

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 16877

(13) С1

(46) 2013.02.28

(51) МПК

G 08G 1/07 (2006.01)

(54)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРОМ

(21) Номер заявки: а 20110570

(22) 2011.05.04

(43) 2012.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Шуть Василий Николаевич; Анфилец Сергей Викторович; Касьяник Валерий Викторович; Лисаневич Денис Павлович; Партин Владимир Степанович; Капский Денис Васильевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

(56) SU 853644, 1981.

ВУ 382 U, 2001.

SU 1492363 A1, 1989.

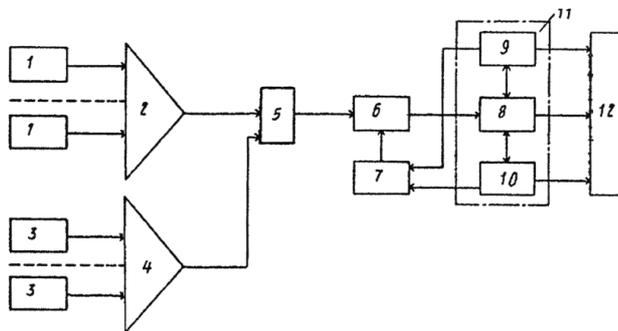
SU 1695356 A1, 1991.

US 4370718 A, 1983.

CN 101540107 A, 2009.

(57)

Устройство для управления светофором, содержащее датчики пешеходов, соединенные с входами сумматора пешеходов, и задатчик длительности тактов, выходы которого соединены с входами коммутатора ламп светофора, а также блок сравнения, выход которого соединен с входом задатчика длительности тактов, два выхода которого соединены с двумя входами генератора пилообразного напряжения, соединенного выходом со вторым входом блока сравнения, отличающееся тем, что содержит датчики транспортных средств, соединенные с входами сумматора транспортных средств, соединенного выходом со вторым входом вычитающего блока, первый вход и выход которого соединены соответственно с выходом сумматора пешеходов и с первым входом блока сравнения.



Фиг. 1

Изобретение относится к области автоматического регулирования уличного движения и может быть использовано для регулирования движения транспортных средств и пешеходов на перекрестках и переходах.

ВУ 16877 С1 2013.02.28

Известны устройства управления пешеходным светофором, состоящие из кнопки вызова, задатчиков длительности тактов работы светофора и коммутатора ламп [1].

Данный класс устройств наиболее эффективен на магистрали с интенсивным движением автотранспорта и редким (единичным) пересечением ее или отдельным пешеходом, или небольшой группой пешеходов из 2-3 человек. При этом промежутки между отдельными переходами пешеходов значительные и сильно колеблются от среднего значения. Нажатие пешеходом кнопки вызова является сигналом для прерывания движения по магистрали.

Недостатком устройства является то, что вызов на прерывание движения по магистрали может быть в любой, самый неподходящий момент времени - когда идет плотная пачка автомобилей.

Вторым недостатком, ухудшающим его использование, является ситуация с большим числом постоянно подходящих к перекрестку пешеходов. В этой ситуации кнопка вызова прерывания будет всегда нажата, а движение по магистрали заблокировано.

Известно устройство для управления светофором, содержащее датчики, подключенные к входам сумматора, выход которого подключен к входу коммутатора направлений, выходы которого соединены со входами блока выбора фаз движения и задатчика длительности тактов, выходы которого подключены ко входам коммутатора ламп [2].

В данном устройстве устранен второй недостаток предыдущего устройства. Прерывание движения выполняется без нажатия кнопки вызова, что устраняет ситуацию блокировки движения по магистрали.

Недостатком устройства является то, что оно не учитывает количество пешеходов на перекрестке. Это не позволяет оптимально управлять дорожным движением.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является устройство для управления светофором [3], содержащее датчики, подключенные к входам сумматора, задатчик длительности тактов, выходы которого подключены к входам коммутатора ламп, генератор пилообразного напряжения и блок сравнения, выход сумматора и первый выход генератора пилообразного напряжения соединены с соответствующими входами блока сравнения, выход которого подключен к первому входу задатчика длительности тактов, второй вход и два выхода которого соединены соответственно со вторым выходом и входом генератора пилообразного напряжения.

