

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2724214

**СИСТЕМА ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Васильев Богдан Юрьевич (RU),
Григорьев Павел Сергеевич (RU)*

Заявка № 2019131627

Приоритет изобретения 07 октября 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 22 июня 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 07 октября 2039 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B60L 50/13 (2020.02); B60L 15/2045 (2020.02); B60L 2210/20 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019131627, 07.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.10.2019Дата регистрации:
22.06.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.10.2019

(45) Опубликовано: 22.06.2020 Бюл. № 18

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Васильев Богдан Юрьевич (RU),
Григорьев Павел Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 109055 U1, 10.10.2011. RU 2297090
C1, 10.04.2007. RU 2557686 C1, 27.07.2015. DE
102010013315 A1, 06.10.2011.

(54) СИСТЕМА ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

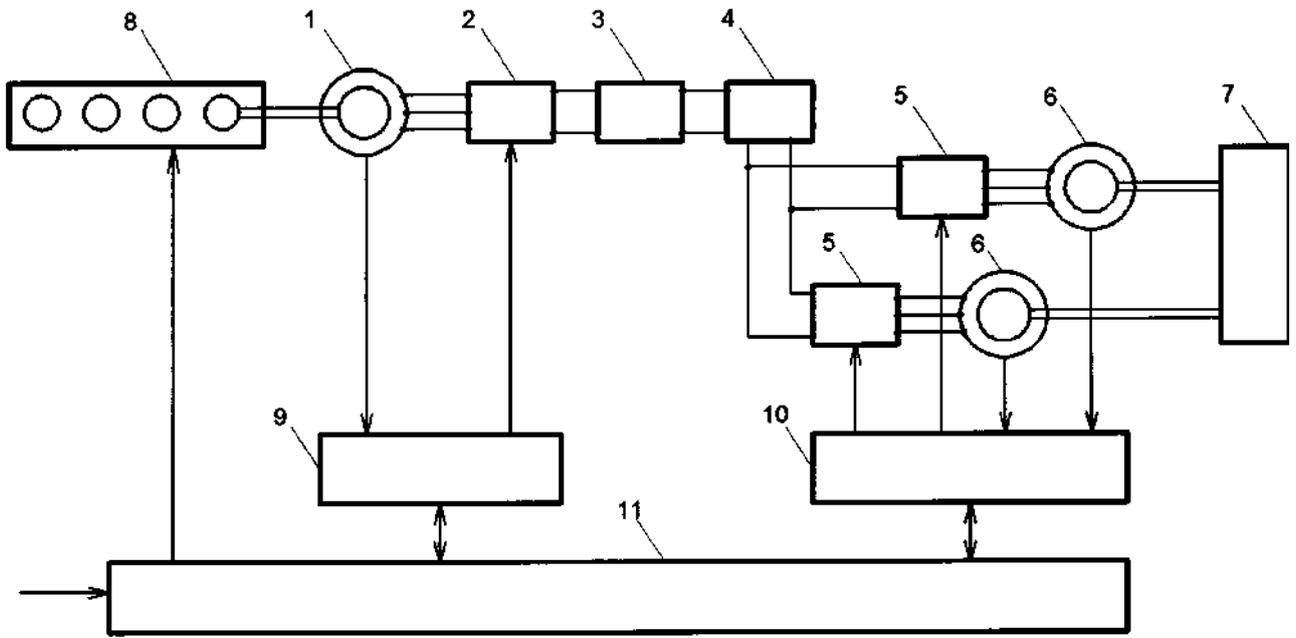
(57) Реферат:

Изобретение относится к электрическим тяговым системам транспортных средств. Система электродвижения автономных транспортных средств содержит тепловой двигатель, асинхронные двигатели, асинхронный генератор, активный выпрямитель, автономные инверторы, сглаживающий фильтр и тормозное устройство. Асинхронный генератор жестко соединен с тепловым двигателем и связан с активным выпрямителем, который через сглаживающий фильтр связан с тормозным устройством, которое связано с автономными инверторами. Асинхронные двигатели связаны с автономными инверторами и жестко соединены

