 4 на основе микросхемы таймера, предварительный усилитель-инвертор 5 и силовой ключ 6 на основе мощного полевого транзистора.

В режиме плавного регулирования скорости движения щеток переключатель 2 находится в первом положении, к реле 3 переключения режимов приложено напряжение бортовой сети автомобиля, и его контакты подключают в зарядную цепь конденсатора C_1 диод VD_1 .

После включения питания от бортовой сети автомобиля происходит заряд конденсатора C_1 по цепи: источник питания, сопротивление R_1 , верхняя по схеме часть переменного сопротивления R_2 (R'_2), диод VD_1 , конденсатор C_1 , корпус. Напряжение на конденсаторе C_1 нарастает по экспоненте:

$$u_{c1} = U_{\text{п}} [1 - \exp(-t / \tau_{\text{зар}})], \quad (2)$$

где $U_{\text{п}}$ — напряжение питания микросхемы таймера; $\tau_{\text{зар}} = (R_1 + R'_2) \cdot C_1$ — постоянная времени заряда.

Напряжение на выходе таймера при этом имеет высокий уровень. Транзистор VT_1 предварительного усилителя-инвертора открыт, напряжение на его выходе имеет низкий уровень. Полевой транзистор ключа VT_4 закрыт, поскольку напряжение на его затворе равно нулю.

Когда напряжение на времязадающем конденсаторе C_1 достигнет значения $2/3$ напряжения питания таймера ($U_{\text{п}}$), напряжение на выходе таймера практически станет равным нулю. Откроется ключ, встроенный в схему таймера, и вывод 7 соединится с корпусом. Конденсатор C_1 начнет разряжаться по цепи: C_1 , сопротивление R_3 , нижняя по схеме часть переменного сопротивления R_2 (R''_2), встроенный ключ таймера, корпус.

Напряжение на конденсаторе изменяется по закону

$$U_{c1} = \frac{2}{3} U_{\text{п}} \cdot e^{-t/\tau_p}, \quad (3)$$

где $\tau_p \approx C_1 \cdot (R_3 + R''_2)$ — постоянная времени разряда.

Поскольку напряжение на выходе таймера равно нулю, транзистор VT_1 закрывается, поэтому на его коллекторе установится высокий уровень напряжения. Транзистор VT_4 откроется и подключит вывод электродвигателя стеклоочистителя к корпусу, напряжение на двигателе станет равным напряжению бортовой сети. Разряд конденсатора C_1 продолжается до тех пор, пока напряжение на нем не снизится до $\frac{1}{3} U_{\text{п}}$. После этого процесс повторяется.

Отношением постоянных времени заряда и разряда (положением движка переменного сопротивления R_2) и определяется скважность импульсов:

$$\frac{\tau_{\text{зар}}}{\tau_p} = \frac{R_1 + R'_2}{R_2'' + R_3} \quad (4)$$

Что касается периода $T \sim C_1 \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$, то при перемещении движка потенциометра он остается постоянным. Следовательно, и частота импульсов ШИМ остается неизменной, а меняется только скважность, определяющая среднее значение напряжения на двигателе стеклоочистителя, которое можно изменять от нуля до напряжения бортовой сети, что и позволяет получить искомый эффект: изменять скорость вращения его якоря и скорость движения щеток стеклоочистителя. Поскольку частота импульсов ШИМ велика (около 10 кГц), а момент инерции якоря электродвигателя также велик, то пульсации напряжения никак не сказываются на качестве его работы. С другой стороны, при эксплуатации устройства не наблюдается повышенного уровня электрических наводок на другие системы электрооборудования.

В режиме плавного регулирования интервала между циклами срабатывания стеклоочистителя переключатель находится во втором

положении, реле переключения режимов обеспечено, его контакты исключают из зарядной цепи диод, но параллельно конденсатору C_1 подключается конденсатор C_2 значительно большей емкости, что позволяет увеличить постоянные времени заряда и разряда примерно на пять порядков.

После включения питания от бортовой сети автомобиля происходит заряд конденсаторов по цепи: источник питания, сопротивление R_1 , верхняя по схеме часть переменного сопротивления R_2 , сопротивление R_3 , конденсаторы C_1 и C_2 , корпус.

Постоянная времени заряда конденсаторов $\tau_{зар} = (R_1 + R'_2 + R_3)(C_1 + C_2)$, напряжение на выходе таймера при этом имеет высокий уровень. Транзистор VT_1 предварительного усилителя-инвертора открыт, полевой транзистор ключа VT_4 закрыт. При этом изменением переменного сопротивления R_2 можно регулировать интервал между циклами стеклоочистки.

Когда напряжение на времязадающих конденсаторах достигнет значения $2/3$ напряжения питания таймера (U_n), напряжение на выходе таймера станет равным нулю. Откроется ключ, встроенный в схему таймера, и конденсаторы начнут разряжаться по цепи: конденсаторы C_1 и C_2 , сопротивление R_3 , встроенный ключ таймера, корпус. Напряжение на конденсаторах уменьшается по экспоненте с постоянной времени разряда $\tau_p \approx (C_1 + C_2)R_3$.

Поскольку напряжение на выходе таймера равно нулю, транзистор VT_1 закроется, и на его коллекторе установится высокий уровень напряжения, открывающий VT_4 , через который вывод электродвигателя стеклоочистителя подключается к корпусу; напряжение на двигателе станет равным напряжению бортовой сети. Разряд конденсаторов продолжается до тех пор, пока напряжение на них не снизится до $\frac{1}{3}U_n$. После этого процесс повторяется. Длительность импульса достаточна для того, чтобы замкнулся концевой выключатель и обеспечил окончание цикла очистки стекла (чтобы щетки вернулись в исходное состояние).

Отметим что регулировки как скорости движения щеток, так и интервала между циклами стеклоочистки производятся одним и тем же переменным сопротивлением. Применение подобной регулировки скорости позволяет существенно повысить комфорт при эксплуатации автомобиля и коэффициент полезного действия системы стеклоочистки.

Список литературы

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2 т.: Пер. с англ. Т. 1. М.: Мир, 1983. 598 с.
2. Пряшников В.А. Электроника: Курс лекций. СПб.: Корона принт, 1998. 399 с.
3. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1983. 440 с.

Статья поступила в редакцию 02.12.2010 г.