В этом устройстве устранен недостаток, который заключается в том, что в устройстве [3] не учитывается количество пешеходов на перекрестке, и если их много, то не выполняется досрочное переключение фаз светофора.

Существенным недостатком устройства является отсутствие синхронизации между моментом времени включения разрешающего сигнала для пешеходов и интенсивностью движения по пересекаемой ими магистрали. Тогда разрыв магистрального движения может произойти в самый неподходящий момент времени, то есть когда идет плотная пачка автотранспортных средств (АТС). Вся эта многотонная масса с огромной кинетической энергией должна резко тормозить перед красным сигналом светофора. В результате - перерасход топлива, износ автомобиля, ухудшение экологии и т.д.

Предлагаемое изобретение устраняет вышеприведенный недостаток путем поиска баланса между интересами пешеходов и водителей АТС по магистрали. При этом баланс находится автоматически в различных ситуациях, складывающихся между уровнем движения пешеходов и водителями в улично-дорожной сети города.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей устройства для осуществления адаптивного поиска баланса между интересами пешеходов и водителей транспортных средств, а также для выбора оптимального режима переключения фаз.

Поставленная цель достигается тем, что устройство, содержащее датчики пешеходов, соединенные с входами сумматора пешеходов, и задатчик длительности тактов, выходы которого соединены с входами коммутатора ламп светофора, а также блок сравнения, вы-

ход которого соединен с входом задатчика длительности тактов, два выхода которого соединены с двумя входами генератора пилообразного напряжения, соединенного выходом со вторым входом блока сравнения, отличается тем, что содержит датчики транспортных средств, соединенные с входами сумматора транспортных средств, соединенного выходом со вторым входом вычитающего блока, первый вход и выход которого соединены соответственно с выходом сумматора пешеходов и с первым входом блока сравнения.

Такая конструкция устройства позволяет включать разрешающий сигнал для пешеходов автоматически в зависимости от количества пешеходов и плотности потока транспортных средств, находящихся в зонах действия датчиков. Уменьшение плотности транспортного потока приводит к уменьшению времени задержки переключения фазы.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 - структурная схема устройства для управления светофором, на фиг. 2 - эпюры характерных напряжений, на фиг. 3 - схема типового перекрестка.

Обозначения: 1 - датчики пешеходов, 2, 4 - сумматор, 3 - датчики автотранспортных средств, 5 - вычитающий блок, 6 - блок сравнения, 7 - генератор пилообразного напряжения, 8 - блок включения промежуточного сигнала, 9 - блок включения разрешающего сигнала, 10 - блок включения запрещающего сигнала, 11 - блок задания длительности тактов светофора, 12 - коммутатор ламп, АТС - автотранспортные средства, эпюра а - функция напряжения вычитающего блока, эпюра б - функция напряжения блока генератора пилообразных импульсов, эпюра в - функция импульсного напряжения блока включения промежуточного сигнала, эпюра г - функция напряжения блока.

Устройство состоит из датчиков пешеходов 1, подключенных к входам первого сумматора 2, датчиков автотранспортных средств 3, подключенных к входам второго сумматора 4. Выходы сумматоров соединены с входами вычитающего блока 5. Выход вычитающего блока 5 соединен с первым входом блока сравнения 6, второй вход которого подключен к выходу генератора пилообразного напряжения 7. Выход блока сравнения 6 соединен с входом блока включения промежуточного сигнала 8, выходы которого подключены к входам блоков 9 и 10 включения разрешающего и запрещающего сигналов для пешеходов. Выходы блоков 9 и 10 подключены к первому и второму входам генератора пилообразного напряжения 7. Вторые выходы блоков 9 и 10 соединены с входом блока 8 включения промежуточного сигнала светофора. Блоки 8, 9 и 10 образуют задатчик 11 длительности тактов светофора, выходы которого соединены с входами коммутатора ламп 12.

Устройство работает следующим образом. Сигналы от датчиков наличия пешеходов 1, расположенных на островках безопасности или тротуарах возле перехода и на обочинах у проезжей части на подъездах к перекрестку, суммируются сумматором 2. Оптимальным вариантом датчиков 1 являются видеокамеры.