с двигателями транспортного средства. Причем асинхронный генератор и активный выпрямитель подключены к системе управления генератором и активным выпрямителем. Автономные инверторы и асинхронные двигатели подключены к системе управления автономными инверторами и асинхронными двигателями. При этом тепловой двигатель, система управления генератором и выпрямителем, система управления инверторами и асинхронными двигателями подключены к системе управления движением. Технический результат заключается в повышении надежности, ремонтпригодности, а также эффективности электромеханической трансмиссии. 1 ил.

RU 2 724 214 C1

RU 2 724 214 C1



Фиг. 1

RU 2724214 C1

RU 2724214 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B60L 50/13 (2020.02); B60L 15/2045 (2020.02); B60L 2210/20 (2020.02)(21)(22) Application: **2019131627, 07.10.2019**(24) Effective date for property rights:
07.10.2019Registration date:
22.06.2020

Priority:

(22) Date of filing: **07.10.2019**(45) Date of publication: **22.06.2020** Bull. № 18

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", Patentno-litsenziornyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Vasilev Bogdan Yurevich (RU),
Grigorev Pavel Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) AUTONOMOUS VEHICLES ELECTROMOTIVE SYSTEM

(57) Abstract:

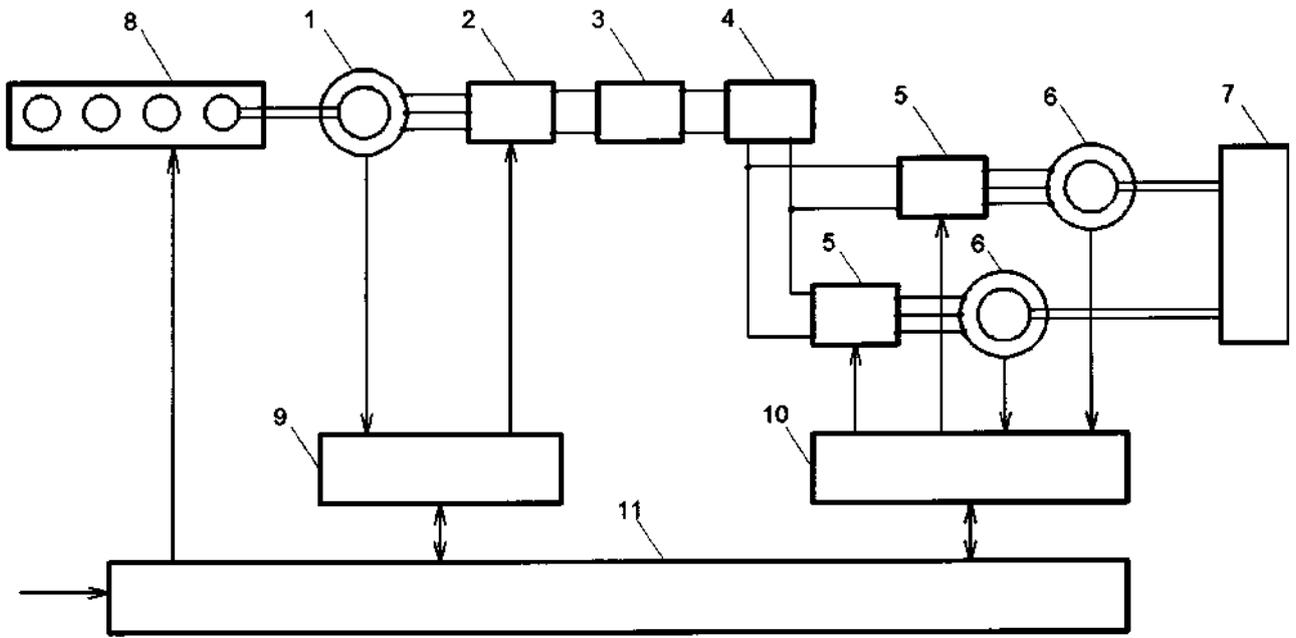
FIELD: transportation.

