

# **Учебное руководство**

## **Основы электрооборудования**

<b>Введение .....</b>	<b>00-1</b>
<b>Электричество .....</b>	<b>01-1</b>
<b>Компоненты электричества.....</b>	<b>01-1</b>
Вещество, атомы и электроны .....	01-1
Принцип притяжения и отталкивания .....	01-2
Движение электронов.....	01-3
Проводники, изоляторы и полупроводники .....	01-4
<b>Характеристики электричества.....</b>	<b>02-1</b>
<b>Напряжение.....</b>	<b>02-1</b>
Подготовка мультиметра для использования в качестве вольтметра.....	02-2
Пример: Проверка напряжения аккумуляторной батареи в автомобиле .....	02-3
<b>Ток .....</b>	<b>02-4</b>
Постоянный ток (DC) .....	02-5
Переменный ток (AC) .....	02-6
Направление тока.....	02-7
Подготовка мультиметра для использования в качестве амперметра.....	02-8
Пример: Проверка резервного тока в автомобиле .....	02-9
<b>Сопротивление .....</b>	<b>02-10</b>
Факторы, влияющие на сопротивление .....	02-11
Подготовка мультиметра для использования в качестве амперметра.....	02-12
Пример: Проверка в автомобиле датчика ЕСТ.....	02-13
<b>Электромагнетизм .....</b>	<b>02-14</b>
<b>Закон Ома.....</b>	<b>02-15</b>
Результат увеличения сопротивления .....	02-16
Использование закона Ома в виде круга.....	02-17
Применение закона Ома .....	02-18
<b>Мощность .....</b>	<b>02-19</b>
<b>Единицы измерений .....</b>	<b>02-20</b>
<b>Электрическая цепь .....</b>	<b>03-1</b>
<b>Замкнутая электрическая цепь .....</b>	<b>03-1</b>
Проводник .....	03-2
Источник напряжения.....	03-2
Устройство нагрузки .....	03-2
Контур заземления .....	03-3
Устройства управления.....	03-4
Устройства защиты электрических цепей .....	03-5
<b>Последовательные цепи.....</b>	<b>03-6</b>
Падение напряжения.....	03-6
Падение напряжения в последовательной цепи .....	03-7
Пример: Падения напряжения в стартере автомобиля .....	03-8
Ток в последовательной цепи .....	03-10
Сопротивление в последовательной цепи .....	03-10

<b>Параллельная цепь</b> .....	<b>03-11</b>
Напряжение в параллельной цепи .....	03-11
Ток в параллельной цепи .....	03-12
Сопротивление в параллельной цепи .....	03-13
Сопротивление в комбинированной (параллельно-последовательн.) цепи .....	03-14
<b>Распространённые неисправности цепей</b> .....	<b>03-15</b>
Замыкание на землю .....	03-15
Замыкание на источник питания .....	03-16
Обрыв цепи .....	03-17
Примеры разомкнутых цепей .....	03-18
Высокое сопротивление .....	03-19
Потери по току .....	03-19
<b>Таблицы общих измерений</b> .....	<b>03-20</b>
Обычные размеры проводов .....	03-20
Таблица для определения сечения проводов .....	03-20
Таблица обычного падения напряжения в автомобилях .....	03-21
<b>Электрические / электронные элементы</b> .....	<b>04-1</b>
<b>Электронные устройства в автомобиле</b> .....	<b>04-1</b>
<b>Устройства управления</b> .....	<b>04-2</b>
Переключатели .....	04-2
Диоды .....	04-5
Конденсаторы .....	04-7
Транзисторы .....	04-8
<b>Защита цепи</b> .....	<b>04-12</b>
Плавкие предохранители .....	04-13
<b>Основные принципы электромагнетизма</b> .....	<b>04-16</b>
Принцип движущей силы .....	04-16
Индукция .....	04-16
Трансформация .....	04-17
<b>Электромагнитные устройства</b> .....	<b>04-19</b>
Реле .....	04-19
Применение реле .....	04-20
Обычно используемые наименования контактов реле .....	04-20
Соленоиды .....	04-21
Электродвигатели .....	04-22
Генераторы .....	04-23
<b>Аккумуляторная батарея</b> .....	<b>04-27</b>
Свойства аккумуляторной батареи .....	04-28
Резервная ёмкость .....	04-29
Обслуживание аккумуляторной батареи .....	04-29
<b>Система распределения электропитания</b> .....	<b>04-30</b>
JB – Комб. распред. коробка (распред. коробка с плавк. предохранит.) .....	04-31

<b>Электрические схемы .....</b>	<b>05-1</b>
<b>Общие положения .....</b>	<b>05-1</b>
Цветовые коды проводов.....	05-1
Чтение электрической схемы .....	05-1
<b>Типовые электрические схемы .....</b>	<b>05-2</b>
Титульный лист.....	05-2
Содержание .....	05-3
Идентификационные номера автомобилей (VIN) .....	05-4
Цветовая кодировка проводов .....	05-4
Оглавление .....	05-5
GI Общая информация.....	05-6
Y Точка заземления.....	05-8
W Электрическая схема соединений.....	05-10
A – U Принципиальная схема системы/Места размещения разъёмов.....	05-11
X Общие разъёмы .....	05-13
JB Полная система проводки комбинированной распределительной коробки .....	05-14
AI Алфавитный указатель.....	05-16
Модифицированная структура .....	05-17
<b>Электрические схемы модели Tribute .....</b>	<b>05-18</b>
100-00-00 Содержание .....	05-18
100-00-01 Обзор систем.....	05-19
100-00-02 Указатель .....	05-20
100-00-03 Введение.....	05-21
100-00-04 Условные обозначения .....	05-22
100-00-06 Общий вид жгутов электропроводки.....	05-23
Принципиальные схемы системы .....	05-25
Группа 7 – Общая информация о проводке .....	05-26
700-01-00 Информация о плавких предохранителях и реле .....	05-27
700-02-00 Распределение питания .....	05-27
700-03-00 Подробности о плавких предохранителях .....	05-27
700-04-00 Распределение заземления.....	05-27
700-05-00 Карты размещения элементов.....	05-28
700-06-00 Изображения размещения элементов.....	05-29
700-07-00 Изображения разъёмов .....	05-30
700-08-00 Карты определения мест ремонта автомобиля.....	05-31
700-09-00 Проверка элементов .....	05-32
<b>Доступные через сеть электрические схемы WebMESI .....</b>	<b>05-33</b>
Краткое описание электрических схем .....	05-33
Основные функции .....	05-34
Поиск электрических схем из схемы системы подачи питания .....	05-35
Основные операции на экране (Принципиальная схема системы).....	05-36
Основные операции на экране (Схема системы подачи питания).....	05-37
Увеличение/уменьшение масштаба.....	05-38
Печать.....	05-40
Полезные функции поиска электрических схем.....	05-41
Полезные функции .....	05-45

---

<b>Процесс диагностики .....</b>	<b>06-1</b>
<b>Общие положения .....</b>	<b>06-1</b>
Процесс диагностики от симптома к системе, далее к элементу, далее к причине .....	06-1
Пример процесса диагностики .....	06-3
Литература по ремонту .....	06-4
Профессиональные приёмы работы с электрооборудованием .....	06-4
<b>Жгуты проводов .....</b>	<b>07-1</b>
<b>Ремонт жгутов проводов .....</b>	<b>07-1</b>
Кабельные соединения .....	07-1
<b>Причины неисправностей жгутов проводов и соединителей .....</b>	<b>07-8</b>
Контакт не зафиксирован должным образом .....	07-8
Неправильно обжатое соединение .....	07-9
Половины соединителя не вставлены, как следует .....	07-10
Деформированные (погнутые) контактные пружины в наконечнике .....	07-11
Короткое замыкание внутри жгута проводов.....	07-12
Распушенная жила кабеля.....	07-12
Разорванный кабель в жгуте проводов .....	07-13
<b>Сокращения .....</b>	<b>08-1</b>
<b>Список сокращений.....</b>	<b>08-1</b>

## Введение

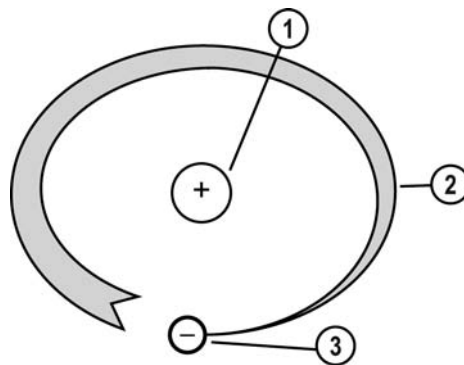
- Современные автомобили для нормальной работы используют разнообразные электрические и электронные комплектующие детали и системы. Электричество играет значительную роль в правильном функционировании двигателя, коробки передач и даже, во многих случаях – тормозной системы и системы подвески. Постоянно увеличивается ассортимент электрических и электронных устройств для систем, обеспечивающих комфорт, информацию, связь, развлечения и, конечно, безопасность и охрану.
- С каждым годом возрастает уровень профессиональной квалификации, необходимый для технического обслуживания, диагностики и ремонта таких автотранспортных средств с компьютерным управлением. Это расширяет возможности большинства компетентных технических специалистов. Для любого лица, связанного с индустрией ремонта автомобилей, важны базовые знания о том, как работает электричество.
- Содержание курса следующее:
  - Электричество: определение, движение электронов, проводники, изоляторы и полупроводники
  - Характеристики электричества: напряжение, ток, сопротивление, электромагнетизм, закон Ома, мощность и измерения
  - Электрическая цепь: элементы электрической цепи, контур заземления, устройства управления, защита цепи, схема последовательного и параллельного соединения, падение напряжения и обычные неисправности цепей
  - Электрические / электронные элементы: типы переключателей и диодов, конденсаторы, транзисторы, предохранители, реле и соленоиды, электродвигатели, генераторы и выпрямление, аккумуляторная батарея и распределение электропитания
  - Электрические схемы: характеристики, содержание и различные типы электрических схем
  - Последовательность диагностики: процесс диагностики «от симптома к системе, далее к элементу, далее к причине»
  - Жгуты проводов: ремонт жгутов проводов и причин неисправностей жгутов проводов и разъёмов

**Замечания:**

## Компоненты электричества

### Вещество, атомы и электроны

- Электричество определяется как «поток электронов через проводник под воздействием силы». Чтобы понять эту формулировку, нам нужно понимать строение вещества. Всё вокруг нас (твёрдые тела, жидкости и газы) состоит из вещества. Вещество состоит из множества различных атомов и комбинаций атомов.
- Атомы состоят из протонов (которые несут положительный [+] электрический заряд), нейтронов (которые не имеют электрического заряда) и электронов (которые несут отрицательный [-] электрический заряд).
- Ядра в центре атома состоят из протонов и нейтронов. Поскольку протоны имеют положительный заряд, а нейтроны не имеют заряда, сами ядра являются положительно заряженными. Отрицательно заряженные электроны вращаются вокруг ядер, подобно тому, как планеты в нашей Солнечной системе вращаются вокруг Солнца.



L1004\_01001

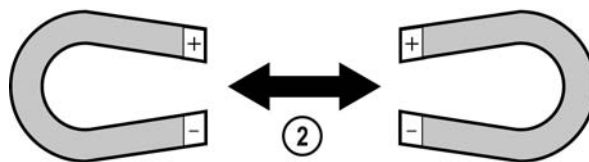
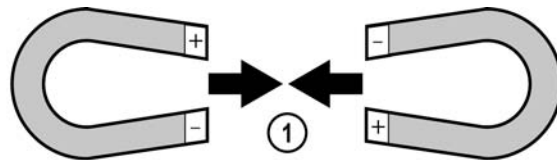
#### Строение атома

- |   |                           |   |          |
|---|---------------------------|---|----------|
| 1 | Ядра (протоны и нейтроны) | 3 | Электрон |
| 2 | Орбита электрона          |   |          |



**Принцип притяжения и отталкивания**

- Противоположные электрические заряды притягиваются друг к другу, а одинаковые электрические заряды – отталкиваются. Отрицательно заряженные электроны остаются на своей орбите, потому что они притягиваются к положительно заряженным ядрам. Это притяжение подобно тому, как притягиваются друг к другу северный (положительный) и южный (отрицательный) полюса двух магнитов, если поместить их в непосредственной близости.



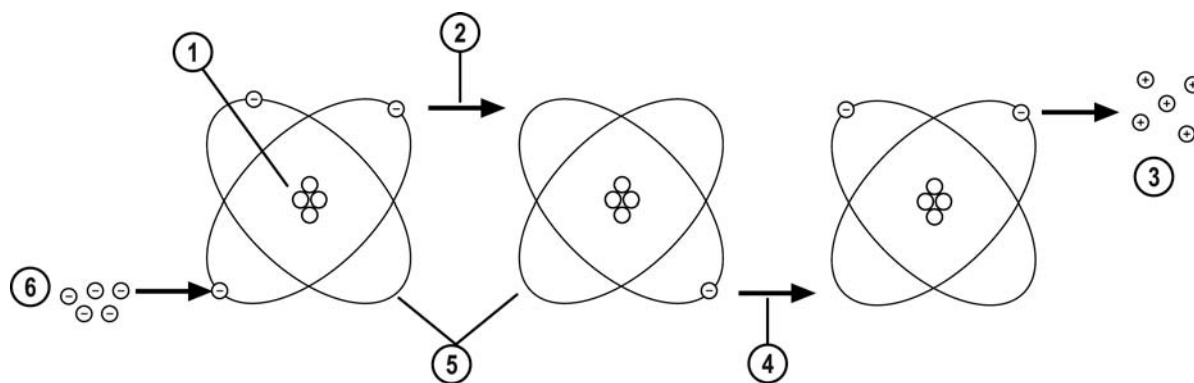
L1004\_01002

1 Разноимённые заряды притягиваются

2 Одноимённые заряды отталкиваются

**Движение электронов**

- Любой электрон вращается вокруг ядра точно с такой скоростью, которая нужна, чтобы удержать его орбите. Равновесие между притяжением к ядрам и центробежной силой движущегося электрона удерживает каждый электрон на соответствующей орбите (оболочке). Электроны во внешней оболочке называются валентными электронами. Валентные электроны находятся дальше от ядер и их легче вытолкнуть с орбиты. Когда есть удобный путь или проводник, электроны могут переходить от одного атома к другому. Когда электроны переходят от одного атома к другому, возникает электрический ток.
- Атом с недостающим электроном называется положительным ионом. Атом с лишним электроном называется отрицательным ионом. Ионы стремятся к равновесию: положительные ионы хотят получить электрон, а отрицательные ионы хотят от него освободиться. Эти силы отталкивания и притяжения создают электрическое давление, называемое электродвижущей силой. Другим названием этой силы является «напряжение», которое будет обсуждаться более подробно позднее. Электроны, перетекающие от одного атома к другому, создают электрический ток. Лёгкость или трудность, с которой электроны проходят через материал, определяет его классификацию либо как проводника, либо как изолятора.

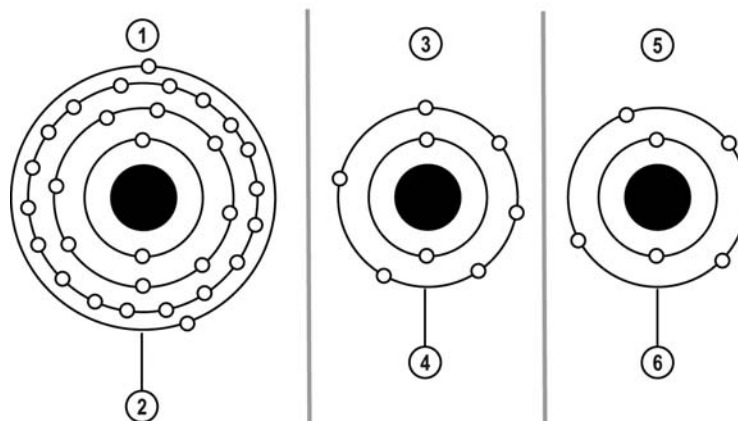


L1004\_01003

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Ядра                                      | 4 | Свободный электрон                       |
| 2 | Свободный электрон                        | 5 | Атомы в проводнике                       |
| 3 | Нехватка электронов (положительный заряд) | 6 | Избыток электронов (отрицательный заряд) |

**Проводники, изоляторы и полупроводники**

- Атомы в разных материалах различны. Чем больше валентных электронов имеет материал, тем труднее заставить их перемещаться. И наоборот, чем меньше число валентных электронов, тем проще их переместить. Число валентных электронов определяет различие между проводником и изолятором.



L1004\_01004

- |   |                                     |   |                                      |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | Проводники                          | 4 | 5-8 электронов на внешней окружности |
| 2 | 1-3 электрона на внешней окружности | 5 | Полупроводники                       |
| 3 | Изоляторы                           | 6 | 4 электрона на внешней окружности    |

**Проводники**

- Хорошим проводником является элемент, который имеет менее четырёх электронов во внешней оболочке. Чаще всего в автомобильной проводке используется медь в автомобильной проводке проводником, поскольку она прочна, относительно недорога и обладает очень небольшим сопротивлением потоку электронов. К числу хороших проводников относятся (в порядке от наилучшего к наихудшему):
  - Серебро
  - Медь
  - Золото
  - Алюминий
  - Вольфрам
  - Железо
  - Сталь
  - Ртуть
- Хотя серебро и является наилучшим проводником, оно слишком дорого для широкого использования в автомобилях. Золото применяется только в исключительно важных случаях. Поскольку золото не подвержено коррозии, оно используется в некоторых автомобильных разъёмах.

**Изоляторы**

- Изолятором является любой элемент, который имеет более четырёх электронов во внешней оболочке. Изоляторами являются материалы, которые препятствуют прохождению тока или блокируют его. Расположенный на внешней поверхности провода материал изолирует его, защищая, а также предотвращая короткое замыкание и удар электрическим током. Примеры хороших изоляторов:
  - Пластмасса
  - Стекло
  - Резина
  - Фарфор
  - Дистиллированная вода (имейте в виду, что минералы в питьевой воде будут проводить электричество)

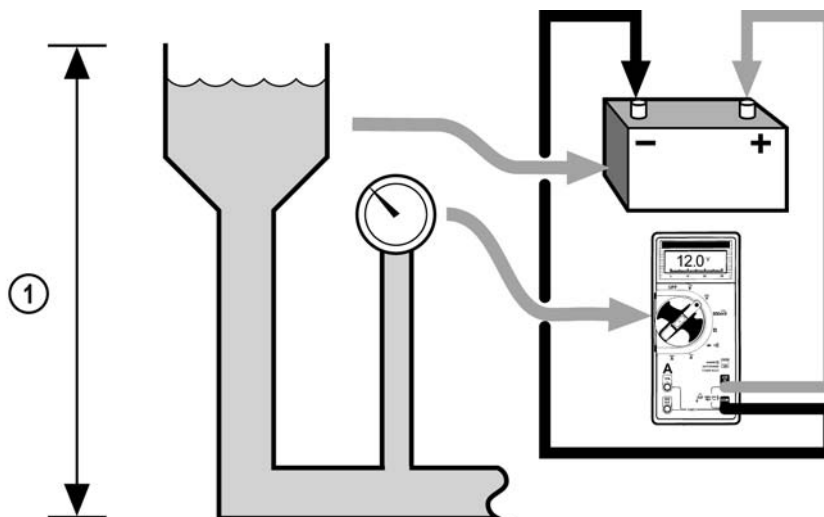
**Полупроводники**

- Полупроводниками являются элементы, которые имеют во внешней оболочке ровно четыре электрона. Полупроводники проводят электричество только при очень специфичных условиях. Полупроводники используются на платах печатного монтажа в компьютерах, радиоприёмниках, телевизорах и т.д. Примеры полупроводников:
  - Кремний
  - Германий
  - Арсенид галлия

**Замечания:**

## Напряжение

- Напряжение – это сила (электродвижущая сила), которая заставляет ток протекать через проводник. Сила напряжения создаётся «разницей потенциалов» между двумя атомами, разницей между количеством положительных (+) и отрицательных (-) зарядов, которая создаёт неравновесные условия.
- Напряжение можно сравнить с гидравлическим давлением, создаваемым водяным столбом. Давление возникает из-за разницы потенциалов между вершиной столба (эквивалентно 12 Вольтам) и основанием столба, или землёй (эквивалентно 0 Вольт).
- Напряжение измеряется в единицах, называемым Вольтами, которые обычно обозначаются буквой В. Большая часть автомобильных схем работает от аккумуляторной батареи или генератора и является системами с напряжением 12 В. В устаревших автомобилях используется напряжение 6 В, а в некоторых грузовых автомобилях – 24 В. При добавлении в современные автомобили такого большого количества автомобильных электронных систем всё большее число легковых автомобилей будет работать с 24 В и в ближайшем будущем - даже с 42 В.
- Измерение напряжения, создаваемого аккумуляторной батареей автомобиля между положительной и отрицательной клеммой, покажет, что разность потенциалов между двумя клеммами как раз и является той силой, которая продвигает ток через цепь, и она в этом случае обычно составляет 12 В.
- Напряжение можно измерить вольтметром (мультиметром), подключённым параллельно источнику напряжения, устройству потребления тока или резистору.



