

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005107527/11, 17.03.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.03.2005

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2006

(45) Опубликовано: 10.02.2007 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: Ютт В.В. Электрооборудование
автомобилей. М., Транспорт, 1989, с.23. JP
2002272012, 20.09.2002. JP 11252816,
17.09.1999. RU 2127480 C1, 10.03.1999.

Адрес для переписки:

346500, Ростовская обл., г. Шахты, ул.
Шевченко, 147, ЮРГУЭС, патентная служба

(72) Автор(ы):

Богданов Валентин Иванович (RU),
Богданов Владимир Валентинович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

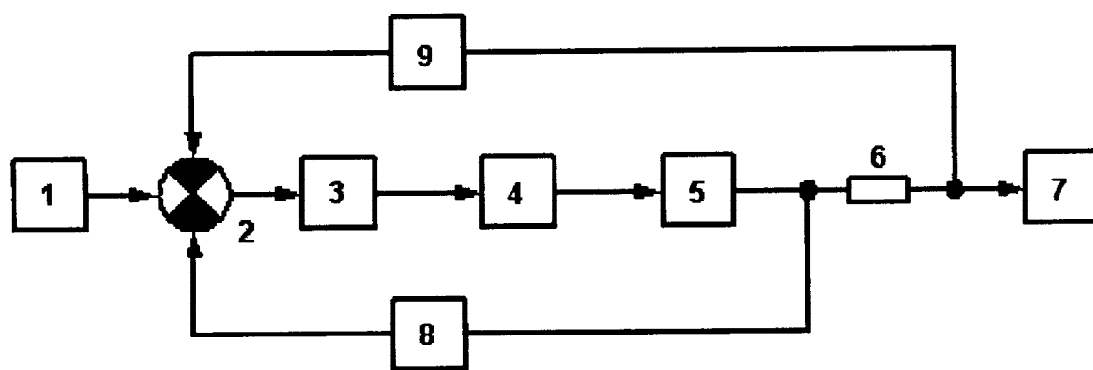
ГОУ ВПО "Южно-Российский государственный
университет экономики и сервиса" (ЮРГУЭС)
(RU)

(54) БОРТОВАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано при реализации электроснабжения транспортного средства. Система содержит регулятор напряжения с задающим, суммирующим, усилительным и регулирующим элементами, генераторную установку, с которой через электрический шунт связана аккумуляторная батарея. В регуляторе напряжения неинвертирующий и один из инвертирующих входов суммирующего элемента соединены соответственно с выходами задающего и измерительного элементов. Последний из них является элементом контура отрицательной обратной связи по напряжению. Выход суммирующего элемента через усилительный элемент подключен к управляющему входу

регулирующего элемента, выход которого соединен со входом генераторной установки. Регулятор напряжения снабжен дополнительным измерительным элементом - элементом контура отрицательной обратной связи по току, включенным между выходом электрического шунта и другим инвертирующим входом суммирующего элемента. Введение отрицательной обратной связи по току в систему регулирования бортового напряжения транспортного средства устанавливает номинальный зарядный режим аккумуляторной батареи после ее глубокого разряда при пусках теплового двигателя и других случаях. Изобретение позволяет увеличить срок службы аккумуляторной батареи и повысить надежность работы генераторной установки и электроснабжения транспортного средства. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

B60R 16/02 (2006.01)**H02J 7/16** (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005107527/11, 17.03.2005**(24) Effective date for property rights: **17.03.2005**(43) Application published: **27.08.2006**(45) Date of publication: **10.02.2007 Bull. 4**

Mail address:

**346500, Rostovskaja obl., g. Shakhty, ul.
Shevchenko, 147, JuRGUEhS, patentnaja sluzhba**

(72) Inventor(s):

**Bogdanov Valentin Ivanovich (RU),
Bogdanov Vladimir Valentinovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO "Juzhno-Rossijskij gosudarstvennyj
universitet ehkonomiki i servisa" (JuRGUEhS) (RU)**

(54) **VEHICLE CARRY-ON POWER SUPPLY SYSTEM**

(57) Abstract:

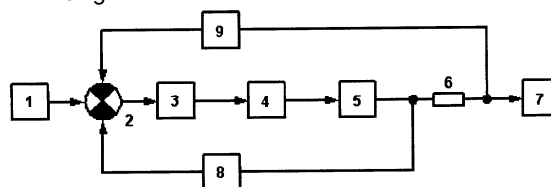
FIELD: transport engineering; electrical engineering.