SUBSTANCE: invention relates to the vehicles electrical traction systems. Proposed system comprises heat engine, asynchronous motors, asynchronous generator, active rectifier, autonomous inverters, smoothing filter and braking device. Asynchronous generator is rigidly connected to the heat engine and is connected to the active rectifier, which is connected through the smoothing filter to the braking device, which is connected with autonomous inverters. Asynchronous motors are connected with autonomous inverters and are rigidly connected to vehicle propellers.

Besides, asynchronous generator and active rectifier are connected to generator and active rectifier control system. Autonomous inverters and asynchronous motors are connected to control system of autonomous inverters and asynchronous motors. Note here that heat engine, generator and rectifier control system, inverter and induction motors control system are connected to motion control system.

EFFECT: improving reliability, repairability, as well as efficiency of electromechanical transmission.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2724214 C1

RU 2724214 C1

Изобретение относится к тяговому электрическому приводу автономного транспортного средства, построенному по системе генератор - преобразователь частоты - двигатель переменного тока, и может быть использовано в качестве устройства регулирования тяги, упора, мощности и скорости транспортного средства.

5 Известна электромеханическая трансмиссия гусеничного трактора (патент RU №2179119, опубл. 10.02.2002), содержащая тепловой двигатель, кинематически соединенный с ним электрический синхронный генератор, а также подключенный к генератору через преобразователь частоты тока тяговый асинхронный двигатель. Выходной вал электрического двигателя через зубчатую муфту связан посредством
10 конической передачи с осевым валом, который соединен с входными валами левого и правого механизмов поворота планетарного типа. Последние через бортовые редукторы связаны с ведущими колесами трактора. Система управления трансмиссией включает в себя датчик оборотов выходного вала асинхронного двигателя, датчик и задатчик потока намагничивания асинхронного двигателя, подключенные к выходному блоку
15 управления электромашинами, который соединен с блоком возбуждения синхронного генератора и преобразователем частоты тока. Генератор имеет выход для питания потребителей сети переменного тока. Электромеханическая трансмиссия гусеничного трактора обеспечивает возможность автоматического регулирования тягового усилия и скорости трактора в широком диапазоне за счет сохранения постоянства мощности
20 при изменении тягового усилия трактора.

Недостатками устройства являются: наличие обмоток на роторе синхронного генератора и на роторе асинхронного двигателя, на которые действуют большие центробежные силы, которые со временем могут привести к разрушению изоляции обмоток и выходу электромеханической трансмиссии из строя, невозможность работы
25 при выходе из строя одной из фазных обмоток асинхронного двигателя или синхронного генератора, низкая ремонтпригодность, так как сложная конструкция статорных фазных обмоток асинхронного двигателя и синхронного генератора трансмиссии не позволяет производить ремонт вышедшей из строя фазной обмотки, не затрагивая работоспособные фазные обмотки, относительно невысокий КПД асинхронного
30 электродвигателя в области низких частот вращения, низкий уровень унификации вследствие использования разных типов электрических машин, низкие массо-габаритные характеристики из-за наличия щеточно-контактных узлов в используемых электрических машинах.

Известна электрическая передача мощности тягового транспортного средства на
35 переменном токе (патент RU №2509002, опубл. 10.10.2013), которая содержит первичный тепловой двигатель, асинхронный генератор переменного тока с фазным ротором, тяговый асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, обратимый статический преобразователь частоты. Первичный тепловой двигатель механически соединен с валом асинхронного генератора. Статорная обмотка асинхронного
40 генератора подключена непосредственно к статорной обмотке тягового асинхронного электродвигателя. Роторная обмотка асинхронного генератора подключена к одному из входов обратимого статического преобразователя частоты. Другой вход обратимого статического преобразователя частоты подключен непосредственно к соединенным
45 между собой статорным обмоткам асинхронного генератора и тягового асинхронного электродвигателя.