L1004\_02001

### Сравнение напряжения со столбом воды

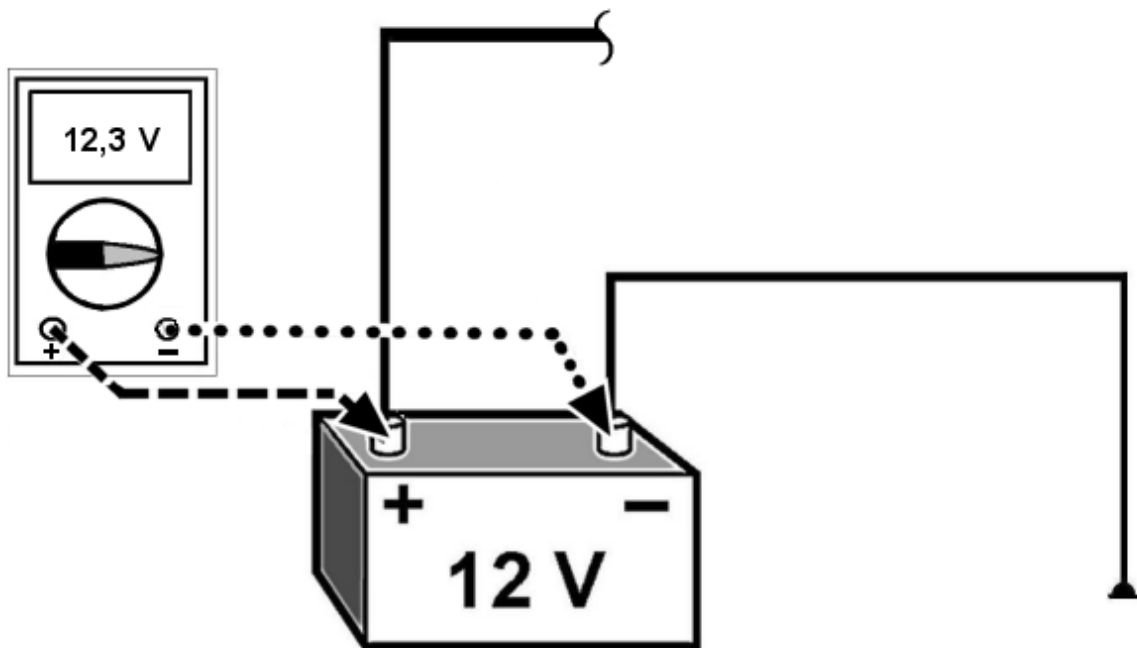
- 1 Разность потенциалов

**Подготовка мультиметра для использования в качестве вольтметра**

**Прим:** Обязательно убедитесь, что измерительный диапазон не превышен.

- Убедитесь, что щупы подключены к входным гнездам для измерений напряжения в соответствии с их цветом (красный = положительный, чёрный = земля).
- Переключатель рабочих режимов должен быть установлен либо в положение измерения напряжения **DC** (**D**irect **C**urrent = постоянный ток), либо в положение **AC** (**A**lternating **C**urrent = переменный ток).
- Там, где имеется несколько измерительных диапазонов, следует выполнить оценку ожидаемого напряжения, чтобы гарантировать выбор достаточно большого диапазона (например, оплётка проводов: постоянный ток легкового автомобиля – 12-14 В, постоянный ток грузового автомобиля – 24 В, переменный ток сетевой розетки – 220-240 В).
- Если нельзя сделать никакой приблизительной оценки величины ожидаемого напряжения, всегда следует выбирать наибольший имеющийся измерительный диапазон. После этого диапазон можно уменьшить по необходимости. Если это совершенно невозможно, ожидаемое напряжение можно рассчитать либо по закону Ома, либо через связанные с этим законом мощность, напряжение и ток.
- Если в процессе измерения цифровым мультиметром на дисплее появится «1», это укажет, что диапазон измерений превышен.
- Для измерений напряжения мультиметр всегда подключается параллельно источнику напряжения или элементу, в котором должно быть измерено напряжение.

Пример: Проверка напряжения аккумуляторной батареи в автомобиле



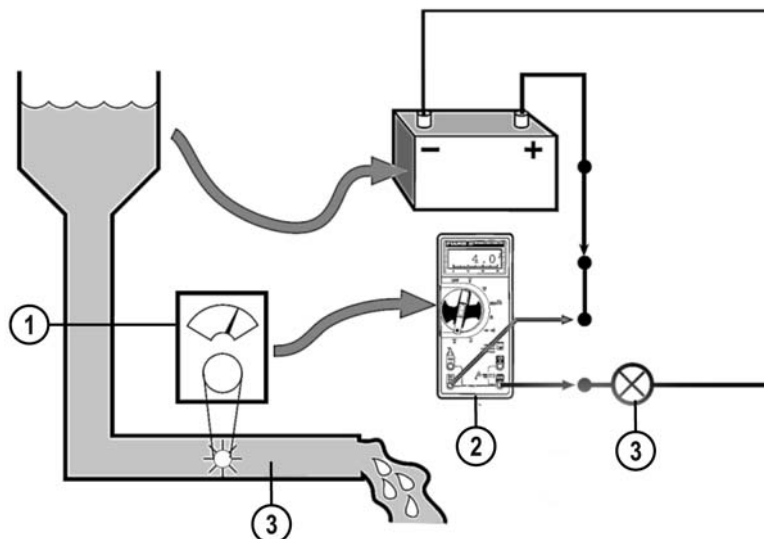
L1004\_02002

- Чтобы проверить напряжение аккумуляторной батареи в автомобиле, подключите положительный и отрицательный щуп вольтметра к соответствующим клеммам аккумулятора.
- Аккумуляторная батарея остаётся подключённой к жгутам проводов автомобиля, а потребляющие ток устройства должны быть выключены.
- Переключите вольтметр в режим напряжения DC и диапазон примерно 20 В.
- Полностью заряженная аккумуляторная батарея покажет 12,7 – 12,9 В.
- Если аккумуляторная батарея покажет более низкие значения, обратитесь к руководству по ремонту.



## Ток

- Ток – это поток электронов от одного атома к другому. Ток измеряется в Амперах, обычно в качестве сокращения используется буква А. Один Ампер соответствует  $6\,280\,000\,000\,000\,000$  ( $6,28 \times 10^{13}$ ) электронам, проходящим через фиксированную точку за одну секунду. Примером того, насколько сильным является ток, служит то, что прохождение менее чем одной десятой Ампера через человеческое тело может привести к серьёзной травме.
- Используя пример водяного столба, можно сравнить прохождение тока с массой воды, текущей из башни в кран. С другой стороны, напряжение – это разность потенциалов между положительными и отрицательными контактами, а ток – это фактический поток или перемещение электричества. В примере с водяным столбом действительный поток воды от из столба к земле подобен протеканию электрического тока. Важно знать, что ток протекает только тогда, когда имеется напряжение (давление), чтобы вызвать его.
- Ток не может протекать без напряжения и полного пути к земле. Напряжение и ток действуют вместе, чтобы создать мощность для выполнения работы, например, свечения лампы накаливания или запуска двигателя.
- Элементы цепи могут находиться под напряжением, даже если через цепь не протекает никакого тока.
- Ток можно измерить амперметром (мультиметром), подключённым последовательно в цепь, которая будет измеряться. Из-за того, что слишком большой ток может испортить амперметр, важно перед измерением рассчитать ожидаемый ток.
- Для измерения большого тока (например, тока стартера), в особенности, полезен клещевой трансформатор тока, который можно закрепить на проводнике без нарушения пути прохождения тока.



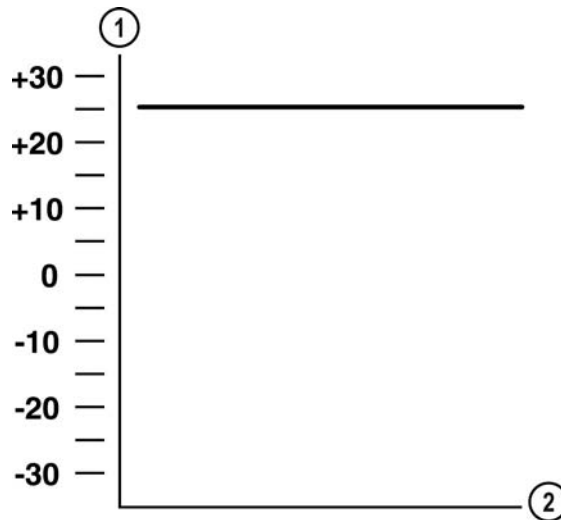
L1004\_02003

### Сравнение прохождения тока с потоком воды

- |   |                  |   |          |
|---|------------------|---|----------|
| 1 | Поток воды       | 3 | Нагрузка |
| 2 | Прохождение тока |   |          |

**Постоянный ток (DC)**

- Постоянный ток (DC) возникает тогда, когда на одной клемме аккумуляторной батареи имеется избыток электронов, что приводит к движению потока к другой клемме, где имеется нехватка электронов. Постоянный ток протекает только в одном направлении. Преимуществом DC является то, что его можно хранить электрохимическим способом в аккумуляторной батарее.



L1004\_02004

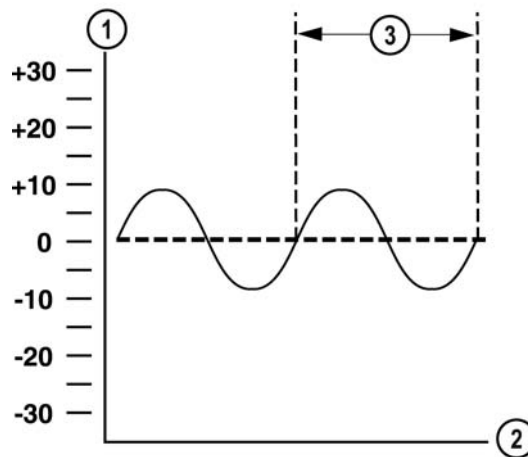
**Осциллограмма постоянного тока (DC)**

1 Напряжение

2 Время

### Переменный ток (АС)

- Переменный ток (АС) возникает тогда, когда ток течёт туда и обратно под воздействием меняющейся полярности (положительной или отрицательной). АС постоянно меняет направление, так что в один момент ток течёт в одном направлении (положительном), а затем в следующий момент – в другом направлении (отрицательном). Это называется одним циклом.
- Цикл обычно представляется синусоидальной волной, потому что он соответствует математической характеристике функции синуса. Цикл является одним полным представлением волны. Число циклов в секунду измеряется в Герцах (Гц) и называется частотой переменного (АС) тока.



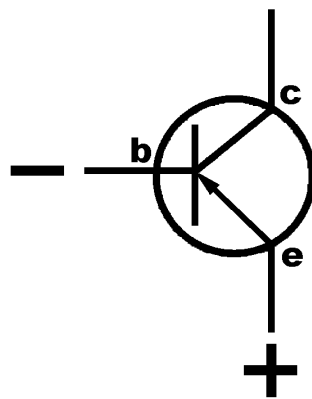
L1004\_02005

#### Осциллограмма переменного тока (АС)

- |   |            |   |      |
|---|------------|---|------|
| 1 | Напряжение | 3 | Цикл |
| 2 | Время      |   |      |

### Направление тока

- Направление протекания тока определяется как движение от **положительного полюса к отрицательному**. Это называется **техническим направлением прохождения тока**.
- Все технические обозначения и схемы используют это техническое направление.
- Например, стрелки на изображениях диодов или транзисторов всегда указывают направление тока к отрицательному полюсу.
- Физически ток протекает в обратном направлении из-за того, что в проводниках могут перемещаться только отрицательно заряженные электроны. Это называется **физическим направлением прохождения тока**.



Пример стрелки в электрических условных обозначениях

L1004\_02006

**Подготовка мультиметра для использования в качестве амперметра**

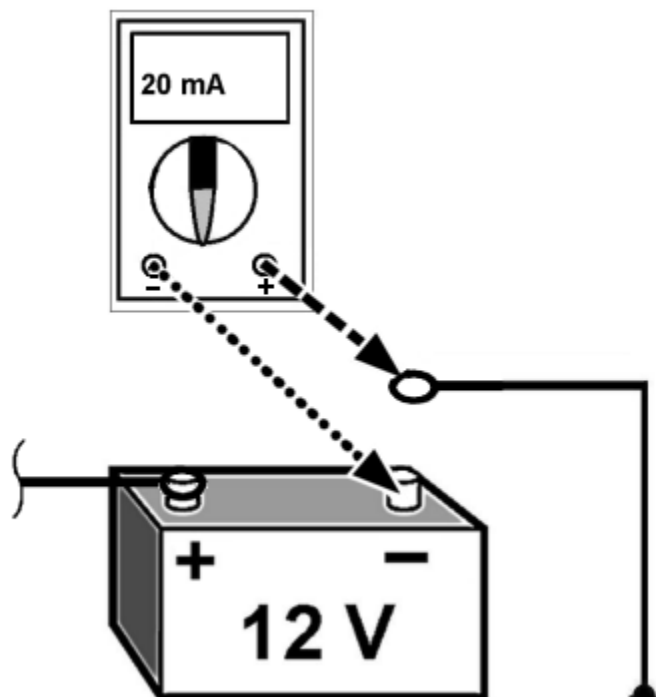
**Прим:** Обязательно убедитесь, что измерительный диапазон не превышен.

- Убедитесь, что щупы подключены к входным гнездам для измерений тока в соответствии с их цветом.
- Переключатель рабочих режимов должен быть установлен либо на AC, либо на DC.
- Там, где имеется несколько измерительных диапазонов, следует выполнить оценку ожидаемого тока, чтобы гарантировать выбор достаточно большого диапазона.
- Если нельзя сделать никакой приблизительной оценки силы ожидаемого тока, всегда следует выбирать наибольший имеющийся измерительный диапазон. После этого диапазон можно уменьшить по необходимости. Если это совершенно невозможно, ожидаемую силу тока можно рассчитать либо по закону Ома, либо через связанные с этим законом мощность, напряжение и ток. Это необходимо, поскольку большинство мультиметров имеют одно гнездо с плавким предохранителем для токов, не превышающих определённую величину (например, 2 А), и одно гнездо без предохранителя для больших токов (например, 10 А).

**Прим:** Никогда не включайте амперметр в цепи, в которых ток превышает назначенный диапазон (см. руководство к амперметру). После включения амперметра в цепь всегда начинайте измерения с наибольшего диапазона в Амперах и постепенно уменьшайте его. Это предотвратит повреждение амперметра и даст результат в подходящих единицах (мА или А) без слишком большого количества нулей в старших разрядах.

**Пример: Проверка резервного тока в автомобиле**

- Проверка резервного тока является подходящей процедурой для обнаружения неисправности, когда имеет место слабое напряжение аккумуляторной батареи после того, как автомобиль простоял на стоянке длительное время.
- Современные автомобили обычно потребляют определённое количество тока несмотря на то, что все системы выключены. Основными потребителями являются модули управления, аудиосистемы и устройства аварийной сигнализации (для поддержания памяти или для работы в то время, когда автомобиль заперт).



L1004\_02007

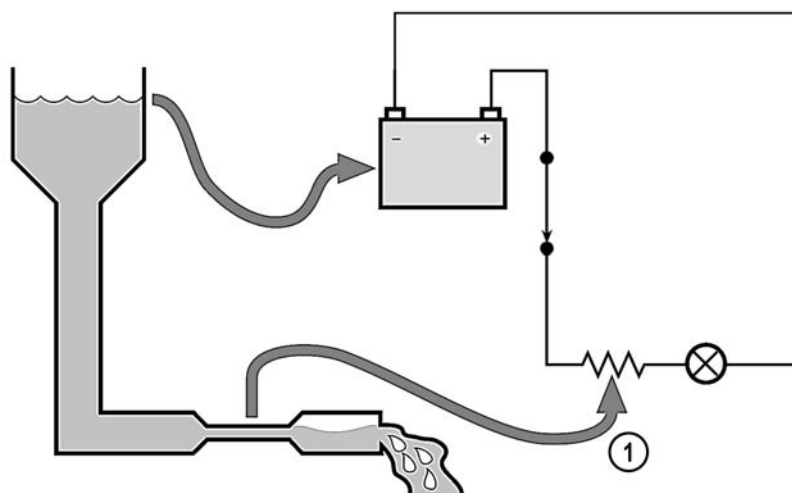
- Проверьте, что выключатель зажигания и все другие потребители выключены, а ключ вынут.
- Протрите верхнюю поверхность аккумуляторной батареи, чтобы ток не проходил на его поверхность из-за загрязнения.
- Отключите отрицательный кабель аккумулятора и подключите амперметр между отрицательной клеммой аккумулятора и кабелем.
- Переключите амперметр на измерение Ампер и выберите наибольший диапазон силы тока.
- Проверьте показания амперметра и постепенно уменьшайте диапазон, чтобы получить оптимальные показания в Амперах.
- Обратитесь к руководству по ремонту, чтобы интерпретировать результат.

**Прим:** Это только пример измерения тока. Чтобы измерить ток при обслуживании, используйте соответствующее руководство по ремонту и SI E008/98.

## Сопротивление

- Сопротивление противодействует прохождению тока в цепи или ограничивает его. Все цепи имеют некоторое сопротивление. Все проводники, подобные меди, серебру и золоту, обладают некоторым сопротивлением прохождению тока. Мы измеряем сопротивление в единицах, называемых Омами. Условным обозначением Ома является греческая буква  $\Omega$  (Омега = омега).
- Сопротивление всегда создаёт в проводнике нагрев. Нагрев зависит от сопротивления и протекающего тока.
- Не всегда сопротивление – это плохо. В нормально работающей цепи с лампой накаливания сама лампа обычно является единственным измеримым источником сопротивления. Сопротивление в нити накала лампы препятствует прохождению тока и нагревает нить до точки, когда нить начинает светиться.
- Во многих электронных приборах для уменьшения напряжения используются калиброванные резисторы. Такие резисторы обычно обозначаются на электрических схемах зигзагообразными линиями.
- Нежелательное сопротивление в цепи не даёт току полностью проходить через неё и приводит к неправильной работе нагрузки или совсем не даёт нагрузке работать. Чем больше сопротивление в цепи, тем меньше ток. Представленный рисунок является иллюстрацией того, что сопротивление подобно сужению в трубе. Сопротивление замедляет или ограничивает прохождение тока.
- Сопротивление можно измерить омметром (мультиметром). Во время измерения измеряемый резистор должен быть полностью отделён от цепи. Омметр имеет собственный источник напряжения и для определения сопротивления направляет заданный ток через резистор.

**ПРИМ:** Испытательное напряжение омметра может вызвать взрыв надувных подушек безопасности! Для проверки систем надувных подушек безопасности всегда используйте функции бортовой диагностики!



L1004\_02008

### Сравнение сопротивления с сужением водопроводной трубы

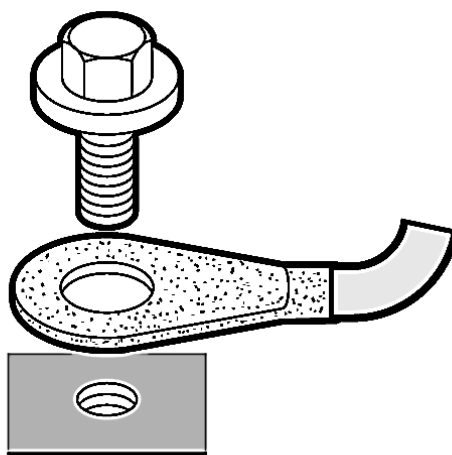
- 1 Сопротивление в водопроводной трубе и в электрической цепи

**Факторы, влияющие на сопротивление**

- **Материал:** Все материалы имеют удельное электрическое сопротивление, которое указывает сопротивление в зависимости от поперечного сечения и длины проводника. Обычно оно обозначается греческой буквой ρ (**R**ho = ρ). Например, медь обнаруживает удельное электрическое сопротивление, равное:

$$0,01786 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

- **Температура:** Температура по-разному влияет на разные материалы. Например, сопротивление меди и стали увеличивается с повышением температуры. При нагревании этих материалов их электроны удерживаются на более близко расположенных орбитах, что затрудняет переход электронов от одного атома к другому. Материал, который проявляет такие свойства, называется резистором с **РТС** (**P**ositive **T**emperature **C**oefficient = положительный температурный коэффициент). Если сопротивление падает по мере нагревания материала, он называется резистором с **НТС** (**N**egative **T**emperature **C**oefficient = отрицательный температурный коэффициент).
- **Размер:** Вторым фактором, который влияет на сопротивление, является размер материала, используемого в качестве проводника. Проводник большего размера позволяет одновременно проходить большему числу электронов. В проводнике меньшего размера одновременно может проходить меньше электронов. Если в качестве проводника используется провод, то чем он тоньше, тем больше его сопротивление. По мере увеличения диаметра сопротивление уменьшается.
- **Длина:** Последним фактором является длина провода. По мере увеличения длины увеличивается также и сопротивление. Это происходит потому, что электронам нужно проследовать через большее число атомов. Электроны, проходящие через более короткие провода, встречаются с меньшим число атомов и испытывают меньшее сопротивление.
- **Коррозия:** Коррозия в цепи также оказывает воздействие на сопротивление. Коррозия может происходить из-за попадания под воздействие таких элементов, как соль, вода и грязь. Если имеет место коррозия, сопротивление увеличивается.



Корродированная клемма

L1004\_02009



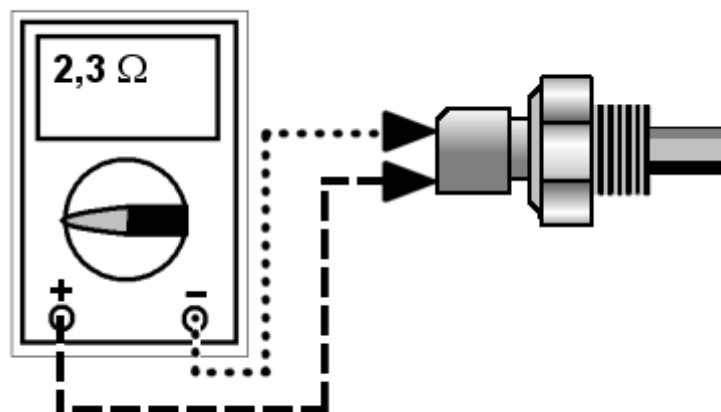
### Подготовка мультиметра для использования в качестве омметра

- Убедитесь, что щупы подключены к входным гнездам для измерений сопротивления в соответствии с их цветом.
- Переключатель рабочих режимов должен быть установлен на измерение сопротивления.
- Мультиметр имеет собственный источник напряжения (обычно – батарейку на 9 В), который обеспечивает напряжение, требуемое для измерения сопротивления.
- Например, шкала измерительного элемента с подвижной катушкой калибрована в Омах. Для большинства аналоговых мультиметров перед снятием любых измерений следует отрегулировать установку "0  $\Omega$ ". Для этого следует непосредственно соединить друг с другом оба щупа и выполнить регулировку установки "0  $\Omega$ " посредством регулировочного устройства (см. руководство по эксплуатации от изготовителя). Цифровые мультиметры выполняют эту регулировку автоматически.
- Чем больше сопротивление, тем меньше соответствующий ток, который через него проходит, вот почему шкала измерительного элемента с подвижной катушкой начинается с  $\infty \Omega$  (бесконечное сопротивление). На другом конце шкалы находится 0  $\Omega$  (ноль Ом). Шкала омметра идёт в сторону, противоположную шкале амперметра.
- Элементы и цепи, которые подлежат измерению, не должны находиться под напряжением. Если пренебречь этим, неизбежны ошибки измерений, и, в худшем случае, мультиметр будет необратимо испорчен.