SUBSTANCE: proposed system contains voltage regulator with setting, summing amplifying and regulating elements, generator plant to which storage battery is connected through electric shunt. Noninverting and one of inverting inputs of summing element in voltage regulator are connected respectively, with outputs of setting and metering elements. The latter is element of voltage negative feedback. Output of summing element is connected through amplifying element to control input of regulating element whose output is connected with input of generator plant. Voltage regulator is furnished with additional metering element - element of current negative feedback, placed between output of

electric shunt and other inverting input of summing element. Introduction of current negative feedback into vehicle voltage control circuit system provides nominal charging of storage battery after deep discharge at starting of heat engine and on other cases.

EFFECT: increased service life of storage battery, improved reliability of generator plant and power supply of vehicle.

4 dwg



Фиг. 1

Предлагаемое изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в системах электроснабжения транспортного средства.

Известна бортовая система электроснабжения транспортного средства (Синельников А.Х. Электронные приборы для автомобилей - М.: Энергоатомиздат, 1986. - С 110, 111, 112), содержащая регулятор напряжения с задающим, суммирующим, усилительным, регулирующим, измерительным элементами, соединенными выходом задающего элемента с неинвертирующим входом суммирующего элемента, выходом суммирующего элемента, с входом усилительного элемента, выходом усилительного элемента с входом регулирующего элемента, генераторную установку - объект регулирования, входом соединенную с выходом регулирующего элемента, аккумуляторную батарею и электрический шунт соединенные последовательно и подключенные к выходу генераторной установки, измерительный элемент - элемент отрицательной обратной связи по напряжению входом, соединенным с входом аккумуляторной батареи, а выходом с инвертирующим входом суммирующего элемента.

В этой системе электроснабжения за счет подключения измерительного элемента к плюсовому выводу аккумуляторной батареи обеспечивается равенство регулируемого напряжения и напряжения на выводах аккумуляторной батареи и исключается ее перезаряд.

Недостатком этой системы электроснабжения является неизбежность появления бросков зарядных токов аккумуляторной батареи после ее стартерных режимов разряда при пусках двигателя транспортного средства.

Наиболее близкой по своей технической сущности к предлагаемой является бортовая система электроснабжения, в большой степени применяемая на транспортных средствах (Ютт В.В. Электрооборудование автомобилей - М.: Транспорт, 1989 - С 23. - Прототип).

Она содержит регулятор напряжения с задающим, суммирующим, усилительным, регулирующим и измерительным элементами, соединенными выходом задающего элемента с неинвертирующим входом суммирующего элемента, выходом суммирующего элемента с входом усилительного элемента, выходом усилительного элемента с входом регулирующего элемента; генераторную установку - объект регулирования, входом соединенную с выходом регулирующего элемента; аккумуляторную батарею и электрический шунт, соединенные последовательно и подключенные к выходу генераторной установки; измерительный элемент - элемент отрицательной обратной связи по напряжению, входом соединенный с выходом генераторной установки, а выходом - с инвертирующим входом суммирующего элемента.

В бортовой системе электроснабжения прототипа при заряженной аккумуляторной батарее регулируемое напряжение мало отличается по величине от напряжения на аккумуляторной батарее за счет равенства падения напряжений на проводниках, соединяющих аккумуляторную батарею и регулятор напряжения с генераторной установкой.

Недостатком бортовой системы электроснабжения прототипа является невозможность устранения бросков зарядных токов аккумуляторной батареи после ее стартерных режимов разряда при пусках двигателя транспортного средства.

В этой системе электроснабжения электрический шунт используется для контроля тока заряда и разряда аккумуляторной батареи при ее установке вне капота автомобиля.

Целью предлагаемого изобретения является увеличение срока службы аккумуляторной батареи за счет устранения в переходные периоды времени больших зарядных токов после стартерных режимов ее разряда и повышение надежности работы генераторной установки за счет исключения аварийных режимов при коротких замыканиях в аккумуляторной батарее.