Аналогичным образом расположенные на расстоянии L от перекрестка датчики 3 транспортных средств подсчитывают число автомобилей, входящих в зону перекрестка и выходящих из нее. Такими датчиками могут быть как видеокамеры, так и инфракрасные датчики. Сумматор 4 производит алгебраическое сложение, т.е. автомобиль, въезжающий в зону, подается на вход сумматора со знаком "плюс", а выезжающий - со знаком "минус". Таким образом, содержимое сумматора отображает в текущий момент времени число автомобилей, находящихся в зоне перекрестка. Это число характеризует интенсивность транспортного потока, его плотность.

На вычитающем блоке 5 из входного напряжения сумматора 2 вычитается выходное напряжение сумматора 4, и на выходе блока 5 формируется функция напряжения (эпюра а), соответствующая разности числа пешеходов (Π) и числа автомобилей (A). Таким образом, в отличие от устройства-прототипа, данная функция отражает не только состояние (процесс) накопления пешеходов в контролируемых зонах, но и состояние магистрали, что отсутствует в прототипе.

ВУ 16877 С1 2013.02.28

Выходное напряжение (эпюра а) с блока вычитания поступает на блок сравнения б, где сравнивается с линейно убывающим напряжением (эпюра б) от генератора 7 пилообразного напряжения, работающего в ждущем режиме. При равенстве подаваемых напряжений блок выдает импульс (эпюра в), который через задатчик 8 и коммутатор 12 включает промежуточный сигнал светофора, а по истечении времени промежуточного такта через задатчики 9 и коммутатор 12 - разрешающий сигнал пешеходам и запрещающий по магистрали. Тот же импульс (эпюра в) переводит генератор 7 в ждущее состояние. По истечении времени, отведенного пешеходам для пересечения улицы, задатчик 9 выдает импульс, который через задатчики 8, 10 и коммутатор 12 включает промежуточный и запрещающий пешеходное движение сигнал светофора. Задатчик 10 по истечении минимального времени для движения транспортных средств выдает импульс (эпюра г), который запускает генератор 7, и начинается новый цикл работы устройства.

Для обеспечения нормальной работы устройства выходное напряжение (эпюра б) генератора 7 ограничено сверху и снизу. Верхний предел напряжения (эпюра б) подобран так, чтобы оно было больше выходного напряжения сумматора 2 в случае присутствия теоретически наибольшего числа пешеходов в зонах действия датчиков 1 и отсутствия автомобилей в зоне перекрестка. Нижний предел напряжения (эпюра б) больше возможного напряжения помехи при отсутствии пешеходов и автомобилей.

Основная эпюра функционирования предлагаемого устройства (эпюра а) существенно отличается от эпюры прототипа. Так, она имеет отрицательные значения (отрезок ВС), связанные с влиянием автомобилей на эпюру пешеходов. Причем точки В и С могут иметь значительные колебания по оси времени t относительно управляющих импульсов (эпюры в и г).

Цикл работы устройства заключен в промежутке ABCD (эпюра а). Состоит из следующих временных промежутков:

$T_{\text{пеш.}}$ - жестко установленное время, необходимое пешеходам для пересечения перехода;

$T_{\text{minavt.}}$ - жестко установленное минимальное время пересечения автомобилями перекрестка;

$T_{\text{авт.}}$ - плавающее время разрешенного движения по магистрали, которое может расширяться в случае большой плотности движущихся автомобилей, причем $T_{\text{minavt.}} < T_{\text{авт.}}$

Устройство автоматически находит оптимальное $T_{\text{авт.}}$, и оно отражает баланс между числом пешеходов, готовых к переходу, и плотностью потока автомобилей на магистрали.

Произведем расчет экономической эффективности предложенного устройства при следующих условиях: остановка перед светофором плотной пачки движущихся со скоростью 60 км/час автомобилей. Число автомобилей 21. Расчет заключается в нахождении количества топлива, необходимого для разгона пачки автомобилей до первоначальной скорости после остановки на пешеходном переходе.

Пусть пачка автомобилей состоит из следующих автомобилей: 16 легковых автомобилей, 3 грузовых, 2 автобуса. После остановки на перекрестке пачка автомобилей должна вернуть свою прежнюю скорость 60 км/ч, для этого необходимо затратить количество кинетической энергии, рассчитываемое по формуле:

$$W = \frac{mv^2}{2},$$

где m - масса транспортного средства, v - скорость, до которой разгоняется пачка.