**Прим:** Никогда не подключайте омметр к элементам, которые подключены к жгутам проводов автомобиля (см. руководство к омметру). После подключения омметра к проверяемому элементу всегда начинайте измерения с наибольшего диапазона величины сопротивления и постепенно уменьшайте его. Это даст результат, указанный в удобных единицах (к $\Omega$  или  $\Omega$ ) без ненужных нулей в старших разрядах.

**Пример: Проверка в автомобиле датчика ЕСТ**

- Проверка сопротивления датчика **ЕСТ** (**Engine Coolant Temperature** = температура охлаждающей жидкости двигателя) является подходящей проверкой для обнаружения неисправности, если подозревается неправильное указание температуры на приборном щитке.
- Поскольку в некоторых автомобилях сигнал ЕСТ используется для управления двигателем, а также для управления действиями вентилятора охлаждения и системы воздушного кондиционирования, возможно множество различных претензий из-за неисправного датчика ЕСТ.

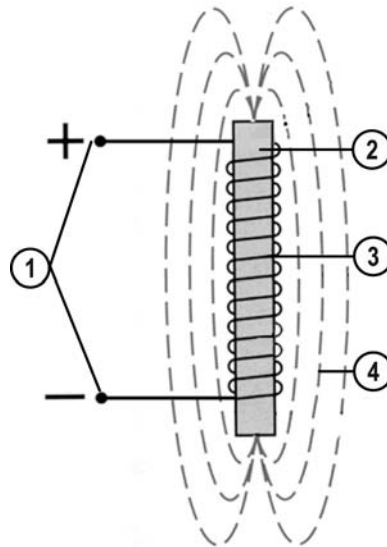


L1004\_02010

- Отключите датчик ЕСТ.
- Переключите омметр на измерение сопротивления и выберите наибольший диапазон сопротивления.
- Подключите омметр к обоим выводам датчика ЕСТ.
- Проверьте показания омметра и постепенно уменьшайте диапазон, чтобы получить оптимальные показания в Омах.
- Обратитесь к руководству по ремонту, чтобы интерпретировать результат.

## Электромагнетизм

- Когда через проводник протекает ток, вокруг проводника появляется магнитное поле.
- Если проводник свёрнут в катушку, магнитное поле будет сгущаться внутри катушки. Для выравнивания силовых линий магнитного поля внутрь катушки можно вставить сердечник из мягкого железа. Это так называемый электромагнит.
- Этот принцип используется для всех электромагнитных устройств.



L1004\_02011

- |   |                             |   |                |
|---|-----------------------------|---|----------------|
| 1 | Проводник                   | 3 | Катушка        |
| 2 | Сердечник из мягкого железа | 4 | Магнитное поле |

## Закон Ома

- Напряжение, ток и сопротивление определённым образом связаны друг с другом. Важно понимать эту взаимосвязь и уметь применить её к электрическим цепям, поскольку эта взаимосвязь является основой всей электрической диагностики.
- Георг Ом, учёный начала XIX века, обнаружил, что требуется один Вольт напряжения, чтобы продвинуть один Ампер тока через сопротивление в один Ом. Ток прямо пропорционален приложенному напряжению и обратно пропорционален сопротивлению в базовой цепи. Закон Ома выражается в виде уравнения, которое показывает взаимосвязь между  
**напряжением** (обычно обозначается буквой **U**)  
**током** (обычно обозначается буквой **I**) и  
**сопротивлением** (обычно обозначается буквой **R**),
- **$U = R \times I$**  или **напряжение = сопротивление x ток**
- На рисунке показана схема с источником питания на 12 В, сопротивлением  $2\Omega$  и током 6 А.
- Если изменится сопротивление, изменится и ток.

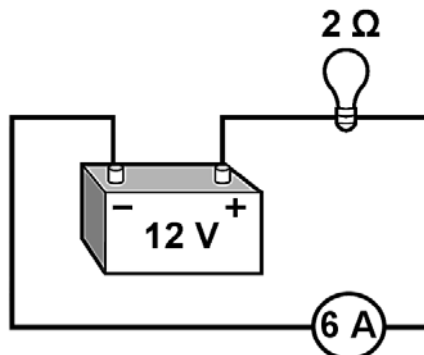
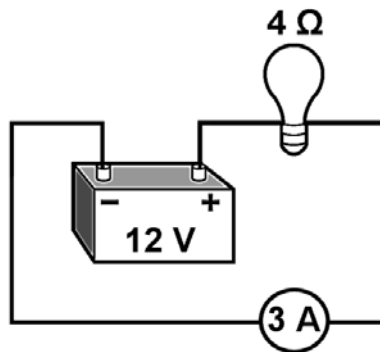


Иллюстрация Закон Ома

L1004\_02012

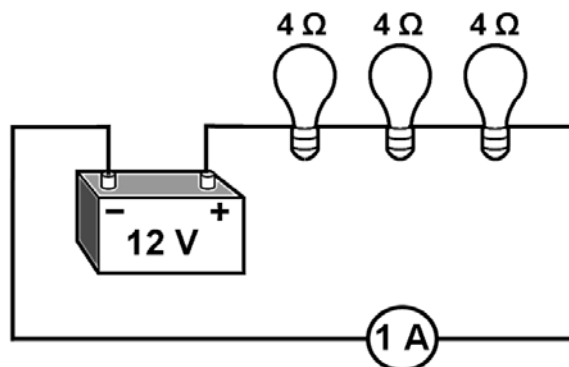
**Результат увеличения сопротивления**

- На рисунке показано, что сопротивление увеличено до  $4 \Omega$ .
- Закон Ома утверждает, что ток обратно пропорционален сопротивлению.
- Как показано, ток уменьшился до  $3 \text{ A}$ .



L1004\_02013

- На рисунке ниже сопротивление увеличилось до  $12 \Omega$ .
- Ток уменьшился до  $1 \text{ A}$ .



L1004\_02014

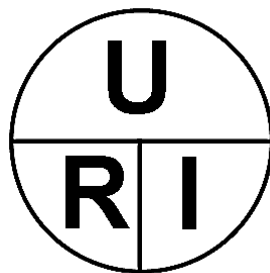
- Если напряжение постоянно:
  - ток уменьшается, если увеличивается сопротивление.
  - ток увеличивается, если уменьшается сопротивление.
- Если сопротивление постоянно:
  - ток увеличивается, если увеличивается напряжение.
  - ток уменьшается, если уменьшается напряжение.

**Использование закона Ома в виде круга**

- Очень просто запомнить основы законы Ома, если использовать закон Ома в виде круга, показанного ниже. Горизонтальная линия означает «делится на», а вертикальная линия означает «умножить». Закройте букву, представляющую то значение, которое Вы пытаетесь определить.
- Если две из трёх величин для данной цепи известны, легко найти недостающую величину. Просто подставьте значения тока, напряжения и сопротивления в уравнение и найдите недостающее значение.

Чтобы определить

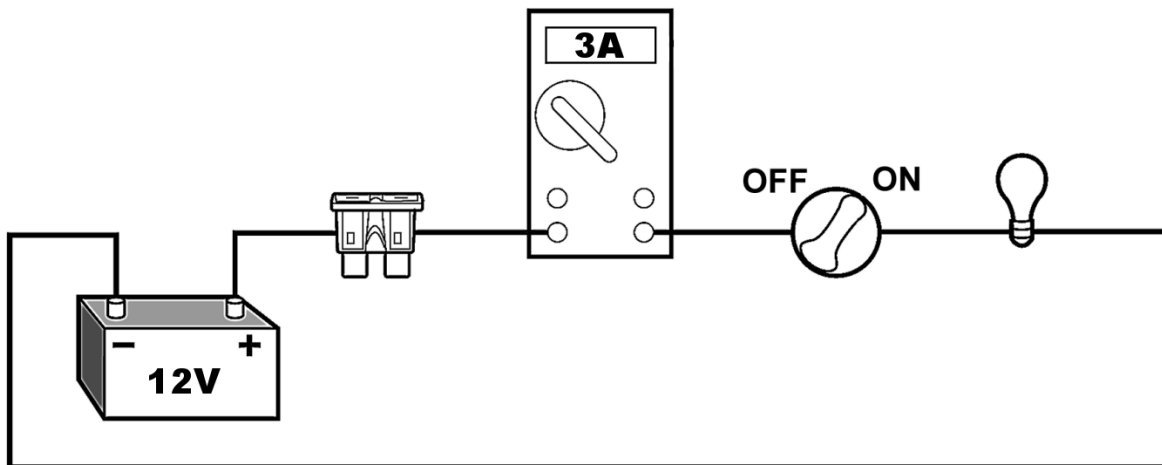
- **Сопротивление:** закройте R. Получившееся уравнение:  $\frac{U}{I}$   
(В делённое на А = Ω)
- **Напряжение:** закройте U. Получившееся уравнение:  $R * I$   
(Ω умноженное на А = В)
- **Ток:** закройте I. Получившееся уравнение:  $\frac{U}{R}$  (В делённое на Ω = А)



**Закон Ома в виде круга (U = R x I)**

L1004\_02015

## Применение закона Ома



L1004\_02016

## Простая схема для применения закона Ома

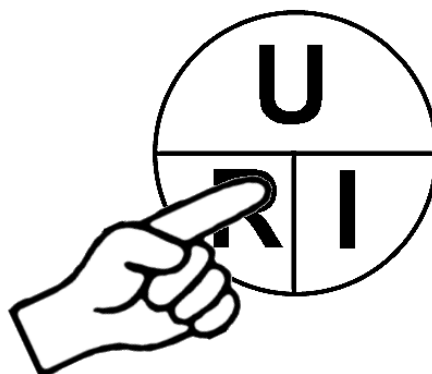
$$U = 12 \text{ В}, I = 3 \text{ А}, R = ?$$

- Используйте закон Ома в виде круга для решения предложенной выше задачи. На рисунке показана лампа накаливания в цепи, где ток, равный 3 А, продвигается напряжением, равным 12 В. Мы хотим определить сопротивление. Вот как Вам следует решать эту задачу:

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{12 \text{ В}}{3 \text{ А}}$$

$$R = 4 \Omega$$



L1004\_02017

Закон Ома в виде круга ( $U = R \times I$ )

## Мощность

- Многие электрические устройства оцениваются по тому, какую мощность они потребляют, а не по тому, какую мощность они создают. Потребляемая мощность выражается в **W** (**Watt** = Ватт, Вт).
- 746 Вт = 1 английская лошадиная сила  
735 Вт = 1 метрическая лошадиная сила
- Соотношение между
  - **мощностью** (обычно обозначаемой буквой **P**),
  - **напряжением (U)** и
  - **током (I)**

выражается формулой мощности:

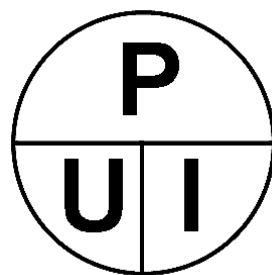
$$P = U \times I$$

- Иначе говоря, Ватты равняются Вольтам, умноженным на Амперы.
- Например, если суммарный ток в цепи равняется 10 А, а напряжение – 12 В, тогда:

$$P = 12 \text{ В} \times 10 \text{ А}$$

$$P = 120 \text{ Вт}$$

- В любой цепи, если напряжение или ток увеличивается, то и мощность увеличивается. Если напряжение или ток уменьшается, то и мощность уменьшается.
- Наиболее распространённым примером оценки в Ваттах является, вероятно, лампа накаливания. Лампы накаливания классифицируются по количеству Ватт, которое они потребляют.



Формула мощности ( $P = U \times I$ )

L1004\_02018



## Единицы измерений

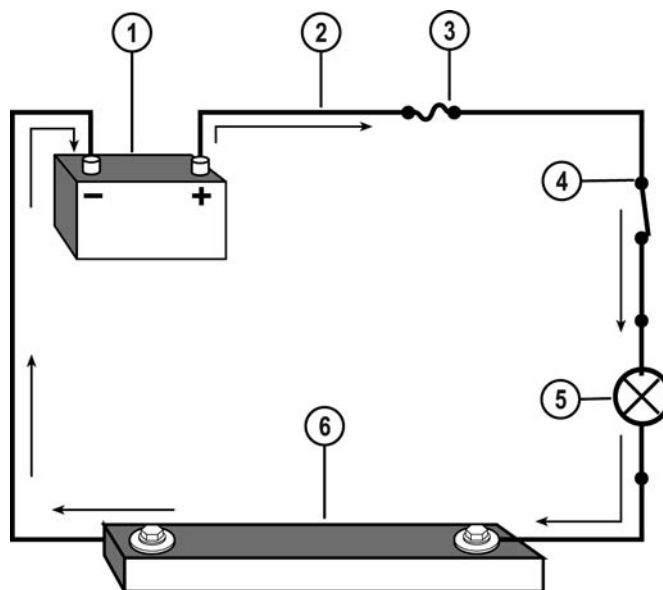
- Значения электрических величин часто очень большие или очень маленькие. Значения электрических величин указываются числами метрической системы мер. Используемые метрические меры – это Мега, кило, милли и микро.
- Мега (М) означает один миллион. Например, цепь с сопротивлением один миллион Ом можно записать как 1 000 000 Ом. Если сдвинуть десятичную запятую влево, значение можно записать как 1 Мегом, или 1 МΩ.
- Кило (к) заменяет одну тысячу. Цепь с напряжением двенадцать тысяч Вольт можно записать как 12 000 Вольт. Или, при перемещении десятичной запятой на три разряда влево, это можно записать как 12 киловольт, или 12 кВ.
- Милли (м) означает одну тысячную. Цепь с током, равным 0,015 Ампер, можно записать как 0,015 Ампер, или, переместив десятичную запятую на три разряда вправо, это можно записать как 15 миллиампер, или 15 мА.
- Микро (μ) означает одну миллионную. В целях разъяснения предположим, что имеется цепь с током, равным 0,000015 Ампер. Переместив десятичную запятую на шесть знаков вправо, теперь это можно записать как 15 микроампер, или 15μА.

**1 000 000 Мега**  
100 000  
10 000  
**1 000 Кило**  
100  
10  
**1**  
0,1  
0,01  
**0,001 Милли**  
0,0001  
0,00001  
**0,000001 Микро**

L1004\_T02001

### Замкнутая электрическая цепь

- Электричество – это ток, протекающий через замкнутую электрическую цепь (схему). Обычный современный автомобиль может иметь более 1000 независимых электрических цепей. Некоторые из них очень сложные, но все они работают по одним и тем же основным принципам.
- Для существования замкнутой цепи должен быть источник питания, проводник, нагрузка и замыкание на землю. Большинство электрических цепей в автомобиле содержат:
  - Источник питания (аккумуляторную батарею или генератор)
  - Проводник (провод или кабели)
  - Заземляющий контур (шасси автомобиля или кабель заземления аккумуляторной батареи)
  - Нагрузку (лампу накаливания или электродвигатель)
  - Защитное устройство (плавкий предохранитель)
  - Устройство управления (переключатель или реле)
- Независимо от числа и расположения элементов, ток всегда протекает по замкнутому контуру. В автомобильных электрических схемах ток проходит от источника питания через электрическую нагрузку и обратно на землю. На рисунке показан путь, по которому проходит ток в типичной автомобильной электрической цепи.



L1004\_03001

#### Элементы типичной автомобильной электрической схемы

- |   |                        |   |                       |
|---|------------------------|---|-----------------------|
| 1 | Источник питания       | 4 | Выключатель (замкнут) |
| 2 | Проводник              | 5 | Нагрузка              |
| 3 | Плавкий предохранитель | 6 | Заземление шасси      |

### Проводник

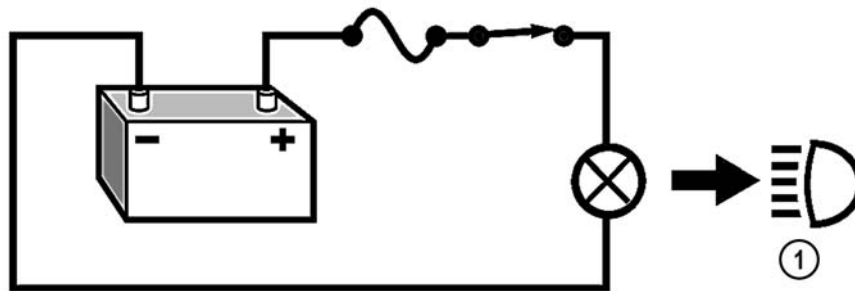
- Любой материал, который позволяет току свободно протекать, является проводником. Использование меди в качестве наиболее распространённого проводника в автомобилях и некоторые из факторов, которые влияют на то, как работает проводник, обсуждались ранее.

### Источник напряжения

- Источник напряжения в цепи выдаёт электрическую энергию. Автомобильными источниками питания являются аккумуляторные батареи и генераторы.

### Устройство нагрузки

- Нагрузка преобразует ток в тепло, свет или движение. Примерами нагрузок являются обогреватели заднего стекла (тепло), лампы накаливания (свет) и электродвигатели (движение). Как показано на рисунке, условное обозначение нагрузки представляет собой фару или другое осветительное устройство.



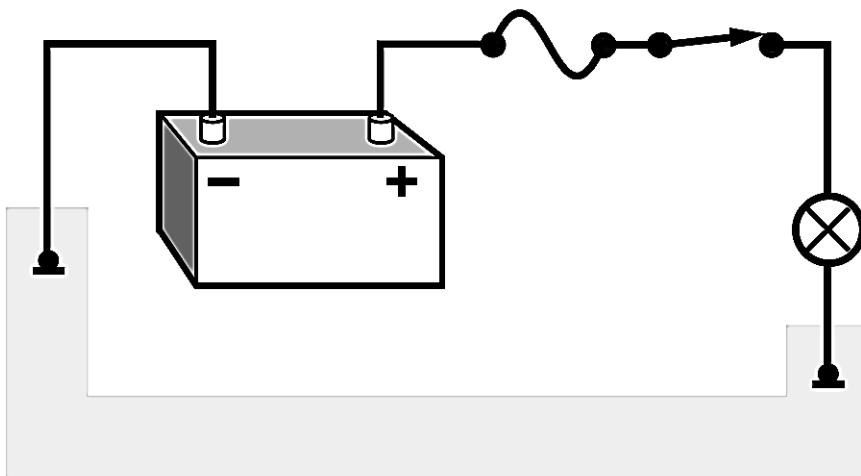
L1004\_03002

### Устройство нагрузки в цепи

- 1 Лампа (светится)

### Контур заземления

- Заземление замыкает контур обратно на источник питания. Напряжение имеет самый низкий потенциал на стороне заземления цепи. В большинстве автомобилей отрицательная сторона аккумуляторной батареи подключается к земле.
- В автомобиле не имеет смысла для каждой системы иметь отдельные провода заземления, возвращающиеся на аккумуляторную батарею. Большинство автомобильных схем замыкается на «корпусную землю» (на массу). Заземление на корпус использует в качестве обратной цепи к источнику питания кузов, двигатель или раму. Сталь в этих деталях автомобиля обеспечивает прекрасную обратную цепь для электрического тока.

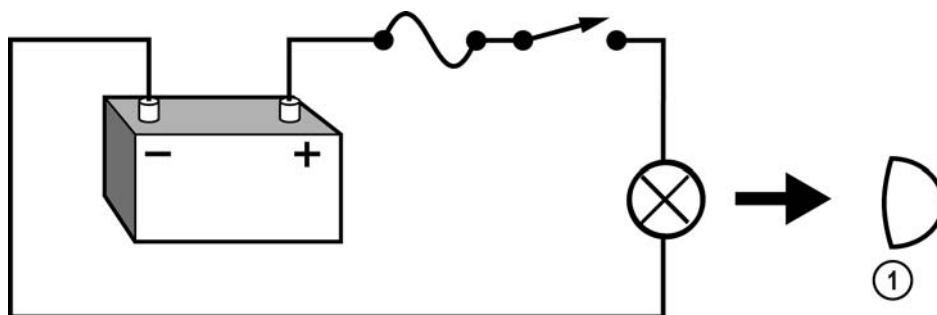


Заземление на корпус

L1004\_03003

**Устройства управления**

- Устройства управления, такие как выключатели или реле, делают цепь более удобной для использования, позволяя включать и выключать ток в определённых точках цепи. Замкнутый выключатель в цепи замыкает контур и позволяет проходить току. Размыкание выключателя разрывает контур и прекращает прохождение тока.
- В простой цепи местонахождение выключателя не имеет значения. Как показано на рисунке, если контур разорван, ток не может проходить. Даже если выключатель распложен на стороне заземления, лампа не будет светиться, пока цепь не будет замкнута.