Поставленная цель достигается тем, что бортовая система электроснабжения транспортного средства, содержащая регулятор напряжения с задающим, суммирующим, усилительным, регулирующим и измерительными элементами, соединенными выходом задающего элемента с неинвертирующим входом суммирующего элемента, выходом

суммирующего элемента с входом усилительного элемента, выходом усилительного элемента с входом регулирующего элемента; генераторную установку, входом соединенную с выходом регулирующего элемента, а выходом соединенную с входом измерительного элемента - элемента отрицательной обратной связи по напряжению,

5 выход измерительного элемента соединен с одним из инвертирующих входов суммирующего элемента; аккумуляторную батарею и электрический шунт, соединенные последовательно и подключенные к выходу генераторной установки, снабжена дополнительным измерительным элементом - элементом контура отрицательной обратной связи по току, включенным входом к выходу электрического шунта и выходом к другому
10 инвертирующему входу суммирующего элемента.

На фиг.1 представлена функциональная блок-схема бортовой системы электроснабжения транспортного средства.

Бортовая система электроснабжения транспортного средства содержит регулятор напряжения с задающим 1, суммирующим 2, усилительным 3 и регулирующим 4
15 элементами, генераторную установку 5, с которой через электрический шунт 6 связана аккумуляторная батарея 7, соединенные выходом предыдущего функционального элемента с входом последующего; измерительный элемент 8 - элемент отрицательной обратной связи по напряжению, соединенный входом с выходом генераторной установки 5, а выходом с одним из инвертирующих входов суммирующего элемента 2; дополнительный
20 измерительный элемент 9 - элемент контура отрицательной обратной связи по току, входом включенный с выходом электрического шунта 6, а выходом с другим инвертирующим входом суммирующего элемента.

Бортовая система электроснабжения транспортного средства работает следующим образом.

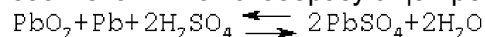
25 После запуска двигателя транспортного средства на выходе генераторной установки 5 появляется постоянное напряжение, которое питает элементы регулятора напряжения: задающий 1, суммирующий 2, усилительный 3 и регулирующий 4. Измерительный элемент 8 измеряет величину напряжения на выходе генераторной установки 5 и подает на один из инвертирующих входов суммирующего элемента 2, в котором измеренное напряжение
30 сравнивается с напряжением задающего элемента 1. Разностное напряжение с выхода суммирующего элемента 2 подается на вход усилительного элемента 3, а с его выхода - на вход регулирующего элемента 4 и далее с выхода регулирующего элемента 4 - на вход - обмотку возбуждения генераторной установки 5. Если разностное напряжение на выходе суммирующего элемента 2 не равно нулю, то регулирующий элемент 4
35 воздействует на вход - обмотку возбуждения генераторной установки 5 так, чтобы на выходе суммирующего элемента 2 разностное напряжение было равно нулю, а напряжение на выходе генераторной установки 5 осталось величиной постоянной независимо от изменения оборотов двигателя и внешней токовой нагрузки.

Запуск двигателя транспортного средства сопряжен со стартерным режимом разряда
40 аккумуляторной батареи, а после пуска двигателя стабилизированное напряжение генераторной установки неизбежно вызывает большой бросок зарядного тока аккумуляторной батареи 7, которая с помощью электрического шунта 6 подключена к выходу генераторной установки 5. Устранение броска зарядного тока аккумуляторной батареи 7 осуществляется с помощью дополнительного измерительного элемента 9 -
45 элемента отрицательной обратной связи по току. Этот элемент измеряет напряжение между плюсовыми выводами генераторной установки 5 и аккумуляторной батареи 7, т.е. падение напряжения, пропорциональное зарядному току, и подает на другой инвертирующий вход суммирующего элемента 2, в котором измеренное напряжение измерительного элемента 9, а также измеренное напряжение измерительного элемента 8
50 сравниваются с напряжением задающего элемента 1. Если разностное напряжение на выходе суммирующего элемента 2 не равно нулю, то регулирующий элемент 4 воздействует на вход (обмотку возбуждения) генераторной установки 5 так, чтобы на выходе суммирующего элемента 2 разностное напряжение было равно нулю. Действие

обратной связи по току через измерительный элемент 9 противоположно действию обратной связи по напряжению через измерительный элемент 8 на выходное напряжение генераторной установки 5. Обратная связь по току исчезает, после того как зарядный ток и регулируемое напряжение станут величинами номинальными за счет возрастания э.д.с. аккумуляторной батареи при ее заряде. Таким образом, устранение в переходный период времени броска зарядного тока глубоко разряженной стартерным режимом аккумуляторной батареи обеспечивается кратковременным уменьшением регулируемого напряжения, упреждающим действием жесткой обратной связи по току.