Недостатками устройства являются наличие обмоток на роторе асинхронного генератора, на которые действуют большие центробежные силы, которые со временем могут привести к разрушению изоляции обмоток и выходу электромеханической

трансмиссии из строя, низкая надежность, а также низкая ремонтпригодность щеточно-контактного узла асинхронного генератора с фазным ротором, низкий уровень унификации вследствие использования разных типов асинхронных машин, низкий момент при трогании с места и сложностью изменения направления движения, низкий коэффициент использования мощности теплового двигателя в широком диапазоне скоростей и низкие массо-габаритными характеристиками из-за наличия щеточно-контактных узлов в используемых электрических машинах.

Известна электрическая передача мощности тягового транспортного средства на переменном токе (патент RU №2640378 опубл. 14.09.2017), которая содержит тепловой двигатель, асинхронный генератор переменного тока с фазным ротором, тяговый асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором и обратимый статический преобразователь частоты. Электрическая передача снабжена дополнительным инвертором напряжения, согласующим трансформатором, дизель-генераторной установкой, щитом питания внешних потребителей, пятью автоматическими выключателями, главным распределительным щитом и потребителями собственных нужд. Вход постоянного тока инвертора согласовано подключен к звену постоянного тока обратимого статического преобразователя, а вход переменного тока инвертора через согласующий трансформатор и четвертый автоматический выключатель подключен к шинам главного распределительного щита, к шинам которого подключены потребители собственных нужд и дизель-генераторная установка.

Недостатками устройства являются наличие обмоток на роторе асинхронного генератора, на которые действуют большие центробежные силы, которые со временем могут привести к разрушению изоляции обмоток и выходу электромеханической трансмиссии из строя, низкая надежность и низкая ремонтпригодность щеточно-контактного узла асинхронного генератора с фазным ротором, низкий уровень унификации вследствие использования разных типов асинхронных машин и низкие массо-габаритные характеристики из-за наличия щеточно-контактных узлов в используемых электрических машинах.

Известна электрическая передача мощности переменного тока тягового транспортного средства (патент RU №2283247, опубл. 10.09.2006), которая содержит приводимый от теплового двигателя тяговый синхронный генератор, к статорным обмоткам которого подключены статорные обмотки двух одинаковых асинхронных тяговых двигателей. Роторные обмотки асинхронных тяговых двигателей соединены последовательно, их валы соединены между собой и с осями движущих колес тягового транспортного средства. Статор одного из асинхронных тяговых двигателей выполнен поворотным и соединен с механизмом поворота. Блок управления тепловым двигателем и передачей мощности подключен к теплового двигателю, блоку возбуждения тягового синхронного генератора и к механизму поворота статора асинхронного тягового двигателя. Непосредственный преобразователь частоты подключен к роторным обмоткам асинхронных тяговых двигателей и к статорным обмоткам тягового синхронного генератора, а его блок управления подключен к блоку управления тепловым двигателем и передачей мощности.

Недостатками данного устройства являются наличие обмоток на роторах электрических машин, на которые действуют большие центробежные силы, которые со временем могут привести к разрушению изоляции обмоток и выходу электромеханической трансмиссии из строя, низкая надежность и низкая ремонтпригодность щеточно-контактного узла электрических машин с фазным ротором, низкие массо-габаритные характеристики из-за наличия щеточно-контактных

узлов в используемых электрических машинах.