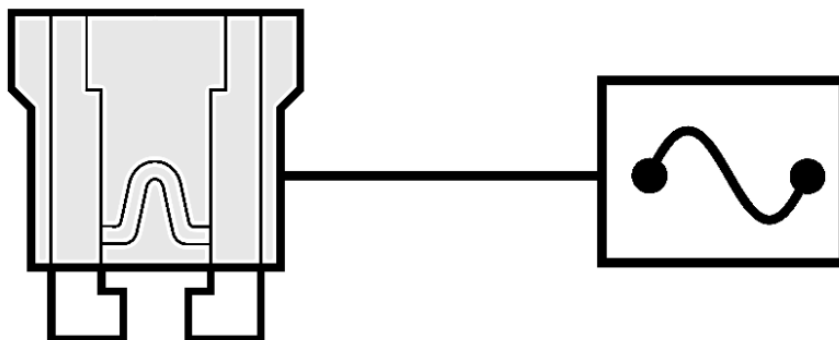
L1004\_03004

1 Лампа (не светится)

**Результат разомкнутого выключателя**

**Устройства защиты электрических цепей**

- Каждая электрическая цепь содержит одно или несколько устройств защиты электрической цепи, чтобы предотвратить повреждение электрической проводки и электронных элементов. Такими устройствами могут быть плавкие предохранители, плавкие перемычки или их комбинация.

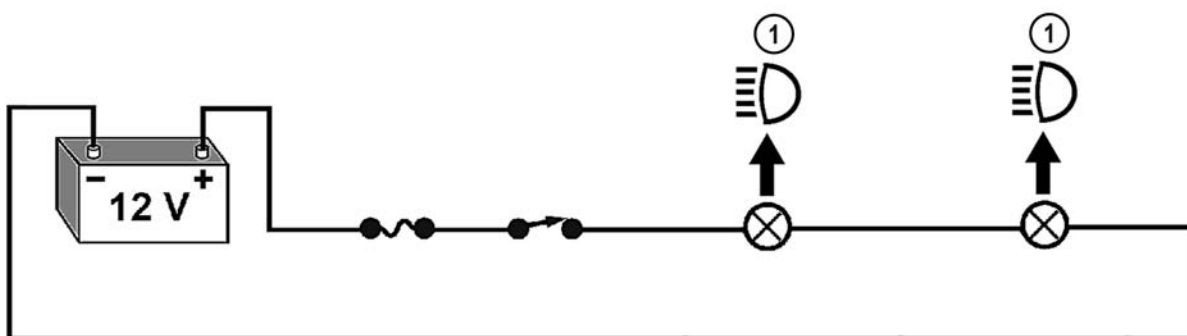


Плавкий предохранитель и условное обозначение

L1004\_03005

## Последовательные цепи

- Последовательная цепь – это такая цепь, в которой имеется только один замкнутый контур для прохождения тока. Как показано, когда выключатель в цепи замкнут, ток может проходить только по одному контуру. Последовательные цепи являются простейшим типом электрических цепей.



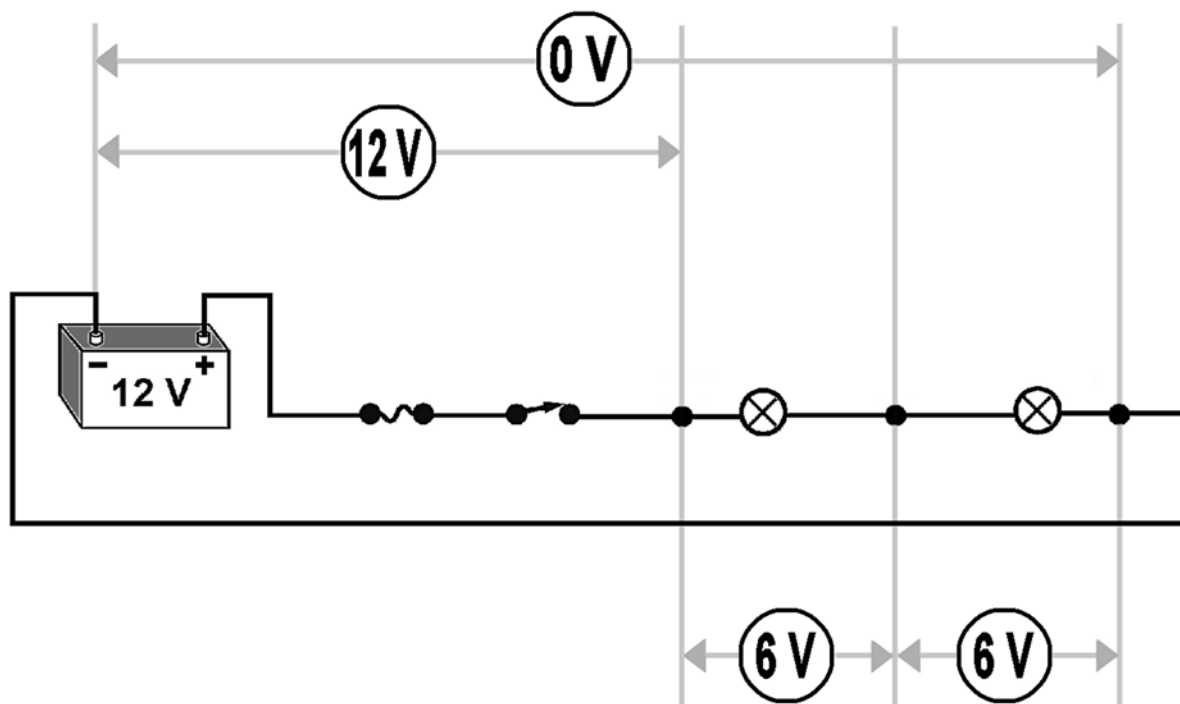
L1004\_03006

- 1 Лампа (светится)

## Падение напряжения

- Чтобы элементы или нагрузки в замкнутой цепи работали, они должны потреблять определённое количество напряжения. «Падение» напряжения описывает то напряжение, которое потребляется при прохождении через нагрузку. Падение напряжения происходит только тогда, когда проходит ток.
- Истраченное напряжение (энергия) преобразуется в тепло или движение. В случае простой цепи с лампой падение напряжения в лампе заставляет её светиться (напряжение, преобразованное в тепло). Если дополнительные нагрузки или лампы подключаются последовательно, напряжение падает пропорционально в каждом устройстве.
- В нагрузке с наибольшим сопротивлением напряжение падает в наибольшей степени, а суммарное падение напряжения в последовательной цепи равняется напряжению источника питания.
- Иногда падение напряжения представляет собой неисправность в цепи. Например, сопротивление, порождаемое корродированными проводами или разъёмами, может потреблять напряжение, предназначенное нагрузке.

Падение напряжения в последовательной цепи



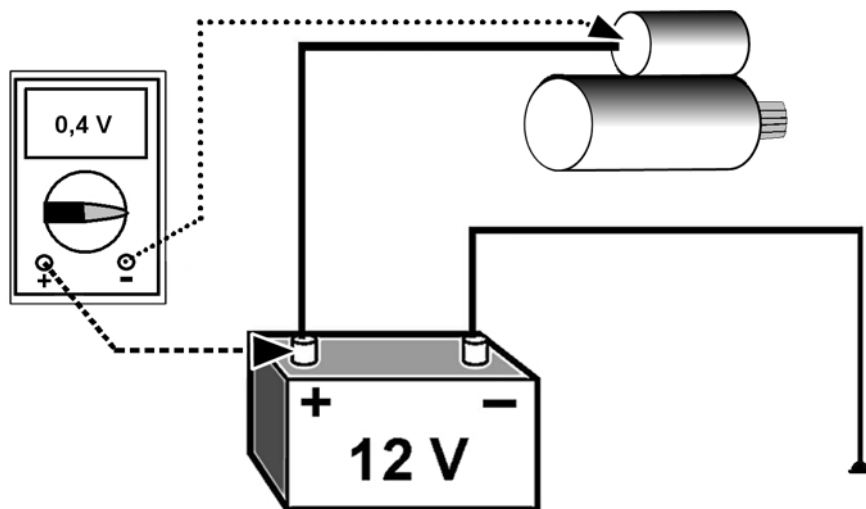
L1004\_03007

- В последовательной цепи напряжение падает пропорционально в каждой нагрузке, когда протекает ток. Добавление в цепь нагрузок уменьшает имеющееся напряжение. Например, добавление лишней лампы, подключаемой последовательно, приводит к тому, что все лампы становятся тусклыми.
- В цепи с одной нагрузкой эта единственная нагрузка потребляет всё напряжение источника. Измерение напряжения покажет 12 В до нагрузки и 0 В после неё. Нагрузка потребляет все 12 В.
- В последовательной цепи с двумя нагрузками напряжение делится между нагрузками пропорционально их сопротивлению. После падения напряжения в первой нагрузке (обе нагрузки имеют одинаковое сопротивление), для второй нагрузки остаётся 6 В. Это напряжение падает в последней нагрузке, оставляя 0 В. В этом примере каждая нагрузка снижает напряжение на 6 В. Если просуммировать все падения напряжения, сумма составит 12 В ( $6\text{ В} + 6\text{ В} = 12\text{ В}$ ).
- **Сумма всех падений напряжения должна равняться напряжению источника питания.**

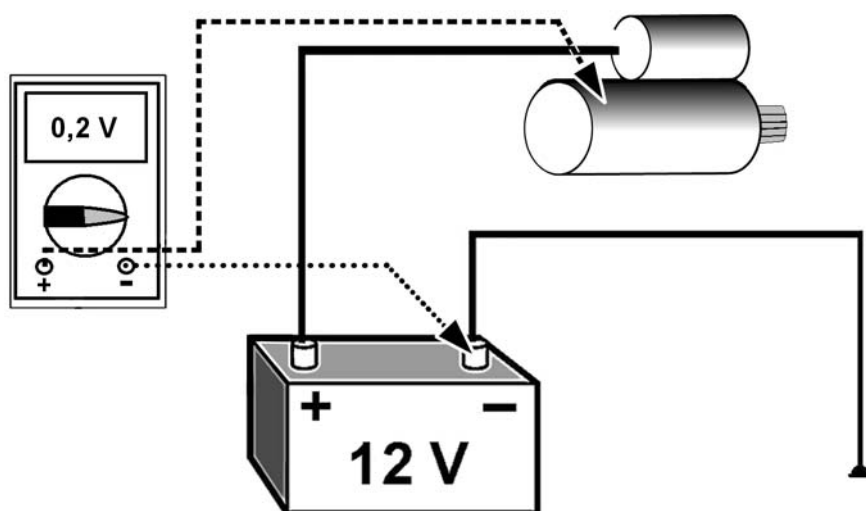


**Пример: Падения напряжения в стартере автомобиля**

- Проверка падения напряжения в стартере является подходящей процедурой для обнаружения неисправности, если недостаточная скорость стартера или недостаточное напряжение в системе во время запуска вызывают проблемы с запуском, несмотря на то, что аккумуляторная батарея в порядке.
- Бесполезно измерять сопротивление в проводе стартера, потому что даже малые сопротивления могут вызывать очень большое падение напряжения в процессе прохождения большого тока к электродвигателю стартера (закон Ома!).
- Большое падение напряжения в системе стартера всегда приводит к потере мощности, потому что мощность пропорциональна напряжению.



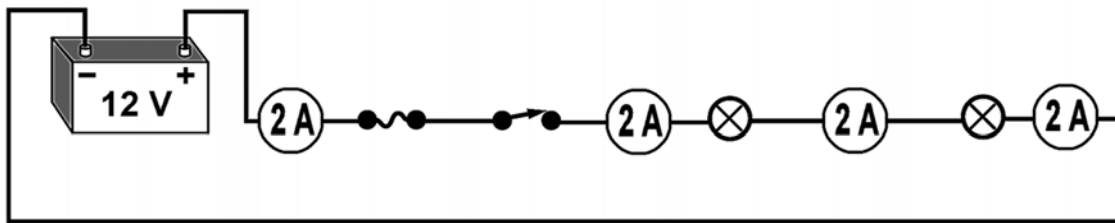
L1004\_03008



L1004\_03009

- Сначала определите падение напряжения на положительной стороне: Подключите красный щуп вольтметра к положительной клемме аккумуляторной батареи, а чёрный щуп – к положительному контакту стартера.
- Переключите вольтметр в режим DC 20 В.
- Отметьте значение падения напряжения (на положительной стороне) при запуске двигателя.
- Теперь определите падение напряжения на отрицательной стороне: Подключите красный щуп вольтметра к корпусу стартера, а чёрный щуп – к отрицательной клемме аккумулятора.
- Снова включите вольтметр в режиме DC 20 В.
- Отметьте значение падения напряжения (на отрицательной стороне) при запуске двигателя.
- Теперь просуммируйте оба падения напряжения (положительное и отрицательное), чтобы определить полное падение напряжения.
- Для интерпретации результата используйте руководство по ремонту или таблицу из главы 03 «Таблицы общих измерений».

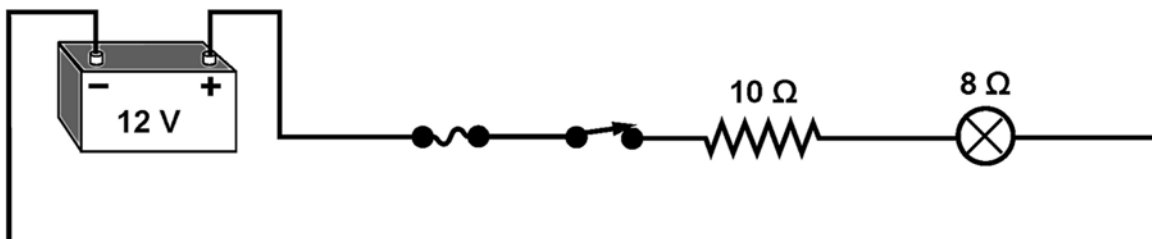
## Ток в последовательной цепи



L1004\_03010

- В последовательной цепи имеется только один контур для прохождения тока. Ток проходит через каждую нагрузку и возвращается в аккумуляторную батарею через заземление. Поскольку в последовательной цепи для тока имеется только один путь, разрыв в любом месте цепи (разрыв называется обрывом цепи) прекращает прохождение тока.
- Каждая нагрузка обладает некоторым сопротивлением прохождению тока. Чем больше нагрузок подключается последовательно, тем выше суммарное сопротивление в цепи и тем меньше ток. Это означает, что величина тока в цепи зависит от величины напряжения источника, а также от сопротивления цепи.

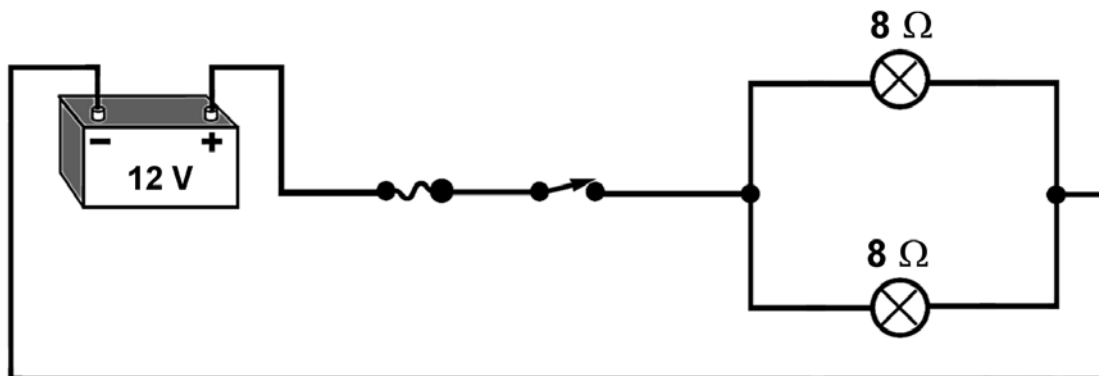
## Сопротивление в последовательной цепи



L1004\_03011

- Чтобы определить суммарное сопротивление в последовательной цепи, просуммируйте отдельные сопротивления. Не имеет значения, в каком месте цепи находится сопротивление. Например, показанная цепь имеет сопротивление 18Ω. Расчёт таков:  $10\Omega + 8\Omega = 18\Omega$ .
- В последовательных цепях применимо только следующее уравнение:  
 $R_C = R_1 + R_2 + R_3 \dots$  ( $R_C$  = суммарное сопротивление цепи;  $R_{1,2,3}$  = отдельные резисторы)

## Параллельная цепь



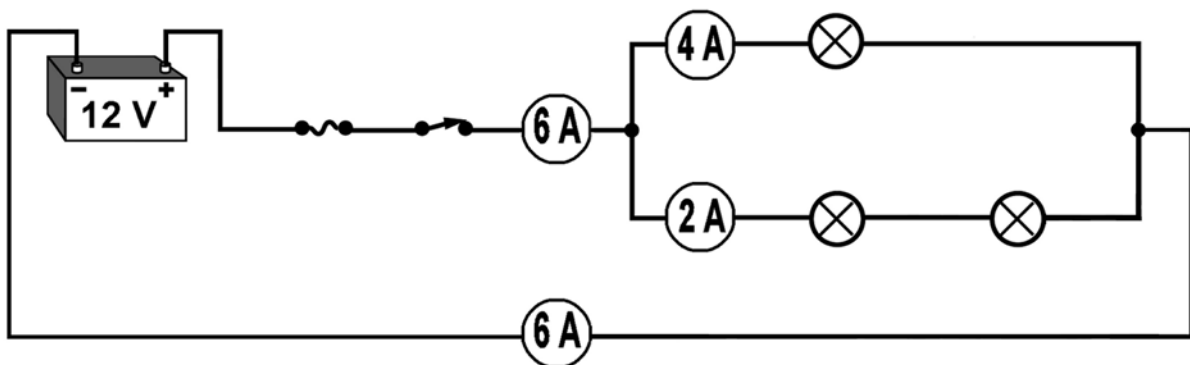
L1004\_03012

- Параллельная цепь – это такая цепь, в которой имеется более одного контура для прохождения тока. Несмотря на то, что напряжение, ток и сопротивление продолжают влиять на параллельные цепи, как и на последовательные цепи, их воздействие отличается от простой последовательной цепи.
- В параллельной цепи в каждую ветвь подаётся одинаковое напряжение. Добавление ветвей не снижает напряжения. Иначе говоря, каждая ветвь параллельной цепи действует как отдельная последовательная цепь.
- Большинство цепей (схем) в автомобиле являются параллельными. Параллельные цепи имеют одно большое достоинство: Если в одной из нагрузок или ветвей обнаруживается высокое сопротивление, остальные ветви продолжают работать нормально.

### Напряжение в параллельной цепи

- Напряжение, прилагаемое к каждой из ветвей параллельной цепи, такое же, как напряжение источника питания. Падение напряжения в каждой из нагрузок на представленном рисунке также одинаково.

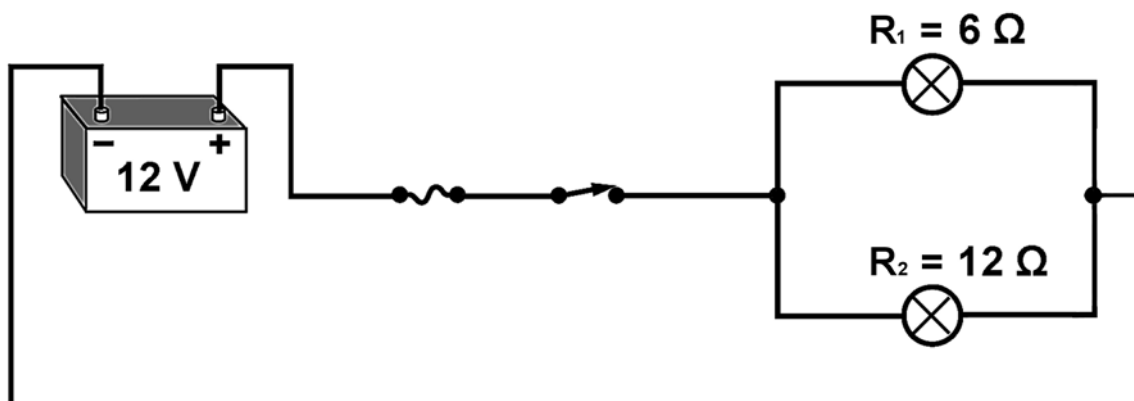
## Ток в параллельной цепи



L1004\_03013

- Если цепь содержит более одного контура, ток в каждой ветви может быть разным (в зависимости от сопротивления каждой ветви), но напряжение, подаваемое в каждую ветвь, не меняется.
- На рисунке показана типичная параллельная цепь. Ток делится на две ветви в месте соединения, а каждая ветвь имеет собственную нагрузку и отдельный контур заземления. В параллельных цепях совокупный ток равен сумме токов всех ветвей. Итак, в этом примере цепи суммарный ток равен 4 А + 2 А, или 6 А. Если в одной параллельной цепи обнаруживается высокое сопротивление, это не оказывает воздействия на другие ветви.
- В параллельной цепи добавление ветвей и нагрузок, подключаемых параллельно, увеличивает суммарный ток, потому что имеется больше контуров для прохождения тока.
- Эта характеристика параллельных цепей объясняет, почему установка дополнительного оборудования после продажи автомобиля может вызвать проблемы. Неправильное включение этих устройств (стереосистем, аварийных сигнализации и т.д.) в существующие цепи может настолько увеличить ток, что предохранители расплавятся.
- В параллельных цепях применимо только следующее уравнение для тока:  
$$I_C = I_1 + I_2 + I_3 \dots$$
 ( $I_C$  = суммарный ток в цепи;  $I_{1,2,3}$  = ток ветви)

Сопротивление в параллельной цепи



L1004\_03014

- Расчёт суммарного сопротивления в параллельных цепях немного более сложен. Определение суммарного сопротивления в параллельных цепях может быть нецелесообразно, так что лучше просто помнить, что в параллельных цепях суммарное сопротивление цепи меньше самого малого сопротивления. Например, на показанном рисунке наименьшее сопротивление равно 6Ω, а общее сопротивление цепи составляет 4Ω.
- Простейший расчёт выполняется путём деления напряжения источника питания цепи на совокупное потребление тока каждой ветви (с помощью закона Ома). Напряжение источника питания равно 12 В. Потребление тока одной ветви составляет 2 А, а другой ветви – 1 А.