Предлагаемая бортовая система электроснабжения транспортного средства в отличие от прототипа позволяет увеличить срок службы аккумуляторной батареи, повысить надежность работы генераторной установки и устранить аварийный режим ее в случаях непредвиденных коротких замыканий внутри аккумуляторной батареи. Физическое обоснование этого заключается в следующем.

Физико-химические процессы в свинцово-кислотном аккумуляторе протекают в соответствии с токообразующей реакцией:



Правой части уравнения реакции соответствуют продукты разряда, а левой части - продукты заряда аккумуляторной батареи. Помимо основной токообразующей реакции в аккумуляторе протекают побочные реакции - электролиз воды и связанное с ним газовыделение. Э.д.с. одного аккумулятора определяется как разность равновесных потенциалов положительного и отрицательного электродов при отсутствии разрядного тока. Напряжение аккумуляторной батареи отличается от ее э.д.с. на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении и э.д.с. электродной поляризации. Электродная поляризация определяется разностью потенциалов электрода под действием тока и исходного равновесного потенциала. Поляризация является одним из основных факторов, вызывающих электрические потери в аккумуляторах. Она зависит от скорости токообразующей реакции, т.е. плотности тока на электродах. Электродная поляризация обуславливается концентрационными изменениями в растворе вблизи поверхности электрода - концентрационная поляризация, экранизирующим действием на активную поверхность пластин аккумулятора сульфата свинца - пассивация электродов, затратами энергии на образование кристаллов при восстановлении окисных электродов и на поддержание электродной реакции на границе раздела электрод/электролит - кристаллизационная и активационная поляризация. В разряд-зарядных режимах работы аккумуляторной батареи поляризация вызывает переходный процесс напряжений и токов во времени до их установившихся значений. Время этого процесса не превышает 10 секунд. Внутреннее сопротивление аккумулятора R_0 складывается из сопротивления электролита $R_{эл}$, сепараторов R_c , активной массы R_m и элементов электродов R_{π} , т.е.

$$R_0 = R_{эл} + R_c + R_m + R_{\pi}.$$

Аккумуляторную батарею при работе ее совместно с генераторной установкой можно представить приближенно электрической схемой замещения (фиг.2), которая отражает основные физико-химические процессы в аккумуляторной батарее и элементы схемы замещения генераторной установки. На фиг.2 резистор R_r - внутреннее сопротивление генераторной установки, резистор R_0 - внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, параллельно соединенные резистор R_{π} и конденсатор C_{π} замещают поляризацию электродов и ее реактивное действие в процессах коммутации аккумуляторной батареи с генераторной установкой. В установившемся режиме конденсатор C_{π} заряжен до величины э.д.с. поляризации, т.е. $E_{\pi} = R_{\pi}I$ и по второму закону Кирхгофа выполняются равенства зарядного режима

$$U_r = E_r - R_r I,$$

$$U_{AK} = E_{AK} + E_{\pi} + R_0 I,$$

$$U_r - U_{AK} = R_{ш} I,$$

где $R_{ш} I$ - падение напряжения на электрическом шунте $R_{ш}$.

На практике величину напряжения на выводах генераторной установки U_r с помощью

регулятора напряжения устанавливают такой, чтобы $U_r - U_{AK} \rightarrow 0$ для заряженной аккумуляторной батареи. При этом зарядный ток мал и малые величины R_o и E_n .

Стартерный режим разряда аккумуляторной батареи приводит к значительному уменьшению ее электрической емкости - до 30% от исходной, уменьшению в 2-3 раза величины сопротивления поляризации, а также к увеличению внутреннего сопротивления и уменьшению напряжения на батарее до 7,2 В. Эти факторы после запуска двигателя, когда аккумуляторная батарея подключается к стабилизированному напряжению генераторной установки, приводят к большому броску зарядного тока, равному

$$I = \frac{E_r - E_n - E_{AK}}{R_r + R_{ш} + R_o} = \frac{E_r - U_{AK}}{R_r + R_{ш} + R_o}.$$

Величина тока заряда в переходный период достигает значений, равных $1 \div 1,5 C_{20}$, где C_{20} - емкость аккумуляторной батареи 20-ти часового режима разряда. Так, например, для аккумуляторной батареи 6СТ90 бросок зарядного тока составит от 90 до 130 А.