Известна электрическая передача мощности переменного тока тягового транспортного средства (патент RU №2252150, опубл. 20.05.2005), принятая за прототип, которая содержит тяговый синхронный генератор с блоком возбуждения, приводимый от теплового двигателя, асинхронный тяговый электродвигатель с фазным ротором, вал которого связан с осью движущих колес, непосредственный преобразователь частоты с блоком управления и блок управления тепловым двигателем и электрической передачей мощности. Статорные обмотки асинхронного тягового электродвигателя подключены к статорным обмоткам тягового синхронного генератора, а роторная обмотка - к выходу непосредственного преобразователя частоты, также подключенного к статорным обмоткам тягового синхронного генератора. Блок управления тепловым двигателем и электрической передачей мощности подключен к теплому двигателю, к блоку возбуждения тягового синхронного генератора и блоку управления непосредственного преобразователя частоты.

Недостатками устройства являются низкая надежность и низкая ремонтпригодность щеточно-контактных узлов синхронного генератора и асинхронного электродвигателя, низкий коэффициент использования мощности теплового двигателя в широком диапазоне скоростей и низкие массо-габаритными характеристики из-за наличия щеточно-контактных узлов в используемых электрических машинах.

Техническим результатом является унификация силовой части установки, повышение надежности и ремонтпригодности, а также эффективности электромеханической трансмиссии, оптимизация ее массо-габаритных характеристик.

Технический результат достигается тем, что система дополнительно оснащена асинхронным генератором, жестко соединенный с тепловым двигателем, электрически связан с активным выпрямителем, который через сглаживающий фильтр, электрически связан с как минимум одним тормозным устройством, которое электрически связан с автономными инверторами по числу асинхронных двигателей, асинхронные двигатели, по числу движителей электрически связаны с автономными инверторами и жестко соединены с движителями транспортного средства, причем асинхронный генератор и активный выпрямитель информационными электрическими связями подключены к системе управления генератором и активным выпрямителем, автономные инверторы и асинхронные двигатели информационными электрическими связями подключены к системе управления автономными инверторами и асинхронными двигателями, при этом тепловой двигатель, система управления генератором и активным выпрямителем, система управления автономными инверторами и асинхронными двигателями информационными электрическими связями подключены с системой управления движением.

Система электродвижения автономных транспортных средств поясняется общей схемой устройства (фиг. 1), где:

1 - асинхронный генератор;

2 - активный выпрямитель;

3 - сглаживающий фильтр;

4 - тормозное устройство;

5 - автономный инвертор;

6 - асинхронный двигатель;

7 - движитель;

8 - тепловой двигатель;

9 - система управления асинхронным генератором и активным выпрямителем;

10 - система управления автономными инверторами и асинхронными двигателями;
11 - система управления движением.

Система электродвижения автономных транспортных средств содержит асинхронный генератор 1, который жестко соединен с тепловым двигателем 8. Асинхронные двигатели 6 жестко соединены с движителями 7 транспортного средства. Активный выпрямитель 2 электрически связан с асинхронным генератором 1 и сглаживающим фильтром 3. Тормозное устройство 4 электрически связано со сглаживающим фильтром 3 и автономными инверторами 5, которые электрически подключены к асинхронным двигателям 6.

Асинхронный генератор 1 и активный выпрямитель 2 информационными электрическими связями подключены к системе управления асинхронным генератором и активным выпрямителем 9. Автономные инверторы 5 и асинхронные двигатели 6 информационными электрическими связями подключены к системе управления автономными инверторами и асинхронными двигателями 10. Тепловой двигатель 8, система управления асинхронным генератором и активным выпрямителем 9, система управления автономными инверторами и асинхронными двигателями 10 информационными электрическими связями подключены к системе управления движением 11.

Устройство работает следующим образом. Тепловой двигатель 8 приводит во вращение ротор асинхронного генератора 1. Активный выпрямитель 2 коммутирует фазные обмотки статора асинхронного генератора 1 со сглаживающим фильтром 3. Электрическая энергия с фазных обмоток асинхронного генератора 1 через активный выпрямитель 2, сглаживающий фильтр 3 и тормозное устройство 4 поступает на входы автономных инверторов 5. Автономные инверторы 5 коммутируют фазные обмотки асинхронных двигателей 6 с тормозным устройством 4, асинхронные двигатели 6 преобразуют электрическую энергию в механическую и через кинематическую связь передают ее движителю 7.