• Суммарное потребление цепи составляет 1А + 2А = 3А

• Затем с помощью закона Ома можно рассчитать общее сопротивление цепи:

$$\frac{12В}{3А} = 4Ω$$

• Другим способом определения сопротивления параллельной цепи является:

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots\dots\dots$$

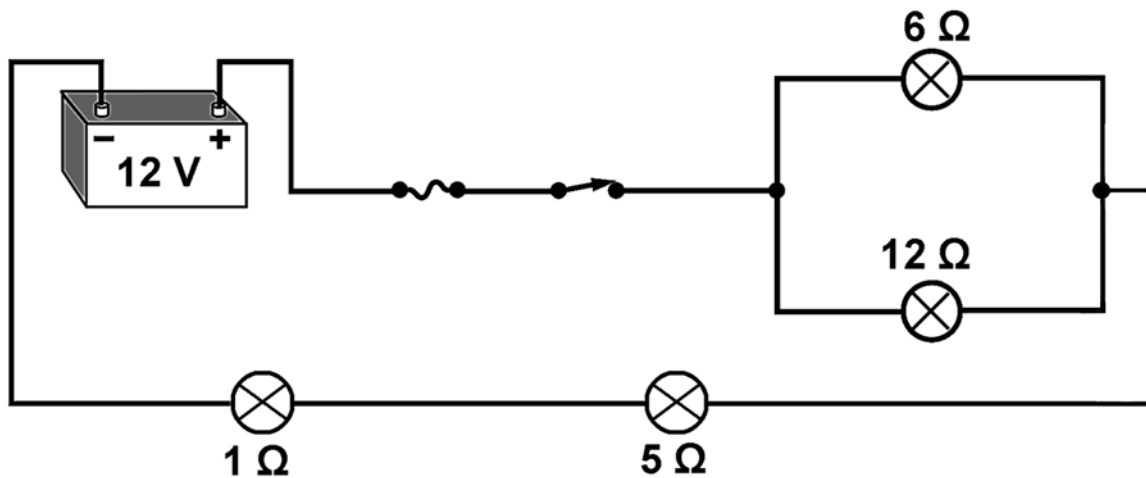
$R_c$  = общее сопротивление в цепи;  $R_{1,2,3\dots}$  = резисторы

• Таким образом, представленный расчёт можно выполнить также с использованием соответствующего уравнения сопротивления:

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_c = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$\Rightarrow R_c = \frac{1}{\frac{1}{6Ω} + \frac{1}{12Ω}} = \frac{1}{\frac{2}{12Ω} + \frac{1}{12Ω}} = \frac{1}{\frac{3}{12Ω}} = \frac{12Ω}{3} = 4Ω$$

### Сопротивление в комбинированной (параллельно-последовательной) цепи



L1004\_03015

- Чтобы рассчитать общее сопротивление  $R_C$  комбинированной цепи, необходимо разбить систему на части и сначала рассчитать параллельный участок. Это так называемое эквивалентное сопротивление  $R_e$ .
- На рисунке резисторы  $R_1$  и  $R_2$  соединены параллельно.
- Эквивалентное сопротивление  $R_e$  будет рассчитываться с помощью формулы для сопротивления в параллельных цепях:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$\Rightarrow R_e = \frac{1}{\frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{12\Omega}} = \frac{1}{\frac{2}{12\Omega} + \frac{1}{12\Omega}} = \frac{1}{\frac{3}{12\Omega}} = \frac{12\Omega}{3} = 4\Omega$$

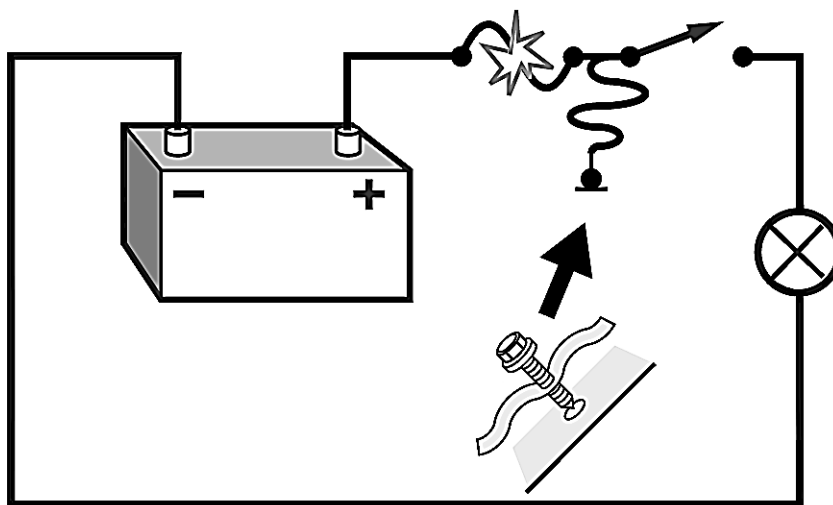
- После этого можно добавить последовательные сопротивления  $R_3$  и  $R_4$  и эквивалентное сопротивление  $R_e$ , чтобы получить общее сопротивление  $R_C$ .

$$R_C = R_3 + R_4 + R_e \Rightarrow R_C = 1\Omega + 5\Omega + 4\Omega = 10\Omega$$

## Распространённые неисправности цепей

### Замыкание на землю

- Замыкание на землю – это ненужный контур между положительной стороной и стороной заземления цепи. Когда это происходит, ток проходит мимо предполагаемой нагрузки, потому что электрический ток всегда старается пройти по пути меньшего сопротивления.
- Поскольку сопротивление, оказываемое нагрузкой, уменьшает величину протекающего в цепи тока, короткое замыкание может допустить прохождение тока большой величины. Избыточный ток обычно размыкает (или плавит) предохранитель. На рисунке короткое замыкание обходит как разомкнутый выключатель, так и нагрузку, и проходит прямо на землю.

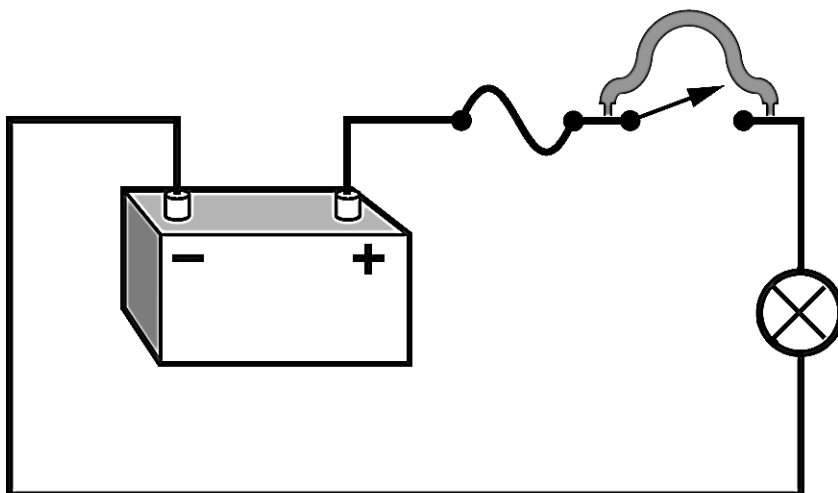


L1004\_03016



**Замыкание на источник питания**

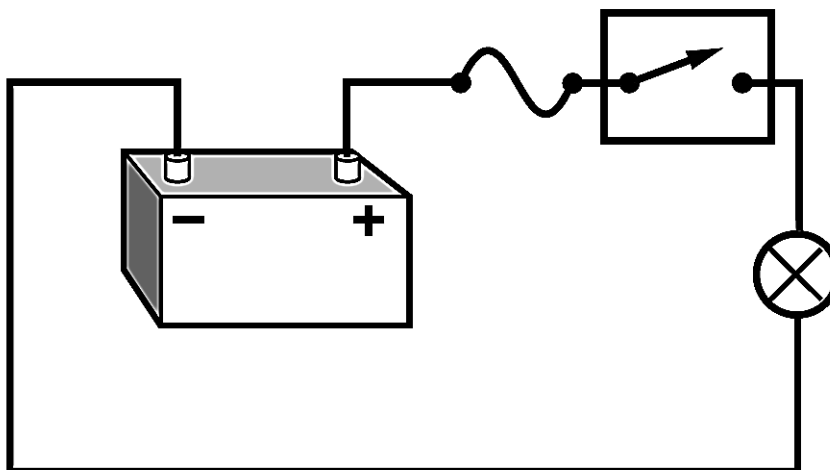
- Замыкание на источник питания также является непредусмотренным контуром для прохождения тока. На представленном рисунке контур обходит выключатель в цепи и идёт прямо на нагрузку. Это заставляет лампу светиться, даже несмотря на то, что выключатель разомкнут.



L1004\_03017

**Обрыв цепи**

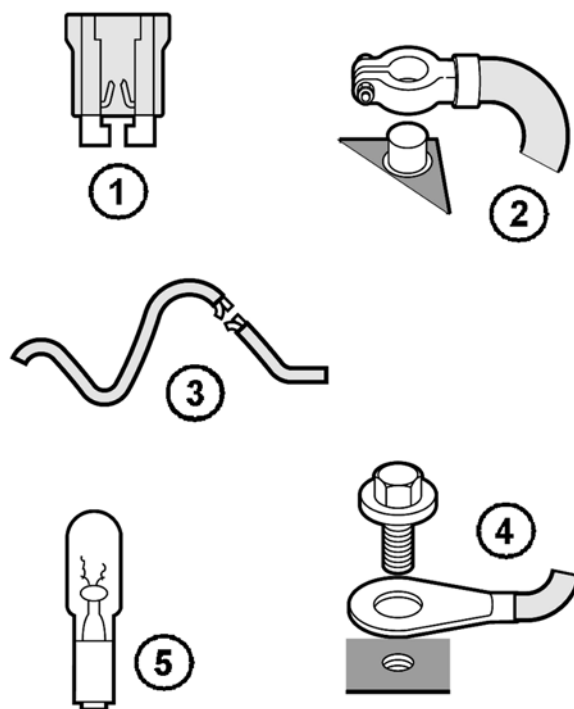
- Удаление либо источника напряжения, либо проводника со стороны заземления обрывает цепь. Поскольку больше нет замкнутого контура, ток не проходит, и цепь является «оборванной». На показанном рисунке выключатель размыкает цепь и прекращает прохождение тока.



L1004\_03018

Примеры разомкнутых цепей

- Некоторые размыкания являются преднамеренными, а другие – непреднамеренными. На рисунке показаны некоторые примеры непреднамеренных обрывов цепей.



L1004\_03019

- |   |                                    |   |                          |
|---|------------------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Расплавленный предохранитель       | 4 | Отключение от заземления |
| 2 | Отключение от источника напряжения | 5 | Перегоревшая лампа       |
| 3 | Оборванный провод                  |   |                          |

### Высокое сопротивление

- Самопроизвольные повышения сопротивления в электрических цепях вызывают большое падение напряжения и приводят к нескольким неисправностям, например, к тусклому свечению лампочек, замедленному движению электродвигателей или сигналам помех.
- Даже малое сопротивление может вызвать большое падение напряжения, в зависимости от протекающего тока (закон Ома).
- Простейшим способом проверить наличие высокого сопротивления является измерение падения напряжения в проводниках, ведущих к положительной или отрицательной клемме аккумуляторной батареи, когда есть ток (см. главу 03 «Падение напряжения»).

### Потери по току

- Автомобили потребляют определённое количество тока, несмотря на то, что зажигание выключено, автомобиль заперт, а все потребители - выключены (например, **PCM (Powertrain Control Module** = модуль управления силовым агрегатом), часы, радио).
- Иногда потребление тока превышает заданную величину, что приводит к пониженному напряжению аккумуляторной батареи или плохому запуску.
- Чтобы обнаружить устройство, которое потребляет слишком много тока (соответствующее значение обычно указано в литературе по ремонту):
  - выполните проверку резервного тока (глава 02),
  - попытайтесь отделить потребителя, выделив проблемный жгут проводов,
  - отсоедините подозрительного потребителя и повторно проверьте резервный ток.

## Таблицы общих измерений

### Обычные размеры проводов

- Чтобы предотвратить перегрев кабелей или их перегорание обязательно нужно точно рассчитать необходимые размеры проводов.
- Для модернизации любой электрической системы сначала следует выполнить расчёт всех потребителей тока. После этого можно определить надлежащий размер проводов по приведённой ниже таблице.
- Некоторые изначально установленные провода имеют меньшие размеры, чем указано в таблице ниже из-за того, что они не используются постоянно (например, кабель стартера).

### Таблица для определения сечения проводов

сечение провода [мм <sup>2</sup> ]	макс. постоянный ток (при темп. окр. среды +30°C) [A]	макс. постоянный ток (при темп. окр. среды +50°C) [A]
1,0	19	13,5
1,5	24	17
2,5	32	22,7
4,0	42	29,8
6,0	54	38,3
10,0	73	51,8
16,0	98	69,6
25,0	129	91,6
35,0	158	112
50,0	198	140
70,0	245	174
95,0	292	207
120,0	344	244

L1004\_T03001

Таблица для постоянного тока в системах проводки автомобилей, рассчитанных на 12 В (VDE 0298, Часть 4)

Таблица обычного падения напряжения в автомобилях

Провод	макс. падение напряжен. в положит. проводе [В] (1)	макс. падение напряж. в замкнутой цепи [В] (2)
провода для освещения < 15Вт	0,3	0,6
провода для освещения >15Вт	0,5	0,9
провода к главной фаре	0,3	0,5
провод от генератора к аккумулят.	0,4	0,4
главный повод к эл/двиг. стартера	0,5	1,0
провод к выкл.соленоида стартера	1,4	1,7
разные провода	0,5	1,5
(1) = измеряется между + аккумулятора и потребл.уст-вом при номин.емкости и напряжении		
(2) = полное падение напряжения между аккумулятором и потребл. устройством (добавлены положительный и отрицательный провода) при номин. емкости и напряжении		

L1004\_T03002

Рекомендуемое падение напряжения в системах на 12 В

**Замечания:**

### **Электронные устройства в автомобиле**

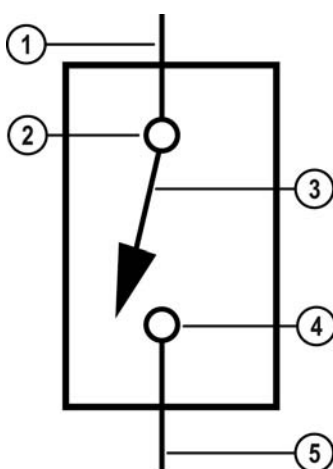
- Электроника, что касается напряжения, тока, сопротивления и мощности, подчиняется тем же законам природы, что и электрика.
- Термином «электроника» определяется технология, которая связана с электрической проводимостью в вакууме, газах или полупроводниках.
- Электронные элементы с полупроводниками, применяются для переключения, возбуждения и управления электрическим током без задержки и без всякого механического перемещения контактов.
- Помимо функциональных преимуществ, эти устройства или схемы имеют более высокую надёжность, не требуют технического обслуживания, а также меньше размером и легче.
- Благодаря низкому рабочему напряжению, полупроводниковые устройства особенно удобны для автомобильных устройств. С применением этой технологии функционирование и эффективность многих электрических элементов значительно улучшились.
- Ремонт самих электронных полупроводниковых устройств невозможен. Задачей технического специалиста по автомобилям является выявление неисправной детали или узла методами целенаправленной диагностики с использованием тестового оборудования и электрических схем.



## Устройства управления

### Переключатели

- Переключатели в цепи служат в качестве устройств выключения/включения, замыкая или размыкая цепь. Переключатели могут управляться вручную или приводиться в действие автоматически на основе состояния цепи или автомобиля.
- Переключатели могут быть нормально разомкнутыми или нормально замкнутыми. Нормально разомкнутый переключатель означает, что в положении покоя (без подачи питания) он размыкает цепь. Нормально замкнутый переключатель означает, что в положении покоя он замыкает цепь.



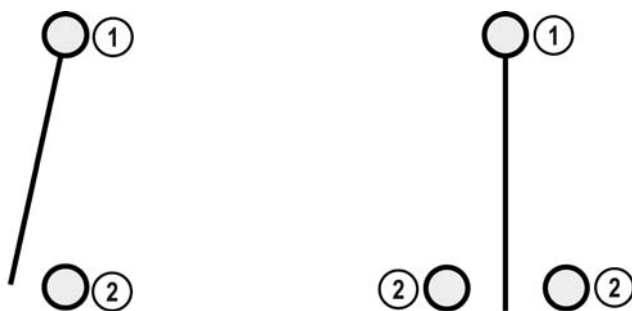
L1004\_04001

#### Простой переключатель

1	Вход	4	Контакт
2	Поворотный механизм	5	Выход
3	Защёлка		

- Выключатель с защёлкой на поворотном механизме является переключателем простейшего типа. Он либо размыкает, либо замыкает цепь.
- Переключатели имеют один или несколько полюсов (входов) и выходных позиций (выходов). Например, однополюсный двухпозиционный переключатель один вход и два выхода. Галетный переключатель имеет две или более защёлок, которые работают синхронно (механически связаны) под воздействием одного средства управления. На следующем рисунке показаны три типа переключателей.

**Однополюсный однопозиционный переключатель**

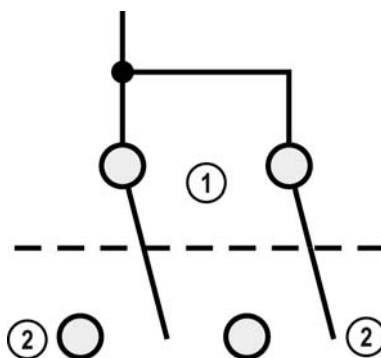


L1004\_04002, L1004\_04003

1 Вход

2 Выход

**Однополюсный двухпозиционный переключатель**



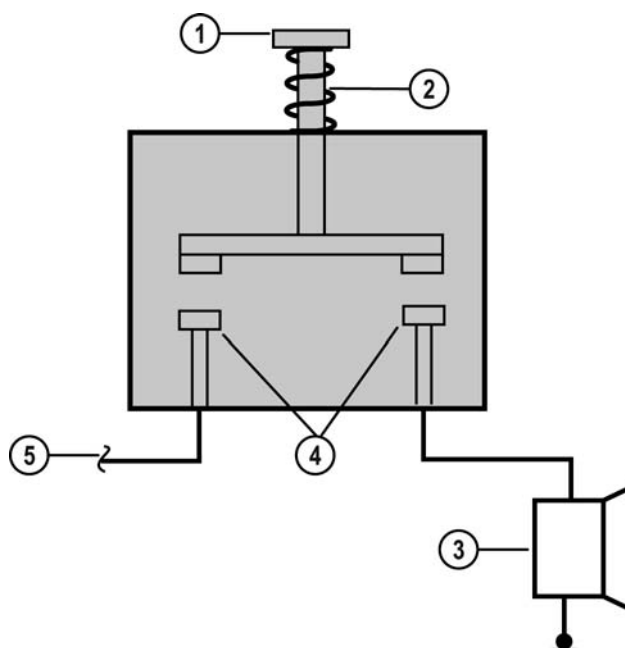
L1004\_04004

1 Вход

2 Выход

### Переключатель с самовозвратом

- Переключатель с самовозвратом имеет подпружиненный контакт; пружина не даёт контакту замкнуть цепь.
- Типичным примером переключателя с самовозвратом является кнопка звукового сигнала. Когда кнопка нажата, подаётся звуковой сигнал. При отпускании кнопки контакт размыкается и звук прекращается.



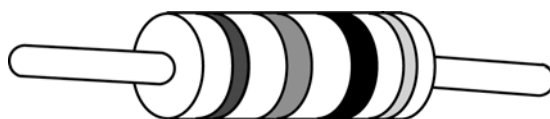
L1004\_04005

### Работа переключателя с самовозвратом

- |   |                   |   |                      |
|---|-------------------|---|----------------------|
| 1 | Кнопка управления | 4 | Контакты             |
| 2 | Пружина           | 5 | От источника питания |
| 3 | Динамик           |   |                      |

### Резисторы

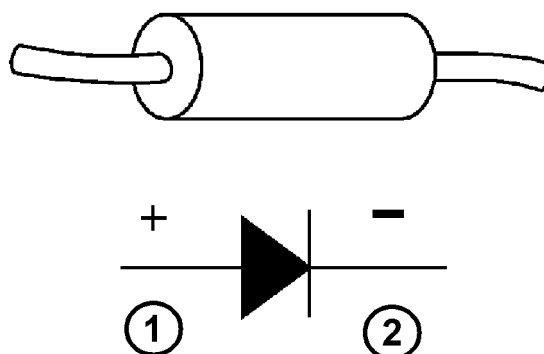
- Резисторы используются в электронных цепях для понижения напряжения и тока. Это может быть необходимо для подачи в определённые части электронной схемы именно того напряжения или тока, который фактически требуется.
- Имеются резисторы с разными величинами электрического сопротивления. Величина сопротивления указывается на резисторе цветной маркировкой (кольцами). Имеются резисторы различных типов, которые могут выдержать ток большей или меньшей величины.



L1004\_04006

### Диоды

- Существует множество типов диодов, используемых в автомобильных устройствах. Диоды используются для:
  - выпрямления – преобразования AC в DC (простые диоды)
  - контроля за всплесками и провалами напряжения, которые могли бы повредить полупроводниковые схемы (диоды Зенера)
  - индикаторов на приборной панели: **LED** (Light Emitting Diode = светодиод)
  - регулировки напряжения
- Диод является полупроводниковым устройством, используемым для предотвращения прохождения тока в нежелательном направлении или по нежелательному контуру. Диоды часто изготавливаются из специально обработанного оксида кремния, который действует как изолятор, пока к нему не будет приложено достаточное напряжение нужной полярности. Когда имеется напряжение нужного направления (полярности), диод превращается в проводник, и в цепи проходит ток. Если напряжение или ток проходят в неправильном направлении, диод остаётся изолятором и блокирует прохождение тока.
- Если превысить назначенный ток блокировки (в направлении блокировки), диод будет повреждён.