Номинальный зарядный ток этой батареи составляет 9 А.

В бортовой системе электроснабжения транспортного средства ограничение большой токовой постоянной нагрузки незначительно проявляется лишь на оборотах ротора генераторной установки выше номинальных за счет реактивного сопротивления обмоток статора генератора.

Действие заряд-разрядных бросков токов во время запуска теплового двигателя вызывает электродную поляризацию и связанные с ней процессы: коробление электродов из-за неравномерности электрохимических реакций на поверхности электродов, осыпание активной массы от кратковременного воздействия интенсивного газовыделения и местного нагрева электролита в приэлектродном слое. Эти процессы уменьшают срок службы аккумуляторной батареи.

Большой зарядный бросок тока является аварийным для генераторной установки, снижая надежность ее работы.

Исключение переходных зарядных бросков тока из разряд-зарядных режимов работы аккумуляторной батареи при запусках двигателя транспортного средства позволит уменьшить коробление электродов и осыпание активной массы, а значит, увеличить срок службы аккумуляторной батареи. Ограничение зарядного броска тока повысит надежность работы генераторной установки.

Макетирование и испытание бортовой системы электроснабжения транспортного средства проводилось на базе бортовых систем электроснабжения, которые установлены на автомобилях семейства ВАЗ и ГАЗ. Бортовая система электроснабжения автомобилей семейства ГАЗ содержит генераторную установку - генератор Г - 226А, электрический шунт 75 ШМ-50 (75 мВ, 50 А), регулятор напряжения типа 121.3702. Принципиальная электрическая схема макетированной бортовой системы электроснабжения транспортного средства представлена на фиг.3. На схеме контур отрицательной обратной связи по току образован элементами: электрический шунт $R_{ш}$, делители напряжения R_8 , R_9 и R_{10} , R_{11} , R_{12} , R_{13} , компаратор D_{AI} , согласующий усилитель на транзисторе VT_4 , резисторы R_{14} , R_{15} , R_{16} - определяют режим работы компаратора и согласующего усилителя. Электрический шунт $R_{ш}$ включен между выводом 30 генератора Г-226 А и плюсовым выводом аккумуляторной батареи АБ. Часть падения напряжения на шунте $R_{ш}$ с помощью делителя из резисторов R_8 , R_9 со стороны аккумуляторной батареи и делителя из резисторов R_{10} , R_{11} , R_{12} , R_{13} со стороны генератора подается соответственно на инвертирующий (вывод 4) и неинвертирующий (вывод 3) входы компаратора D_{AI} . Нагрузкой компаратора является согласующий усилитель на транзисторе VT_4 , выход которого - резистор R_{16} - подключен к суммирующему элементу промышленного регулятора напряжения типа 121.3702.

Бортовая система электроснабжения без цепи обратной связи по току работает следующим образом. После запуска двигателя возбуждается генератор Г-226А. На его плюсовом выводе 30 появляется напряжение, которое подводится к регулятору напряжения 121.3702. Измеренное напряжение измерительным элементом - делитель

напряжения из резистора R_1 , R_3 и R_2 - сравнивается в суммирующем элементе с опорным напряжением задающего элемента. Опорным напряжением является напряжение стабилизации стабилитрона VD_1 . Резисторы R_4 , R_2 и стабилитрон VD_1 является задающими и суммирующими элементами. Если напряжение между выводом 15 и корпусом меньше номинального, то падение напряжения на плече R_1 и R_3 измерителя бортового напряжения окажется меньше напряжения стабилизации стабилитрона VD_1 , и он закроется. Это приведет к запирающему транзистора VT_1 - усилительного элемента и к открытому состоянию транзисторов VT_2 и VT_3 - регулирующего элемента. Нагрузкой регулирующего элемента является обмотка возбуждения генератора Г-226А - объект регулирования. В обмотке возбуждения возникает ток, а напряжение на выводах генератора увеличится до величины, при которой падение напряжения на плече делителя R_1 и R_3 станет больше напряжения стабилизации стабилитрона VD_1 . При этом стабилитрон пробивается, транзисторы VT_2 и VT_3 закрываются, ток в обмотке возбуждения генератора прекращается, а напряжение на выводах генератора уменьшается. Процесс регулирования напряжения в системе электроснабжения происходит по релейному закону.