Система управления асинхронным генератором и активным выпрямителем 9 получает информацию о координатах асинхронного генератора 1 и формирует управляющие воздействия для активного выпрямителя 2. Таким образом обеспечиваются управление асинхронным генератором 1, а также энергетическая развязка в системе электродвижения автономных транспортных средств.

Система управления автономными инверторами и асинхронными двигателями 10 получает информацию о координатах асинхронных двигателей 6 и формирует управляющие воздействия для автономных инверторов 5. Таким образом реализуется управление асинхронными двигателями 6.

Система управления движением 11 управляет тепловым двигателем 8, системой управления асинхронным генератором и активным выпрямителем 9, системой управления автономными инверторами и асинхронными двигателями 10. Система управления движением 11 работает по сигналам с пульта управления транспортным средством. Таким образом реализуется управление движением транспортного средства.

Таким образом, достигается унификация силовой части установки, повышение надежности и ремонтпригодности, а также эффективности электромеханической трансмиссии, оптимизация ее массо-габаритных характеристик.

(57) Формула изобретения

Система электродвижения автономных транспортных средств, содержащая тепловой двигатель, асинхронные двигатели, отличающаяся тем, что система дополнительно

оснащена асинхронным генератором, жестко соединенным с тепловым двигателем, электрически связанным с активным выпрямителем, который через сглаживающий фильтр электрически связан с как минимум одним тормозным устройством, которое электрически связано с автономными инверторами по числу асинхронных двигателей, асинхронные двигатели по числу движителей электрически связаны с автономными инверторами и жестко соединены с движителями транспортного средства, причем асинхронный генератор и активный выпрямитель информационными электрическими связями подключены к системе управления генератором и активным выпрямителем, автономные инверторы и асинхронные двигатели информационными электрическими связями подключены к системе управления автономными инверторами и асинхронными двигателями, при этом тепловой двигатель, система управления генератором и активным выпрямителем, система управления автономными инверторами и асинхронными двигателями информационными электрическими связями подключены к системе управления движением.

15

20

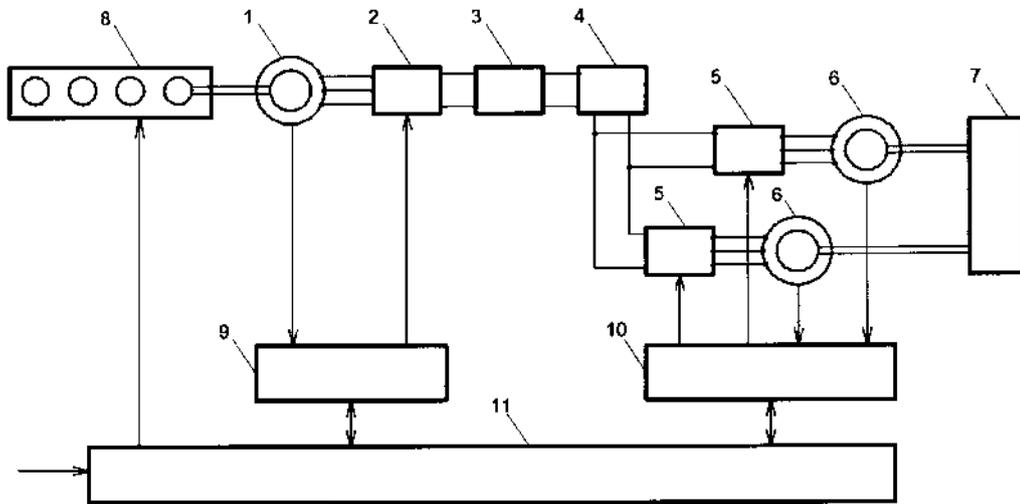
25

30

35

40

45



Фиг. 1