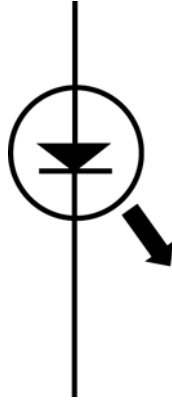
L1004\_04007

#### Обыкновенный диод и его условное обозначение

- 1 Положительный полюс (анод)                      2 Отрицательный полюс (катод)

### Светодиоды

- Светодиоды излучают свет, когда ток протекает в направлении прохождения сигнала.
- как и простые диоды, они блокируют прохождение тока в обратном направлении.



L1004\_04008

Условное обозначение светодиода

### Диоды Зеннера

- Особым типом диода является диод Зеннера (стабилитрон). Диод Зеннера также блокирует прохождение тока в одном направлении, но если превышает заданное напряжение (так называемое напряжение Зеннера), диод Зеннера работает как проводник.
- Превышение тока блокировки не повредит диод Зеннера, в отличие от обычного диода.
- После падения напряжения ниже напряжения Зеннера диод Зеннера снова блокирует ток, пока снова не будет превышено напряжение Зеннера.
- Диоды Зеннера используются для стабилизации напряжения

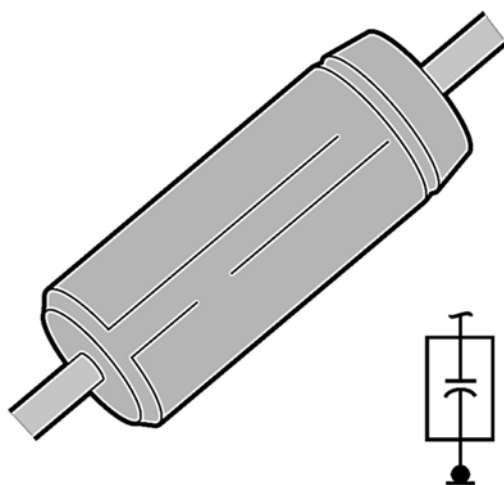


L1004\_04009

Условное обозначение диода Зеннера

### Конденсаторы

- Конденсаторы поглощают или накапливают электрические заряды. Конденсатор сделан из одной или нескольких электропроводных пластинок и неэлектропроводного материала между ними. Постоянный ток не может проходить через конденсатор, а переменный ток – может.
- Слабое прохождение постоянного тока, которое всё же имеет место, полезно для поглощения всплесков напряжения, предотвращая искрение между размыкающимися контактами. Конденсаторы служат также в качестве фильтров подавления помех в аудиоустройствах. Конденсаторы оцениваются в единицах, называемых Фарадами (Ф). Ёмкость обычно обозначается буквой С.



Конденсатор и его условное обозначение

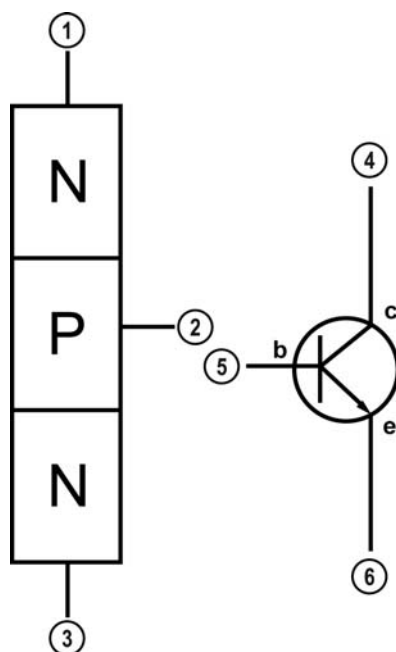
L1004\_04010

### Транзисторы

- Транзисторы – это полупроводниковые устройства с тремя выводами. Очень маленький ток или малое напряжение могут управлять значительно большим током, проходящим через другие два вывода. Это значит, что транзисторы можно использовать в качестве усилителей и переключателей.
- Три слоя транзистора – это эмиттер, база и коллектор. База очень тонкая и обладает меньшей проводимостью, чем эмиттер и коллектор. Чрезвычайно маленький ток база-эмиттер вызывает прохождение значительно большего тока коллектор-эмиттер.
- Когда разница напряжений между базой и эмиттером менее 0,6 В, транзистор закрыт. Если разница напряжение увеличивается до 0,6 В, транзистор открывается, и ток проходит через нагрузку и через транзистор от коллектора к эмиттеру.
- Другим достоинством транзистора является то, что ослабление тока базы может управлять током, поступающим потребителю. Например, освещение приборов регулируется светорегулятором очень малых размеров, который управляет лампочками посредством транзистора.

### NPN-транзистор

- Среди множества различных типов транзисторов, наиболее часто используемым в автомобильных схемах является транзистор с **NPN** - переходом (**N**egative-**P**ositive-**N**egative = негативный – позитивный – негативный переход).

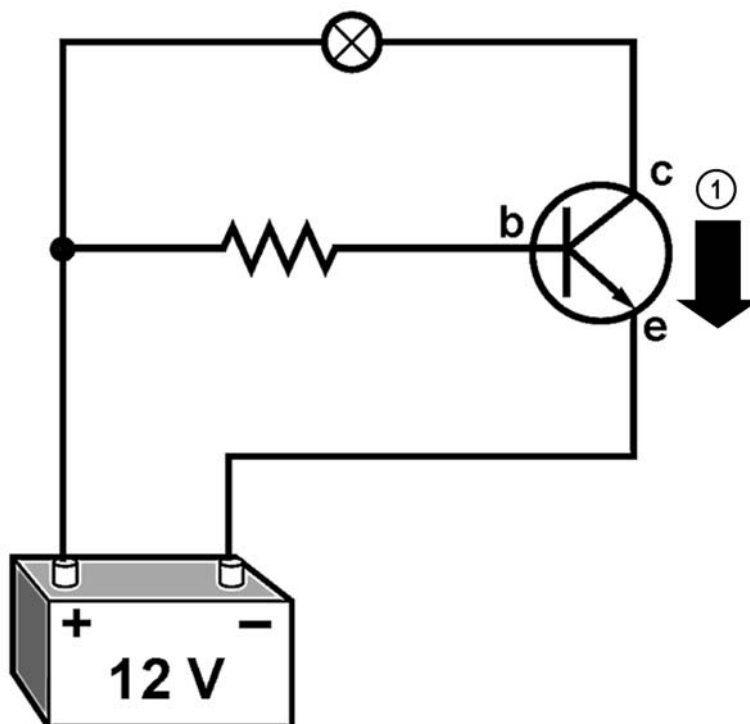


L1004\_04011

### NPN-транзистор и его условное обозначение

1	Отрицательный	4	Коллектор
2	Положительный	5	База
3	Отрицательный	6	Эмиттер

Использование NPN-транзистора в схеме



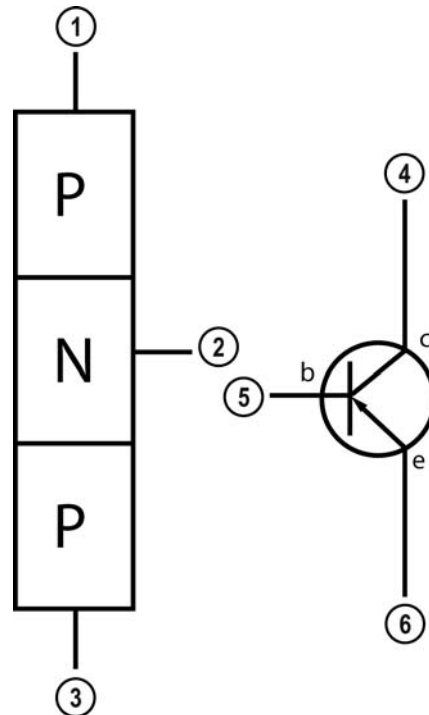
L1004\_04012

- 1 Направление прохождения тока



**PNP-транзистор**

- Другим типом транзистора является транзистор с **PNP** - переходом (**P**ositive **N**egative **P**ositive = позитивный – негативный - позитивный переход). PNP-транзистор работает подобно NPN-транзистору, за исключением того, что меняется направление прохождения тока база-эмиттер.

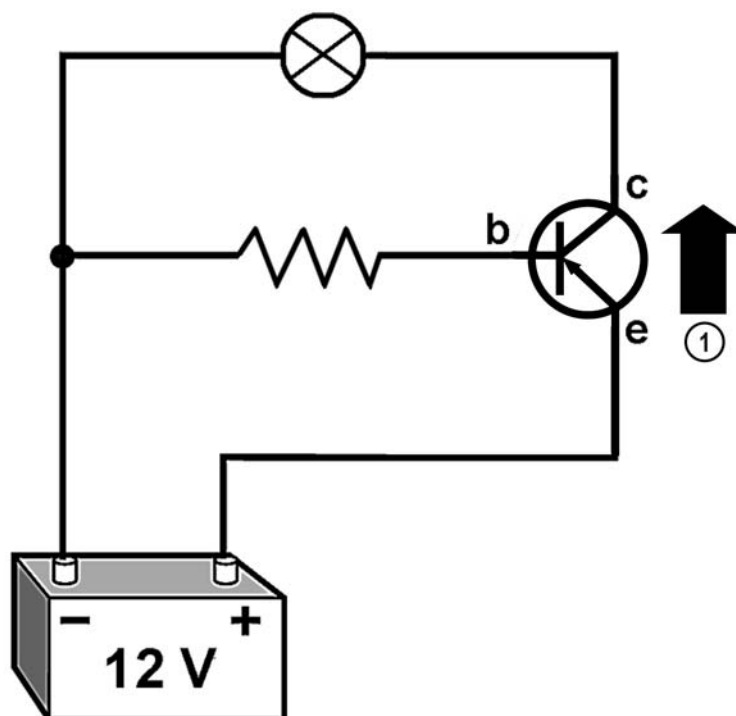


**PNP-транзистор и его условное обозначение**

L1004\_04013

1	Положительный	4	Коллектор
2	Отрицательный	5	База
3	Положительный	6	Эмиттер

Использование PNP-транзистора в схеме



L1004\_04014

- 1 Направление прохождения тока

## **Защита цепи**

- В некоторые моменты в цепи может возникать большой ток. Без каких-либо средств защиты цепи короткое замыкание позволит проходить всему количеству тока. Если ток превышает величину, которую предполагалось переносить по данной цепи, провода могут перегреться и сгореть.
- Каждая электрическая цепь содержит одно или несколько устройств защиты электрической цепи, чтобы предотвратить повреждение электрической проводки и электронных элементов. Такими устройствами могут быть плавкие предохранители, плавкие перемычки или их комбинация. Некоторые компьютеры в автомобиле защищают себя, выключаясь при перегрузке или тогда, когда напряжение превышает указанное в технических требованиях.



L1004\_04015

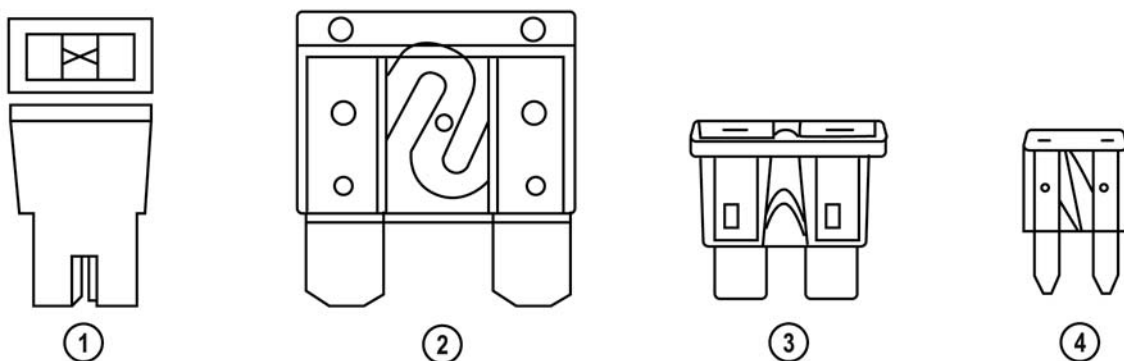
### **Распространённые устройства защиты цепи (не в натуральную величину)**

1 Плавкая перемычка

2 Плавкий предохранитель

### Плавкие предохранители

- Плавкие предохранители являются съёмными устройствами с двумя выводами, соединёнными проводником, которое должно расплавиться, когда будет превышен указанный номинал тока. Плавкие предохранители следует заменить после устранения проблемы в цепи.
- Существует четыре типа плавких предохранителей: патронный плавкий предохранитель, сильноточный плавкий предохранитель (максипредохранитель), со стандартным ножевым контактом и с миниатюрным ножевым контактом (минипредохранитель). Предохранители с ножевым контактом наиболее широко распространены и имеют определённый номинал тока. На них имеется цветная маркировка. Они имеют постоянную маркировку номиналом тока и номиналом напряжения. Два паза в корпусе плавкого предохранителя позволяют техническому специалисту проверить падение напряжения, имеющееся напряжение или целостность.
- Плавкие предохранители сконструированы таким образом, что если ток достигает определённого уровня, металл плавится и разрывается, вызывая обрыв цепи. Это размыкает цепь и защищает провода и элементы схемы от прохождения чрезмерного тока.
- Плавкие предохранители классифицируются по способности выдержать силу тока. Например, плавкий предохранитель на 10 А размыкается, если ток в цепи значительно превышает 10 А в течение определённого времени.
- Никогда не заменяйте плавкий предохранитель на предохранитель с более высоким номиналом. Всегда сверьтесь с руководством по ремонту или с руководством владельца, чтобы убедиться, что вы заменяете каждое устройство защиты цепи точно на указанный эквивалент.

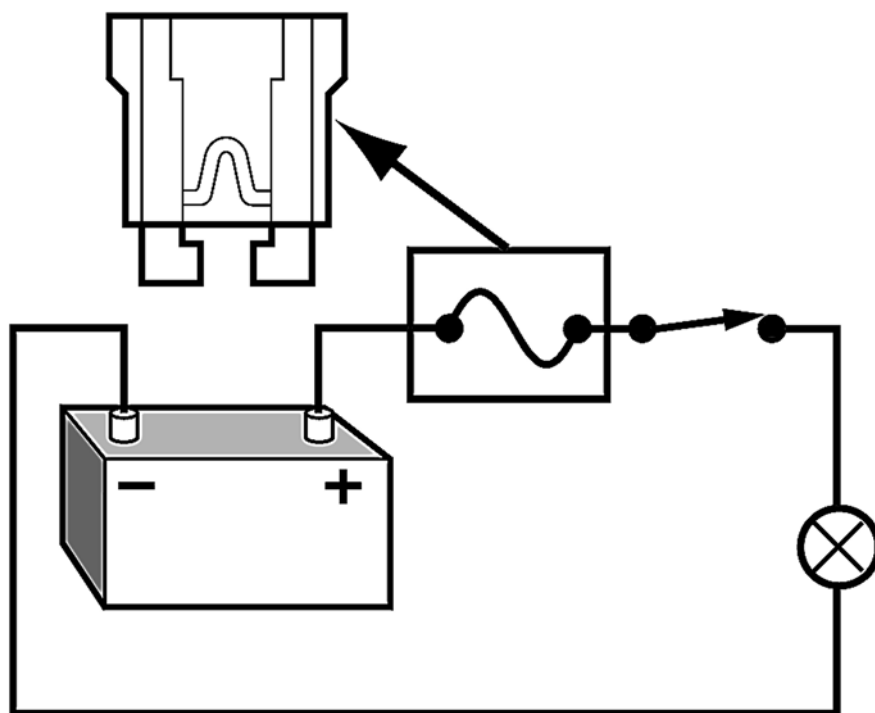


L1004\_04016

#### Типы плавких предохранителей

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Патронный плавкий предохранитель                        | 4 | Тип с миниатюрным ножевым контактом (минипредохранитель) |
| 2 | Максипредохранитель                                     |   |  |
| 3 | Плавкий предохранитель со стандартным ножевым контактом |   |  |

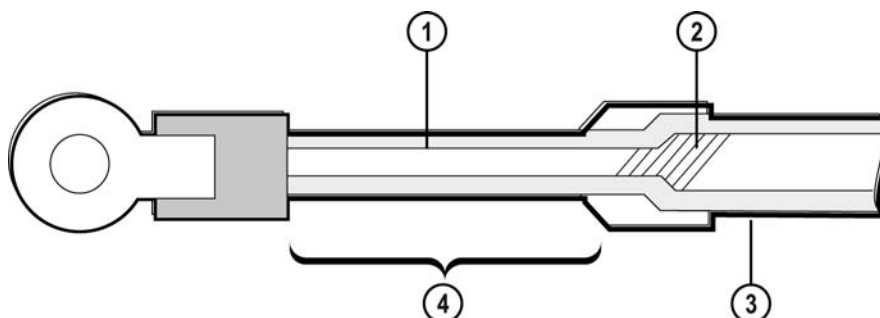
Плавкий предохранитель в цепи, используемый как защитное устройство



L1004\_04017

### Плавкие перемычки

- Плавкая перемычка устанавливается вблизи источника напряжения. Плавкая перемычка обычно защищает большие участки проводки автомобиля там, где плавкие предохранители нецелесообразны. Если случается перегрузка, более слабый калибровочный провод плавится и размыкает цепь до того, как может произойти повреждение.



L1004\_04018

### Подключение плавкой перемычки

- |   |                  |   |  |
|---|------------------|---|--|
| 1 | Тонкий провод    | 4 | Плавкая перемычка выгорает на этом участке, когда через неё проходит слишком большой ток |
| 2 | Место соединения |   |  |
| 3 | Разъём цепи      |   |  |

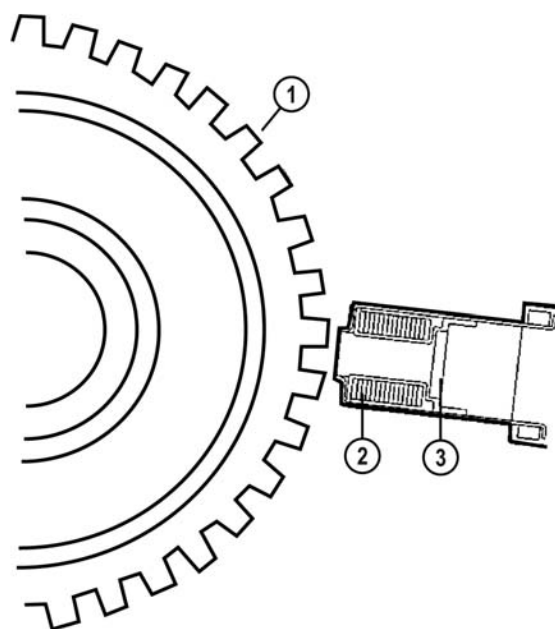
## Основные принципы электромагнетизма

### Принцип движущей силы

- Когда ток проходит через проводник в магнитном поле, создаётся механическая сила, пропорциональная величине тока и силе магнитного поля.
- Эта сила наиболее велика, если ток и магнитное поле перпендикулярны друг другу.
- Этот принцип используется для преобразования электрической энергии в механическую работу.

### Индукция

- Когда электрический проводник пересекает силовые линии магнитного поля постоянного тока, в проводнике индуцируется напряжение. Не имеет значения, остаётся ли магнитное поле неподвижным, а проводник вращается, или наоборот.
- Любой ток, получаемый от индукции, является переменным током.
- Этот принцип используется для преобразования механической силы в электрическую энергию.
- Например, этот принцип широко используется в датчиках **ABS** (Antilock Brake System = антиблокировочная система тормозов).



L1004\_04019

1 Ротор датчика ABS  
2 Катушка

3 Магнит

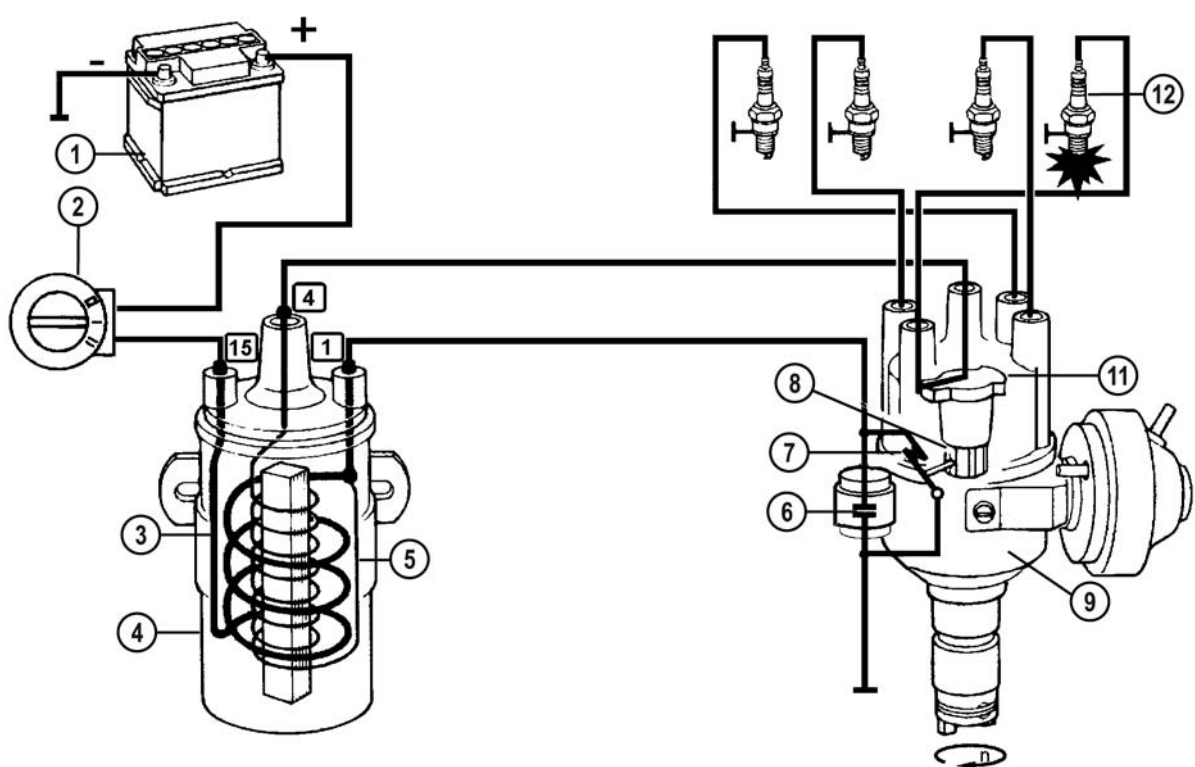
### **Трансформация**

- Для преобразования низкого напряжения в высокое или наоборот используются трансформаторы. Трансформатор состоит из двух обмоток и железного сердечника.
- Подобно действию принципа индукции, переменное магнитное поле способно индуцировать энергию в проводнике (катушке). Но вместо движущегося магнита, переменное магнитное поле создаётся переменным напряжением в так называемой первичной обмотке железного сердечника.
- Вторая обмотка (вторичная обмотка), которая находится не том же железном сердечнике, что и первичная обмотка, получает магнитный поток, который возбуждает напряжение в проводнике вторичной обмотки.
- Этот принцип работает только при переменном токе, потому что только изменяющееся магнитное поле способно индуцировать напряжение.
- Напряжение и сила тока во вторичной обмотке пропорциональны напряжению и силе тока первичной обмотки и зависят от числа витков в первичной и вторичной обмотке.
- Немного витков первичной обмотки и много витков вторичной обмотки создают повышенное напряжение и пониженную силу тока во вторичной обмотке.
- Много витков первичной обмотки и немного витков вторичной обмотки создают пониженное напряжение и повышенную силу тока во вторичной обмотке.