Процесс регулирования бортового напряжения в системе электроснабжения с учетом влияния обратной связи по току происходит следующим образом. После запуска двигателя автомобиля стабилизированное напряжение генератора подводится к аккумуляторной батарее. При этом в цепи генератор - аккумуляторная батарея возникает бросок зарядного тока, обусловленный физико-химическими процессами стартерного режима разряда аккумуляторной батареи и ее заряда при постоянной величине бортового напряжения. Напряжение между выводом 30 генератора Г - 226А и плюсовым выводом аккумуляторной батареи, пропорциональное току заряда, измеряется элементами контура отрицательной обратной связи по току: электрический шунт $R_{ш}$, делители напряжения R_8 , R_9 и R_{10} , R_{11} , R_{12} , R_{13} компаратор D_{AI} . Сигнал с выхода компаратора (вывод 9) усиливается согласующим усилителем на транзисторе VT_4 . Выход согласующего усилителя - резистор R_{16} - подключен к аноду стабилитрона VD_1 и общей точке делителя R_1 , R_3 и R_2 , т.е. к входу суммирующего элемента регулятора. Открытым состоянием транзистора VT_4 частично или полностью, в зависимости от величины сопротивления резистора R_{16} , шунтируется резистор R_2 и изменяется потенциал анода стабилитрона VD_1 . Падение напряжения на плече делителя R_1 , R_3 становится больше напряжения стабилизации стабилитрона VD_1 . Это приведет к пробое стабилитрона VD_1 , отпиранию транзистора VT_1 и запирающему транзисторов VT_2 , VT_3 . Ток в обмотке возбуждения генератора прекратится, бортовое напряжение и зарядный ток уменьшатся. При уменьшении зарядного тока до значения, не превосходящего номинальный ток, обратная связь по току исчезает. В этот момент вступит в действие обратная связь по напряжению, и регулятор напряжения увеличит бортовое напряжение. Если зарядный ток при этом превысит номинальное его значение, то вступит в действие обратная связь по току. Этот процесс будет протекать во времени до тех пор, пока не увеличится э.д.с. аккумуляторной батареи до значения, при котором напряжение между выводом 30 генератора и плюсовым выводом аккумуляторной батареи не обеспечит срабатывание компаратора D_{AI} . Потенциал неинвертирующего входа (вывод 3) станет меньше или равным потенциалу инвертирующего входа (вывод 4). С помощью резистора - потенциометра R_{11} и параллельно подключенного к нему резистора R_{12} обеспечивается плавное изменение потенциала на неинвертирующем входе компаратора, т.е. глубина отрицательной обратной связи по току.

В бортовых системах электроснабжения, где используются регуляторы напряжения, построенные на транзисторах обратной полярности относительно рассмотренной системы электроснабжения с регулятором напряжения 121.3702, согласующий транзистор цепи обратной связи по току будет подключен иначе. Например, в бортовой системе электроснабжения с использованием регулятора типа ЭРН-4, или аналогичные ему 13.3702, 201.3702 и др., показанной на фиг.4, транзисторы VT_1 , VT_2 , VT_3 имеют обратную полярность и изменено подключение стабилитрона VD_2 . Согласующий усилитель на

транзисторе VT_4 (р-п-р типа) выходом подключен также к входу суммирующего элемента - общий узел подключения стабилитрона VD_2 и делителя R_1, R_2 . Транзистор VT_4 включен так, что при его открывании шунтируется плечо делителя R_1 . Процесс регулирования бортового напряжения в системе электроснабжения происходит аналогично процессу, описанному выше.

В общем случае измерительный элемент цепи отрицательной обратной связи по току может быть выполнен с другой физической природой, отличной от электрического шунта: электромеханическое реле, элемент Холла, р-п переход и др.

В макетном образце бортовой системы электроснабжения транспортного средства цепь обратной связи по току выполнена из элементов с номиналами: $R_8=1,5$ кОм, $R_9=560$ Ом, $R_{10}=1,5$ кОм, $R_{11}=470$ Ом, $R_{12}=30$ Ом, $R_{13}=560$ Ом, $R_{14}=5,1$ кОм, $R_{15}=5,1$ кОм, $R_{16}=32$ Ом, компаратор D_{AI} - K554CA3, транзистор VT_4 - КТ608 (п-п-п типа).

Макетный образец бортовой системы электроснабжения автомобилей семейства ВАЗ, содержащей генераторную установку Г221, аккумуляторную батарею 6СТ-60, регулятор напряжения типа 121.3702, имел электрический шунт 75 мВ, 10А и контролирующие приборы - амперметр и вольтметр.