Для расчета количества энергии выберем следующие типовые массы транспортных средств из [4]:

легковой автомобиль (в среднем по ВАЗ-2108) - 1450 кг;

грузовой автомобиль (в среднем по ГАЗ-5312) - 7850 кг;

автобус (в среднем по ЛиАЗ-677М) - 16133 кг.

Следовательно, общая масса пачки будет равна:

$$1450 \times 16 + 7850 \times 3 + 16133 \times 2 = 79016 \text{ кг.}$$

BY 16877 C1 2013.02.28

Энергия, затраченная на разгон до скорости перед перекрестком:

$$W = 79016 \times 16 \times 16 / 2 = 10,91 \text{ МДж.}$$

Количество топлива, затраченного на разгон, можно определить, поделив количество найденной энергии на удельную теплоту сгорания топлива (бензина).

Удельная теплота сгорания бензина [4] равна 47 МДж/кг.

Количество топлива, затраченного пачкой:

$$10,91 / 47 = 0,23 \text{ кг.}$$

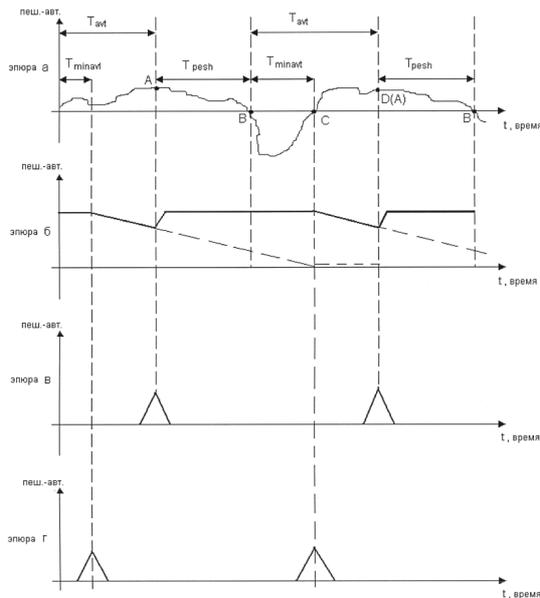
Так как КПД двигателя внутреннего сгорания равен 25 %, то для разгона потребуется в четыре раза больше топлива, а именно 0,92 кг или 1,31 л.

Из приведенного расчета следует, что на каждой фазе работы светофора в жестком режиме в среднем теряется 1,3 л топлива. Длительность фазы светофорного объекта [4] в среднем равна 1,5 мин, следовательно, за час расход топлива составляет 52,4 литра для одного направления движения. Это огромные потери для транспортных средств на перекрестке. С учетом выбросов вредных веществ, содержащихся в этом количестве топлива, можно сделать вывод, что эффективность внедрения адаптивной системы управления перекрестком позволит существенно сократить приведенные потери, так как адаптивная система пропускает пачки без остановки, останавливая лишь единичные транспортные средства, существенно сокращая расходы топлива.

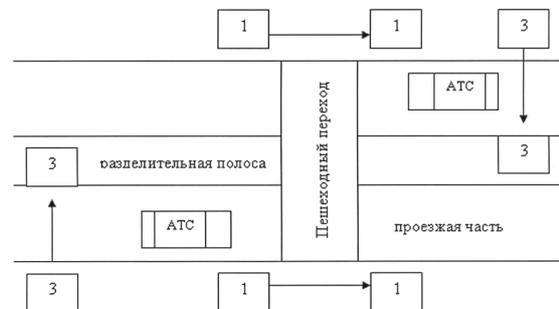
Экономическая эффективность от использования предложенного устройства определяется его техническими преимуществами, сэкономленным топливом и, как следствие, уменьшением вредных выбросов в окружающую среду.

Источники информации:

1. За рулем. - 1971. - № 2. - С. 25 (аналог).
2. А.с. СССР 630540, МПК G 08 G 1/07, 1975 (аналог).
3. А.с. СССР 853644, МПК G 08 G 1/07, 1982 (прототип).
4. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда - 2: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Н.Луканина. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 646 с.



Фиг. 2



Фиг. 3