## Катушка зажигания

- Катушка зажигания является разновидностью трансформатора. Для создания искры сначала возбуждается первичная обмотка. В первичной обмотке медленно нарастает магнитное поле, но напряжение, создаваемое во вторичной обмотке, пока ещё недостаточно для запуска искры.
- Тогда, чтобы вызвать искру, первичная катушка выключается, и теперь очень быстро меняющийся магнитный силовой поток индуцирует даже более высокое напряжение во вторичной обмотке, которая способна выдать достаточно высокое для создания искры напряжение.
- Это объясняет, почему **выключение** питания первичной обмотки, в конце концов, создаёт искру.



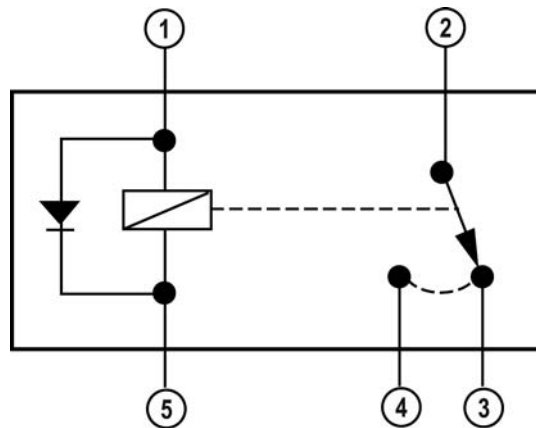
L1004\_04020

- |   |   |    |                                |
|---|---|----|--------------------------------|
| 1 | Аккумуляторная батарея  | 7  | Прерыватели контактов          |
| 2 | Выключатель зажигания   | 8  | Кулачок                        |
| 3 | Первичная обмотка   | 9  | Распределитель                 |
| 4 | Катушка зажигания   | 10 | Блок вакуумной мембраны        |
| 5 | Вторичная обмотка   | 11 | Ручка распределителя зажигания |
| 6 | Конденсатор для предотвращения искрения на прерывателях контактов | 12 | Свеча зажигания                |

## Электромагнитные устройства

### Реле

- Реле - это электрический переключатель, который использует малый ток для управления большим током. Как показано, реле состоит из цепи управления, электромагнита, якоря и набора контактов.
- Подача небольшого тока в цепь управления возбуждает электромагнит, который перемещает якорь. Перемещение якоря либо размыкает, либо замыкает контакты, смонтированные на якоре.
- Реле часто используются для защиты переключателя для большего тока (например, выключателя звукового сигнала) и для сокращения пути от источника питания к потребителю (например, проводу стартера).
- Большинство обычных реле - это нормально разомкнутые реле (управляющий ток замыкает контакт) и нормально замкнутые реле (управляющий ток размыкает контакт).

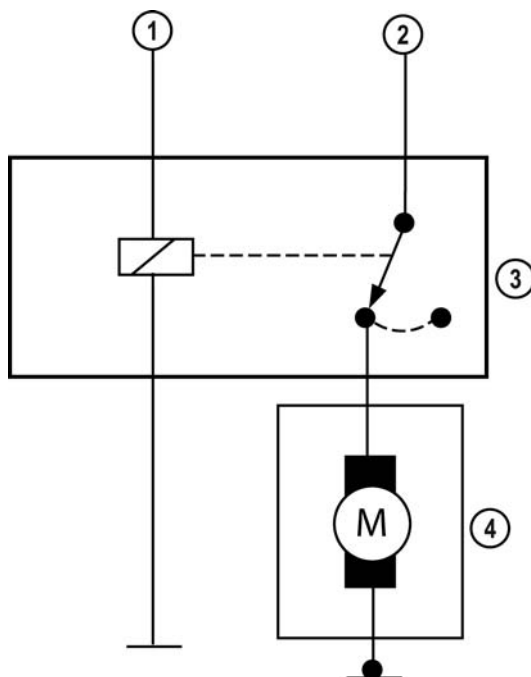


L1004\_04021

### Реле

- |   |                             |   |                              |
|---|-----------------------------|---|------------------------------|
| 1 | От источника питания        | 4 | К нагрузке                   |
| 2 | От источника питания        | 5 | Заземление (цепь управления) |
| 3 | Нормально замкнутый контакт |   |                              |

**Применение реле**



L1004\_04022

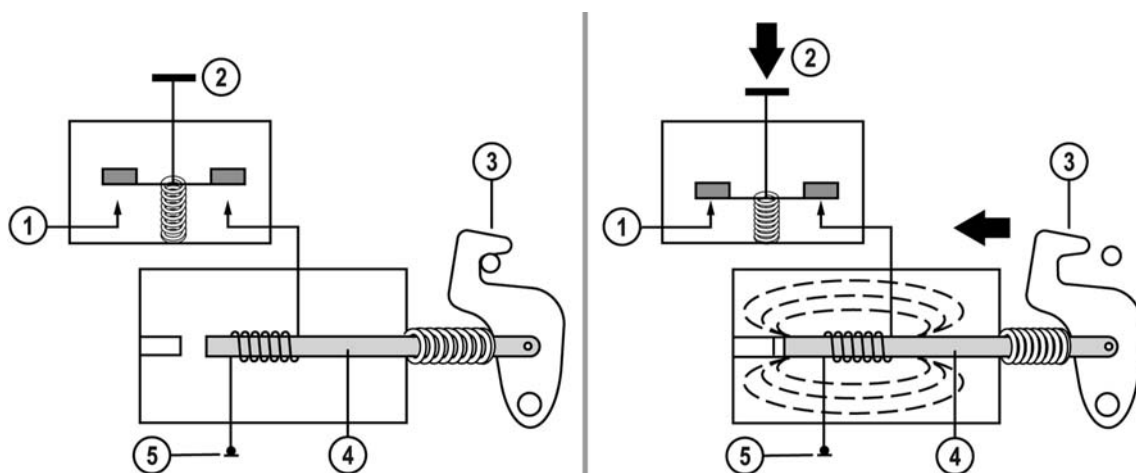
- |   |                           |   |                                    |
|---|---------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | От выключателя зажигания  | 3 | Реле топливного насоса             |
| 2 | От аккумуляторной батареи | 4 | Электродвигатель топливного насоса |

**Обычно используемые наименования контактов реле**

86	входной управляющий ток (+)
85	выходной управляющий ток (-)
88	входной рабочий ток (нормально разомкнутые реле)
88a	выходной рабочий ток (нормально разомкнутые реле)
87	входной рабочий ток (нормально замкнутые реле)
87a	выходной рабочий ток (нормально замкнутые реле)

## Соленоиды

- Соленоиды – это электромагниты с подвижным сердечником или плунжером. Сердечник преобразует электрический ток в механическое движение. На рисунке показано типичное применение соленоида в автомобиле – механизм дистанционного управления защёлкой багажного отделения.



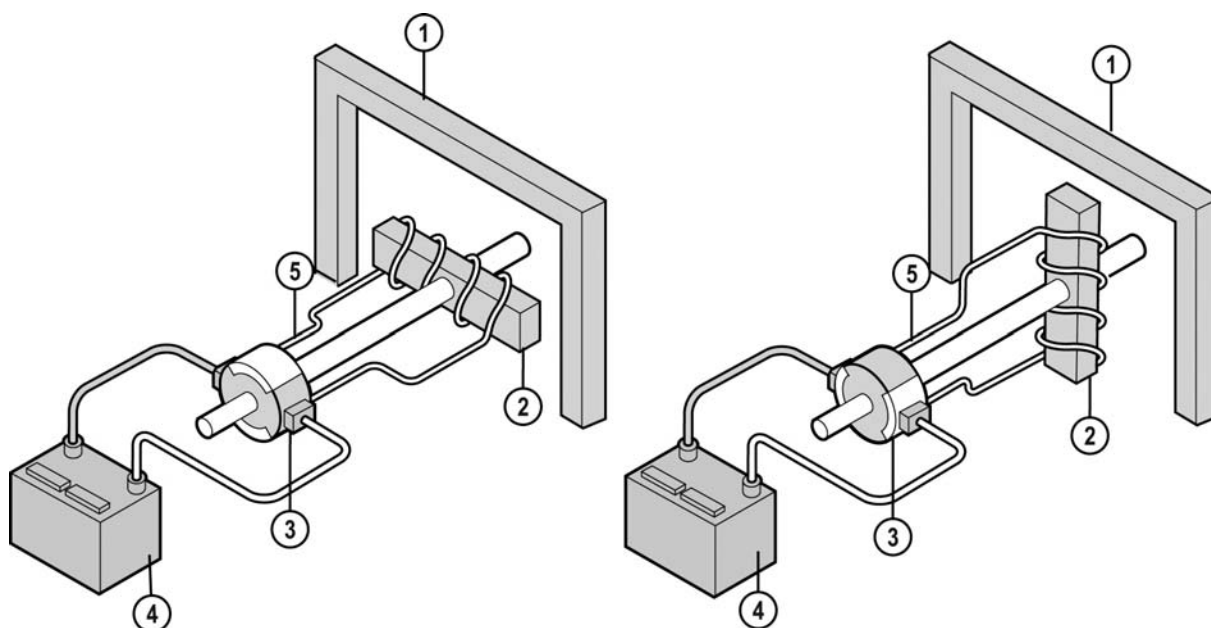
L1004\_04023

### Работа соленоида

- |   |                               |   |                       |
|---|-------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | Источник напряжения           | 4 | Сердечник или плунжер |
| 2 | Переключатель с самовозвратом | 5 | Земля                 |
| 3 | Главная защёлка               |   |                       |

### Электродвигатели

- Электродвигатели – это устройства, которые преобразуют электрическую энергию в механическое движение. Электрические двигатели должны соответствовать широкому спектру эксплуатационных требований, которые включают запуск, ускорение, работу, торможение, фиксацию и остановку нагрузки.
- На рисунке показана конструкция простого электродвигателя постоянного тока, который состоит из подковообразного постоянного магнита с катушкой из витков провода (ротора), установленной таким образом, что она может вращаться между северным и южным полюсами магнита. Коллектор меняет направление подачи тока в обмотку на обратное при каждом полуобороте. Ротор вращается благодаря силе, действующей на проводник, несущий ток в магнитном поле.
- Иногда постоянный магнит заменяется электромагнитом для создания магнитного поля (так называемого возбуждающего поля).
- Если обмотка так называемого возбуждающего поля подключена к ротору последовательно, то электродвигатель является электродвигателем с последовательным возбуждением.
- Если катушка возбуждающего поля подключена параллельно обмотке ротора, то это электродвигатель параллельного возбуждения.



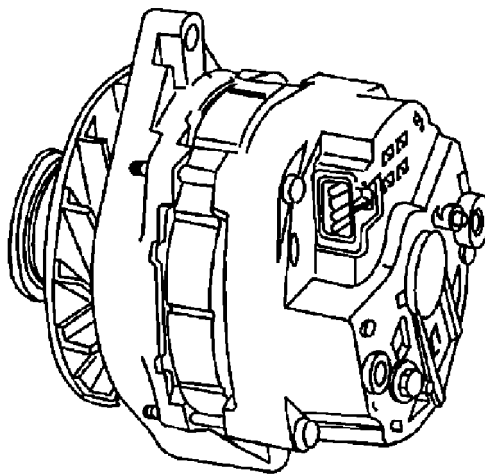
L1004\_04024

#### Работа электродвигателя

- |   |                   |   |                        |
|---|-------------------|---|------------------------|
| 1 | Постоянный магнит | 4 | Аккумуляторная батарея |
| 2 | Ротор             | 5 | Проводник              |
| 3 | Коллектор         |   |                        |

## **Генераторы**

- Генератор преобразует механическую энергию двигателя в электрическую энергию. Генератор вырабатывает переменный ток в соответствии с принципом индукции.
- Из-за того, что генераторы вырабатывают переменный ток, внутренний выпрямитель преобразует переменный ток в постоянный, как упоминалось ранее.
- В общем случае, генератор можно проверить путём снятия показаний напряжения между В+ (положительной клеммой аккумуляторной батареи) и землёй: Напряжение должно повыситься после запуска двигателя, что указывает на работающий генератор.

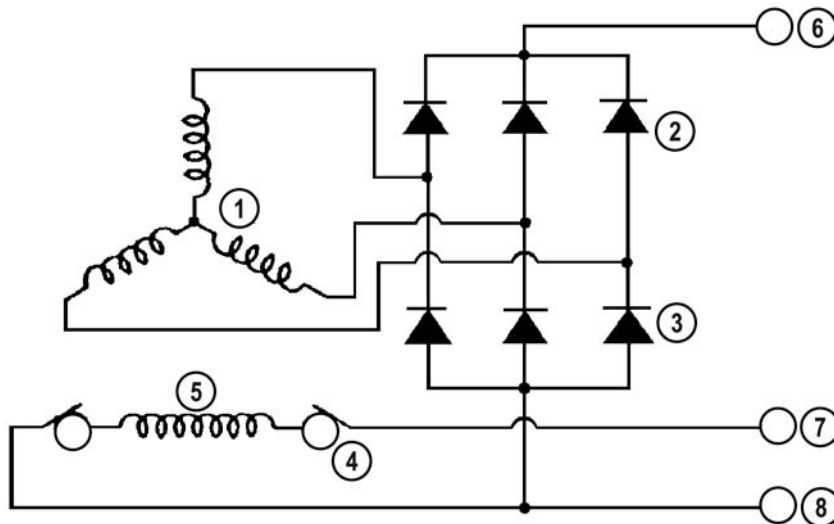


**Типичный генератор переменного тока**

L1004\_04025

**Выпрямление**

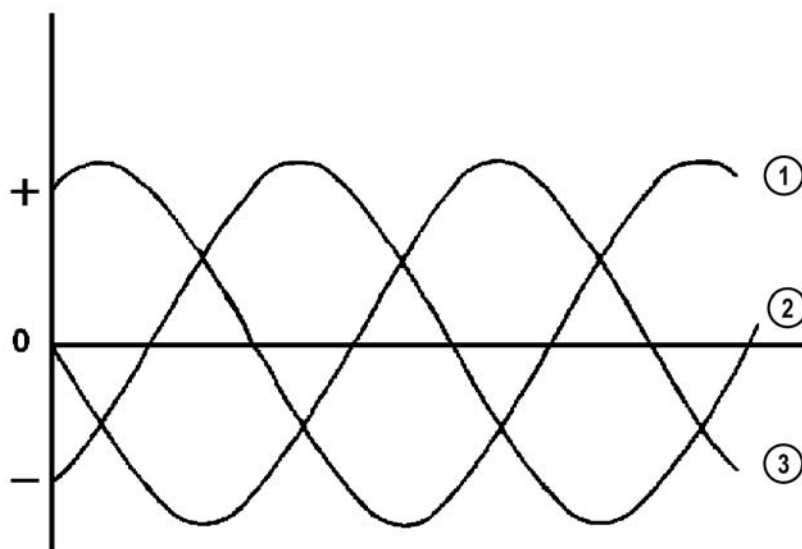
- Автомобильные системы используют постоянный ток из-за того, что аккумуляторная батарея может хранить только постоянный ток.
- Переменный ток, вырабатываемый генератором, должен быть преобразован. Выпрямление – это процесс преобразования переменного тока в постоянный.
- Для выпрямления AC в DC используются диоды.



L1004\_04026

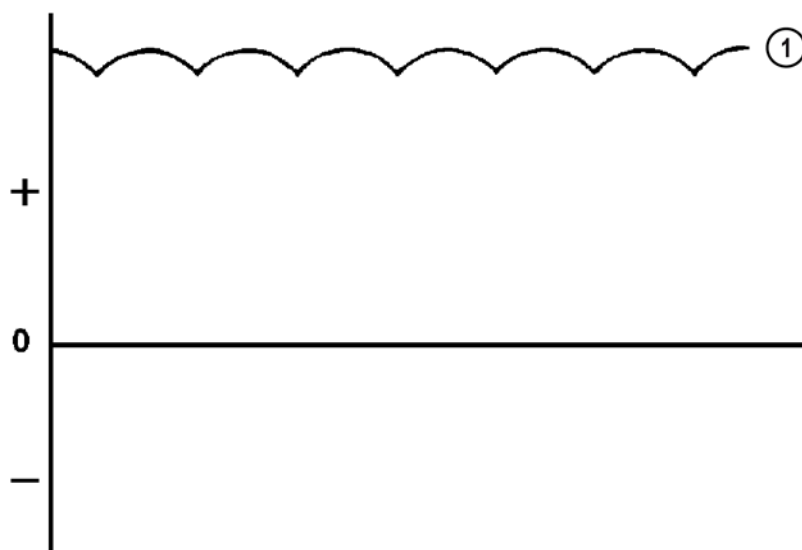
- |   |                             |   |  |
|---|-----------------------------|---|--|
| 1 | Обмотки статора             | 6 | Выход (+)                                  |
| 2 | Диоды положительной стороны | 7 | Вход тока возбуждающего поля (поля ротора) |
| 3 | Диоды отрицательной стороны | 8 | Земля                                      |
| 4 | Токосъёмное кольцо          |   |  |
| 5 | Обмотка ротора              |   |  |

**Осциллограмма выпрямления**



L1004\_04027

- 1 Фаза В (не выпрямленная)
- 2 Фаза С (не выпрямленная)
- 3 Фаза А (не выпрямленная)



L1004\_04028

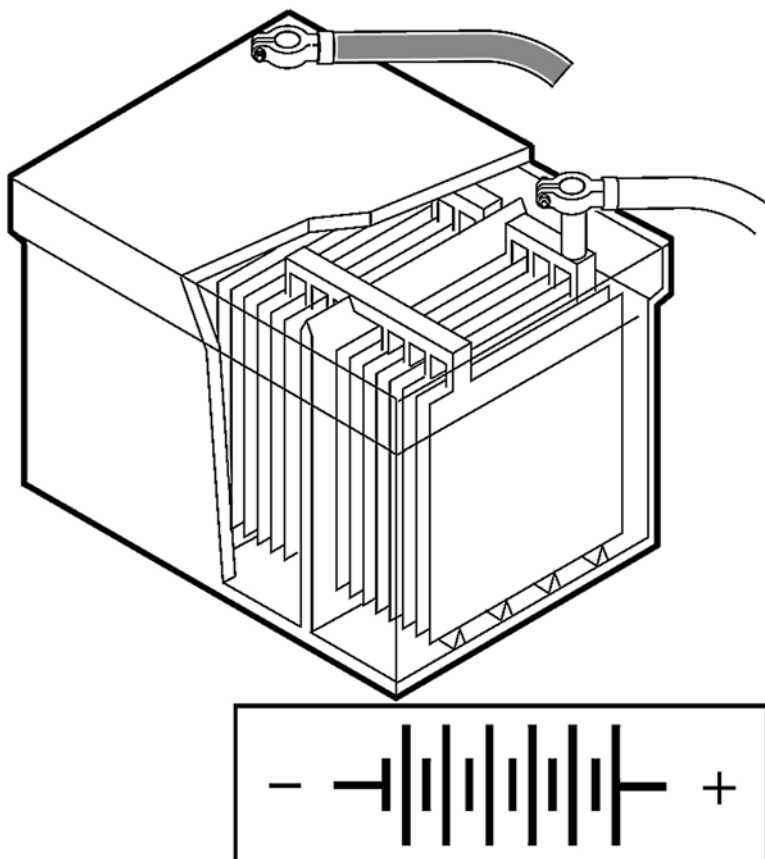
- 1 Сигнал двухполупериодного выпрямления



### **Регулятор напряжения**

- Регулятор напряжения поддерживает напряжение, подаваемое в цепь подзарядки аккумулятора на заданном уровне, исключая скачки напряжения и перегрузки, порождаемые генератором. Поскольку генератор подключается непосредственно к аккумулятору, перегрузка может вызвать возгорание. Обычно регуляторы напряжения представляют собой одно целое с генератором. В автомобилях, выпускавшихся до середины 70-х, регулятор напряжения был отдельным узлом.
- Когда регулятор обнаруживает слишком высокое напряжение, он уменьшает ток поля возбуждения и контролирует напряжение аккумуляторной батареи. Когда напряжение аккумуляторной батареи падает ниже заданной величины, регулятор снова увеличивает ток поля возбуждения.
- В общем случае, аккумуляторной батарее на 12 В требуется для подзарядки около 14 В. Если генератор снижает обороты или останавливается, регулятор напряжения прекращает подачу тока в обмотку возбуждения.
- Регулятор ограничивает напряжение заряда до  $14,7 \text{ В} \pm 0,3 \text{ В}$ , чтобы предотвратить чрезмерную дегазацию электролита и повреждение электрических элементов.
- Современные системы генераторов под названием Smart Charge управляются РСМ. РСМ рассчитывает требуемый ток возбуждающего поля в соответствии с частотой вращения коленчатого вала двигателя, температурой окружающей среды (электролита аккумулятора), текущими потребностями, запросом на мощность двигателя и состоянием аккумуляторной батареи. Выходной сигнал от РСМ усиливается транзистором в генераторе и управляет полем возбуждения.