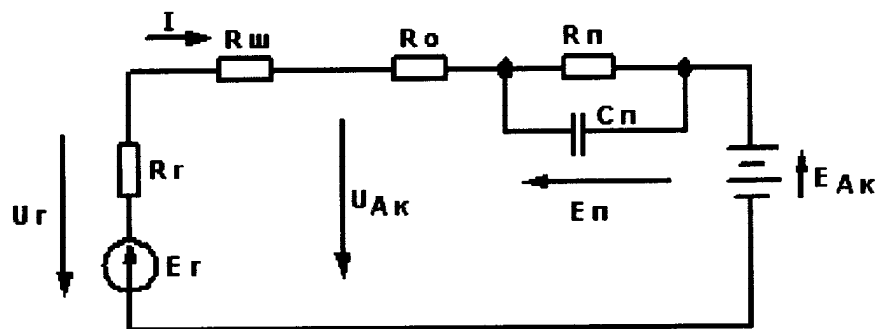
При испытаниях бортовой системы электроснабжения транспортного средства на автомобилях семейства ГАЗ и ВАЗ получены идентичные результаты. Полностью заряженные аккумуляторные батареи использовались после 1 года их эксплуатации, а бортовое напряжение регулятором напряжения устанавливалось 14,1 В. В зависимости от количества попыток запуска двигателя при отсутствии в системе регулирования цепи обратной связи по току броски зарядных токов для аккумуляторной батареи 6СТ-60 составили 60 А, а для аккумуляторной батареи 6СТ-75 - до 70 А. Время, за которое зарядный ток уменьшался от максимального значения до 3 значений номинального, составляло $4 \div 7$ с. Бортовое напряжение изменялось от 10,8 В до 14,1 В.

Подключение цепи отрицательной обратной связи по току позволило полностью исключить броски зарядных токов. Начальный зарядный ток устанавливался немного меньше номинального (4-5 А для 6 СТ-60 и 6-7 А для 6 СТ-75). Время, за которое регулируемое напряжение изменялось от минимального значения $10,4 \div 11,6$ В до номинального 14,1 В, составляло: $2 \div 3$ мин, если была одна попытка запуска двигателя длительностью $1 \div 2$ с, или $5 \div 7$ мин, если число попыток запуска двигателя было $3 \div 4$. После установления номинального напряжения зарядный ток за непродолжительное время уменьшался до очень малых значений. Большая нагрузка генераторной установки (лампы дальнего света, нагреватели отопителя) никак не отразилась на работе бортовой системы электроснабжения транспортного средства.

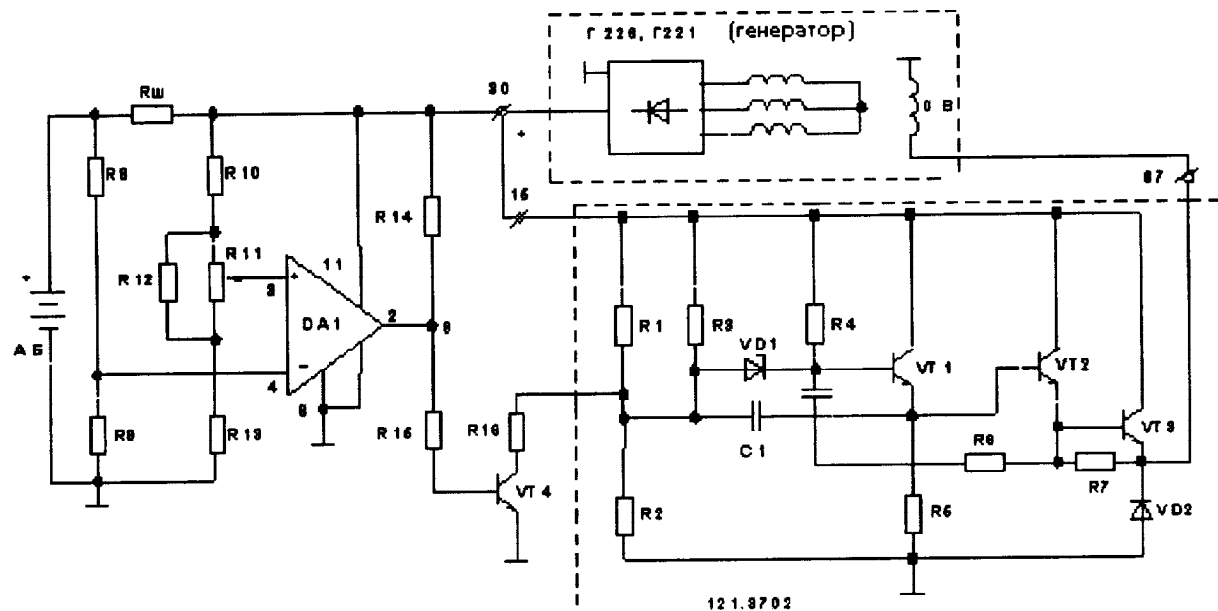
Эксплуатация транспортных средств сопряжена с частыми (до 30 и более за смену) запусками двигателей. Исключение зарядных бросков токов во всех разрядно-зарядных режимах работы при пусках двигателей позволит увеличить срок службы аккумуляторных батарей, а работу генераторной установки сделать более надежной.

Формула изобретения

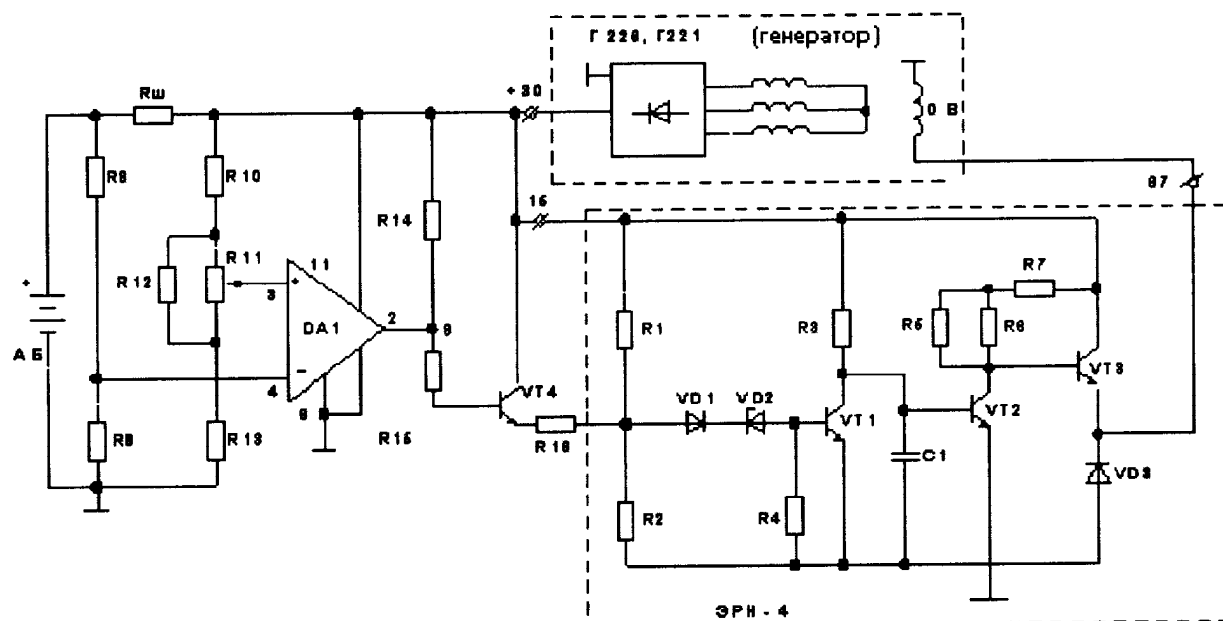
Бортовая система электроснабжения транспортного средства, содержащая регулятор напряжения с задающим, измерительным суммирующим, усилительным и регулирующим элементами, а также генераторную установку, с которой через электрический шунт связана аккумуляторная батарея, причем в регуляторе напряжения неинвертирующий и один из инвертирующих входов суммирующего элемента соединены соответственно с выходами задающего и измерительного элементов, последний из которых является элементом контура отрицательной обратной связи по напряжению, а выход суммирующего элемента через усилительный элемент подключен к управляющему входу регулирующего элемента, выход которого соединен со входом генераторной установки, отличающаяся тем, что регулятор напряжения снабжен дополнительным измерительным элементом - элементом контура отрицательной обратной связи по току, включенным между выходом электрического шунта и другим инвертирующим входом суммирующего элемента.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4