## Аккумуляторная батарея



L1004\_04029

### Аккумуляторная батарея и её условное обозначение и условное обозначение

- **Всегда заменяйте аккумуляторную батарею тем же типом батареи, потому что система заряда согласована с типом аккумуляторной батареи.**
- **Проверьте, пригодно ли зарядное устройство для заряда аккумуляторной батареи соответствующего типа, прежде чем её заряжать.**
- Двумя распространёнными типами используемых в автомобилях аккумуляторных батарей являются тип «с небольшим обслуживанием» и тип «не требующий обслуживания». Не требующие технического обслуживания аккумуляторные батареи полностью герметизированы и не требуют добавления воды. Аккумуляторные батареи, требующие небольшого обслуживания, или стандартные свинцовые аккумуляторные батареи, не герметизированы и требуют периодической проверки уровня воды.

### Свойства аккумуляторной батареи

- В процессе запуска аккумуляторная батарея снабжает электричеством элементы электродвигателя стартера, зажигания и топливной системы. Аккумуляторная батарея обеспечивает всё питание автомобиля, когда двигатель выключен. Если автомобиль работает, аккумуляторная батарея служит дополнительным электрическим источником, когда потребности автомобиля временно превышают производительность системы зарядки.
- Аккумуляторная батарея вырабатывает электричество посредством химической реакции между положительными и отрицательными пластинами, погружёнными в водный раствор серной кислоты.
- Когда батарея полностью заряжена, химическая разность потенциалов между положительными и отрицательными пластинами велика. На одной из клемм имеется избыток электронов. По мере разряда аккумуляторной батареи пластины становятся более одинаковыми – разность потенциалов (напряжение) падает.
- Зарядка аккумуляторной батареи порождает химическую реакцию, которая увеличивает разность потенциалов пластин. Полностью заряженная аккумуляторная батарея выдаёт от 12,7 В до 12,9 В.
- Автомобильные аккумуляторные батареи делаются разных размеров, чтобы соответствовать потребностям многообразных применений. Ёмкость аккумуляторной батареи обычно даётся в **ССА (Cold Cranking Ampere** = ток холодного пуска). ССА указывает величину тока, которую может подавать аккумуляторная батарея при  $-17.8^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ) в течение 30 сек, одновременно поддерживая напряжение 7,2 В, и после 90 секунд сохранения напряжения 6 В.
- Если на аккумуляторной батарее отмечен только номинал в Амперах, он указывает **ССА**.
- В некоторых регионах мира аккумуляторные батареи оцениваются в **Ah (Ampere-Hours** = ампер-часы). Ампер-часы определяют, сколько тока может дать аккумуляторная батарея за 20 часов при  $25^{\circ}\text{C}$  ( $77^{\circ}\text{F}$ ), одновременно поддерживая напряжение 10,5 В. Аккумуляторная батарея на 100 Ah может подавать ток 5 А в течение 20 часов. Средняя автомобильная аккумуляторная батарея имеет ёмкость приблизительно 60 Ah (ампер-часов).
- Аккумуляторная батарея состоит из нескольких положительных пластин, отрицательных пластин, сепараторов, электролита и аккумуляторного ящика. Аккумуляторный ящик разделён на элементы, при этом один элемент вырабатывает приблизительно 2,1 В. Это означает, что каждая аккумуляторная батарея состоит из 6 элементов. Ёмкость аккумуляторной батареи обуславливается материалом (например, свинец /сурьма или серебро / кальций) и числом (обычно 5-14) пластин.

### **Резервная ёмкость**

- Резервная ёмкость определяется длительностью интервала времени в минутах, в течение которого полностью заряженная аккумуляторная батарея может разряжаться при 25 А, прежде чем напряжение элементов аккумуляторной батареи упадёт ниже 1,75 В на один элемент. Оценка резервной мощности указывает, сколько времени можно вести автомобиль с включёнными фарами, если откажет система зарядки.

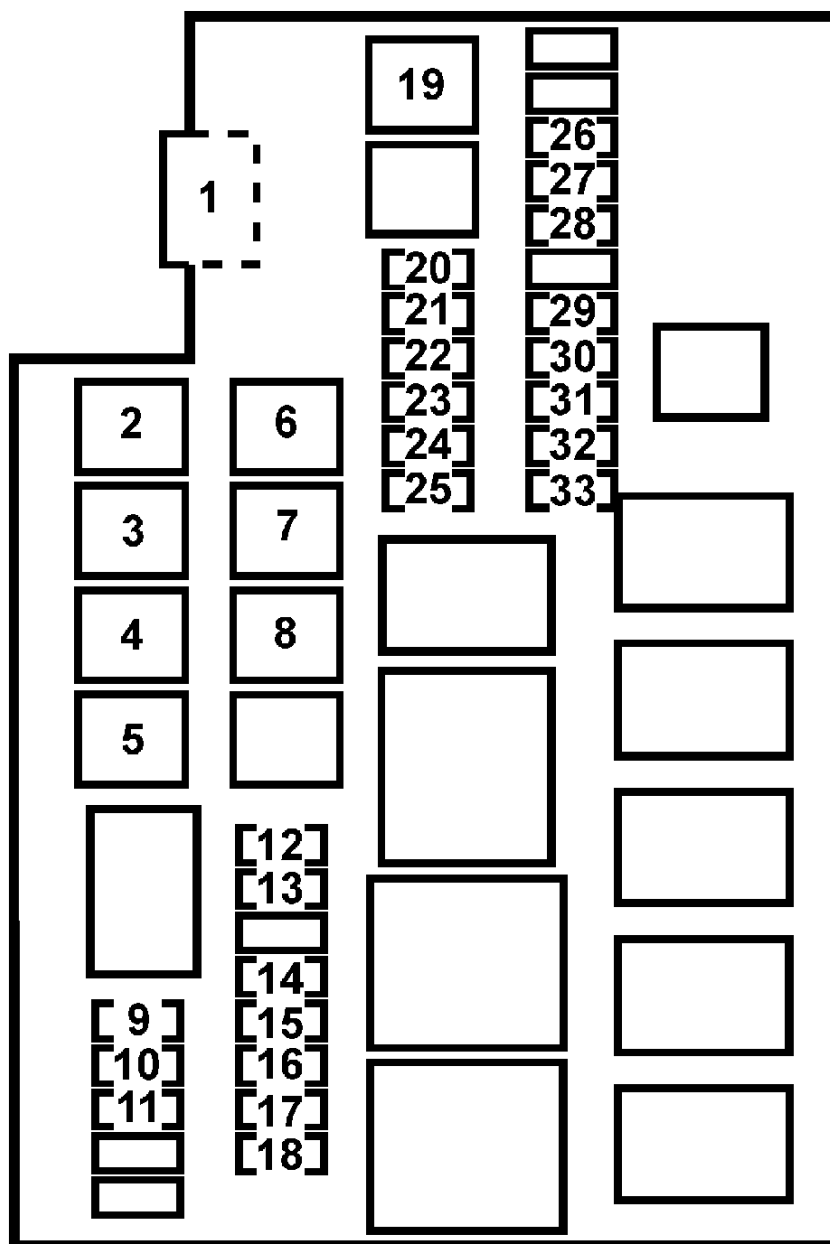
### **Обслуживание аккумуляторной батареи**

- Аккумуляторные батареи с небольшим обслуживанием:
  - Следует долить в электролит дистиллированную воду до максимального уровня.
  - Не переполняйте аккумулятор, потому что электролит содержит сильно агрессивную кислоту.
- Все аккумуляторные батареи:
  - Проверьте состояние аккумуляторной батареи соответствующим прибором для испытаний; если заряд слишком слабый, подзарядите аккумуляторную батарею и снова проверьте состояние. Если состояние остаётся слишком плохим, замените аккумуляторную батарею.
  - Очистите клеммы аккумуляторной батареи инструментом для чистки штырей аккумулятора или наждачной бумагой, чтобы избежать слишком большого сопротивления в соединении между аккумулятором и клеммами.
  - Покройте клеммы аккумулятора смазкой, чтобы предотвратить коррозию.
  - Протрите верх аккумуляторной батареи, чтобы предотвратить разряд током утечки.

## **Система распределения электропитания**

- Распределение электропитания обычно начинается в распределительной коробке автомобиля. Распределительная коробка сильноточного питания содержит сильноточные плавкие предохранители и может находиться под капотом рядом с аккумуляторной батареей. Слаботочные плавкие предохранители обычно находятся на соединительной панели предохранителей, которая может размещаться почти в любом месте автомобиля в зависимости от изготовителя. Оба блока предохранителей предназначены для крепления плавких предохранителей и подачи электропитания в несколько цепей.
- В современных автомобилях блок предохранителей комплектуется цепями, идущими непосредственно от аккумуляторной батареи, и цепями, которые управляются выключателем зажигания. Чтобы уменьшить число проводов в блоке предохранителей, единственная аккумуляторная цепь и единственная цепь зажигания могут подключаться к объединительной шине для распределения электропитания в многочисленные системы через несколько плавких предохранителей.

JB – Комбинир. распред. коробка (Распред. коробка с плавкими предохранит.)



L1004\_04030

1 Источник напряжения  
2-8 Реле  
9-18 Плавкие предохранители

19 Реле  
20-33 Плавкие предохранители

**Замечания:**

## Общие положения

- Электрическая схема подробно показывает всю проводку, все элементы и заземления электрической системы автомобиля. Электрическая схема подобна карте электрической системы автомобиля, показывающей, как подключены все цепи и элементы. Вам следует всегда обращаться к электрической схеме, чтобы наметить рациональную процедуру обнаружения неисправности, а также снятия и ремонта разъёмов.

## Цветовые коды проводов

- Используемая в автомобильных электрических системах проводка имеет цветовые коды для идентификации. Рядом с каждым проводом на электрической схеме помещается буквенный код. Эти коды помогают опознать нужный провод в автомобиле.
- Провода не всегда окрашены в один цвет. Двухцветные провода обычно обозначаются двумя буквами. Если на электрической схеме указаны две буквы кода, тогда первая буква представляет основной цвет провода, а вторая буква обозначает цвет маркировочных знаков (полосок, точек или символов #).
- Например, провод, обозначенный кодом В/R, имеет чёрный цвет с красными маркировочными знаками. Провод GY/O – серый с оранжевой полоской или маркировочными знаками. Чёрный провод с белой полоской обозначается кодом В/W. Всегда обращайтесь к электрической схеме за текущей информацией о цветовой кодировке проводов.

## Чтение электрической схемы

- Всегда читайте и анализируйте электрическую схему, прежде чем пытаться устранить электрическую неполадку. Тщательный анализ схемы и способность заранее определить её нормальную работу экономит время и силы. Знание того, где выполнить измерения, помогает избежать ненужного снятия и замены элементов.
- Для чтения электрической схемы используйте следующую методику:
  - Убедитесь, что Ваша электрическая схема соответствует автомобилю, с которым Вы работаете.
  - Тщательно просмотрите раздел Общих сведений, чтобы сориентироваться в цветовой кодировке проводов, типовых разъёмах, точках заземления и т.п.
  - Выделите участок электрической схемы, который содержит проблемную цепь или элемент. Найдите точку заземления элемента и проследите цепь до источника питания. Убедитесь, что вы можете проследить всю замкнутую цепь от источника питания через все плавкие предохранители, переключатели, реле и т.п. к элементу и обратно к источнику питания через заземление.
  - Определите, включена ли цепь последовательно, параллельно, с заземлённым переключателем, с заземлённой нагрузкой и т.п.
  - Определите заранее нормальную работу схемы. Разбейте схему на участки меньшего размера и найдите удобную точку для проверки схемы или проблемного элемента.
  - Найдите точку проверки в автомобиле и оцените теоретически напряжение, ток или сопротивление в этой точке. Проверьте схему с помощью соответствующего тестового устройства (омметра, вольтметра, амперметра и т.п.). Соответствуют ли результаты проверки ожидавшимся Вами величинам работы цепи или техническим характеристикам из руководства по ремонту?

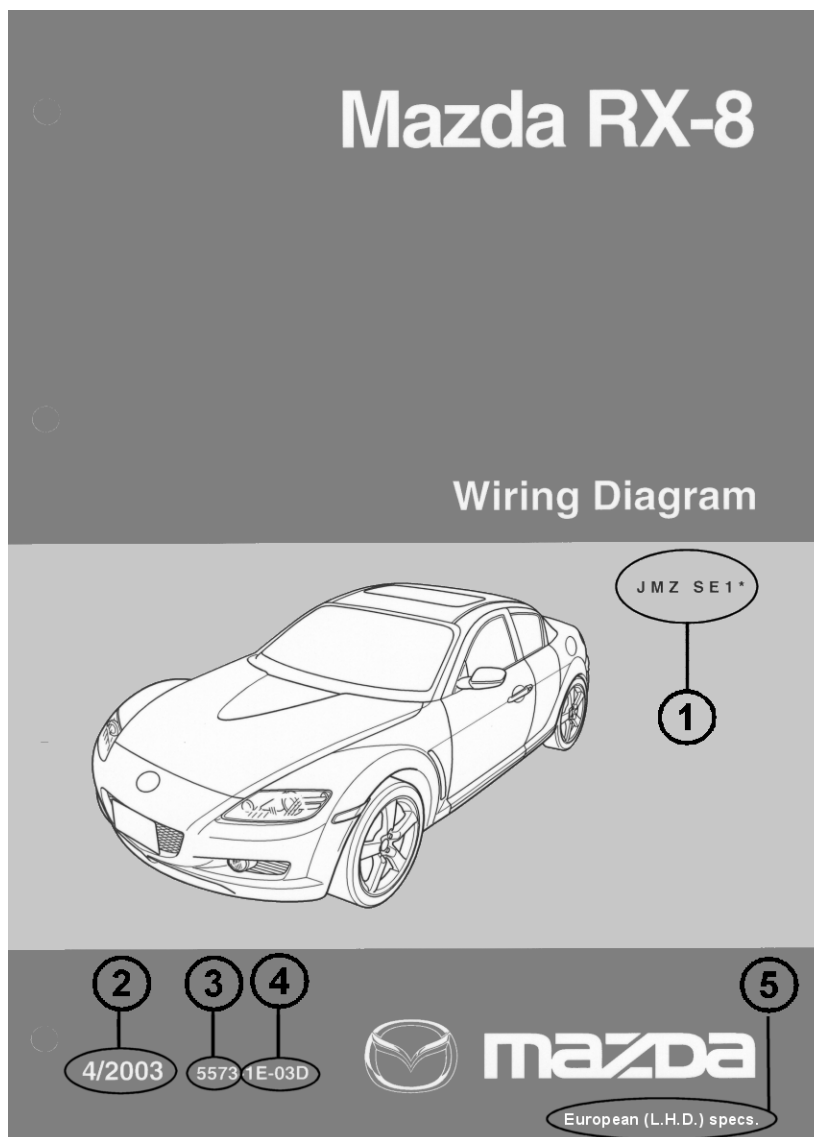


## Типовые электрические схемы

### Титульный лист

- Для идентификации прилагаемой электрической схемы на титульном листе указан соответствующий **VIN (Vehicle Identification Number** = идентификационный номер автомобиля), дата выпуска, номер электрической схемы, код языка и спецификация автомобиля (например, **LHD (Left Hand Drive** = левостороннее управление), **RHD (Right Hand Drive** = правостороннее управление)).

**Прим:** Всегда проверяйте, чтобы это был самый последний выпуск электрической схемы.



L1004\_05001

- |   |  |   |                                     |
|---|--|---|-------------------------------------|
| 1 | Соответствующие идентификационные номера автомобилей (VIN) | 3 | Номер электрической схемы (брошюры) |
| 2 | Дата выпуска   | 4 | Код языка и код даты выпуска        |
|   |  | 5 | Спецификация автомобиля             |

**Содержание**

- После предупреждений, рекомендаций и предисловия даётся содержание. Электрические схемы, как правило, разносятся по следующим разделам:

GI	Общие сведения
Y	Точки заземления
W	Схема электрических соединений
A – U	Принципиальная схема системы/Размещение разъёмов
X	Общие разъёмы
JB	Полная электрическая схема распределительной коробки
PI	Указатель деталей

## Mazda6

### Wiring Diagram

**FOREWORD**

This wiring diagram incorporates the wiring schematics of the basic vehicle and available optional equipment. Actual vehicle wiring may vary slightly depending on optional equipment or local specifications, or both. All information in this booklet is based on information available at the time of printing. Mazda Motor Corporation reserves the right to make changes without previous notice.

**Mazda Motor Corporation**  
HIROSHIMA, JAPAN

**APPLICATION:**  
This manual applies to vehicles beginning with the Vehicle Identification Numbers (VIN) on the following page.

©2002 Mazda Motor Corporation  
PRINTED IN THE NETHERLANDS. MARCH 2002  
5539-1E-02C

CONTENTS

TITLE	Section
GENERAL INFORMATION OF WIRING DIAGRAMS	GI
GROUND POINTS	Y
ELECTRICAL WIRING SCHEMATIC	W
SYSTEM CIRCUIT DIAGRAM/ CONNECTOR LOCATIONS	A-U
COMMON CONNECTORS	X
JOINT BOX COMPLETE WIRING SYSTEM	JB
PARTS INDEX	PI

L1004\_05002

**Идентификационные номера автомобилей (VIN)**

- В этом разделе перечисляются коды VIN автомобилей, которым соответствует электрическая схема.

**VEHICLE IDENTIFICATION NUMBERS (VIN)  
(CHASSIS NUMBER)**

**European (L.H.D.) specs.**  
 JMZ GG1232\*# 100001—  
 JMZ GG1282\*# 100001—  
 JMZ GG12F2\*# 100001—  
 JMZ GG12F5\*# 100001—  
 JMZ GG1432\*# 100001—  
 JMZ GG1482\*# 100001—  
 JMZ GG14F2\*# 100001—  
 JMZ GG14F5\*# 100001—

**GCC specs.**  
 JM7 GG32F\*\*# 100001—  
 JM7 GG34F\*\*# 100001—  
 JM7 GG42F\*\*# 100001—  
 JM7 GG44F\*\*# 100001—

L1004\_05003

**Цветовая кодировка проводов**

- Начиная с 1990 года выпуска моделей, для указания цветовых кодов проводов используются только заглавные буквы. Если на проводе используются два цвета, оба цветовых кода разделяются знаком « / » (косой чертой). Первый код указывает основной цвет. Второй код указывает цвет полосок.

**WIRING COLOR CODE**

COLOR	CODE	COLOR	CODE
BLACK	B	ORANGE	O
BLUE	L	PINK	P
BROWN	BR	RED	R
DARK BLUE	DL	SKY BLUE	SB
DARK GREEN	DG	TAN	T
GRAY	GY	VIOLET	V
GREEN	G	WHITE	W
LIGHT BLUE	LB	YELLOW	Y
LIGHT GREEN	LG		

L1004\_05004

Оглавление

- Оглавление даёт более подробный список содержимого, что позволяет техническому специалисту найти номер страницы нужной электрической схемы определённой подсистемы.

<b>SYSTEM INDEX</b>	
<b>GENERAL INFORMATION</b> .....	2
<b>GROUND POINT</b> .....	12
<b>ELECTRICAL WIRING SCHEMATIC</b> .....	14
<b>ENGINE-RELATED SYSTEM</b>	
<b>CHARGING SYSTEM</b> .....	16
<b>STARTING SYSTEM</b>	
European (L.H.D.) specs. ....	18
GCC specs. ....	20
<b>ENGINE CONTROL SYSTEM</b>	
European (L.H.D.) specs. ....	22
GCC specs. ....	38
<b>FUEL CONTROL SYSTEM</b> .....	54
<b>COOLING FAN SYSTEM</b>	
LF, L8: General area .....	56
LF, L8: Intensely hot area .....	58
L3 .....	60
<b>CHASSIS-RELATED SYSTEM</b>	
<b>EC-AT CONTROL SYSTEM</b>	
European (L.H.D.) specs. ....	22
GCC specs. ....	38
<b>ANTILOCK BRAKE SYSTEM</b> .....	182
<b>TRACTION CONTROL SYSTEM</b> .....	182
<b>DYNAMIC STABILITY CONTROL (DSC) SYSTEM</b> .....	186
<b>INSTRUMENT CLUSTER-RELATED SYSTEM</b>	
<b>INSTRUMENT CLUSTER</b> .....	62
<b>BODY-RELATED SYSTEM</b>	
<b>WINDSHIELD WIPER AND WASHER</b> .....	74
<b>REAR WIPER AND WASHER</b> .....	76
<b>HORN</b> .....	108
<b>REAR WINDOW DEFROSTER</b> .....	126
<b>POWER WINDOW SYSTEM</b> .....	162
<b>POWER DOOR LOCK SYSTEM</b>	
WITHOUT DOUBLE LOCKING SYSTEM .....	166
WITH DOUBLE LOCKING SYSTEM .....	172
<b>POWER OUTSIDE MIRROR</b> .....	178
<b>HEATED OUTSIDE MIRROR</b> .....	178
<b>SLIDING SUNROOF</b> .....	180
<b>SEAT WARMER</b> .....	190
<b>POWER SEAT</b> .....	192
<b>CRUISE CONTROL SYSTEM</b> .....	194
<b>AIR BAG SYSTEM SERVICE CAUTION / SERVICE WARNING</b> .....	196
<b>AIR BAG SYSTEM</b> .....	198
<b>SIDE AIR BAG SYSTEM</b> .....	198
<b>IMMOBILIZER SYSTEM</b> .....	206
<b>THEFT-DETERRENT SYSTEM</b> .....	208
<b>INTERIOR LIGHTING SYSTEM</b>	
<b>ILLUMINATION LIGHT</b> .....	128
<b>COURTESY LIGHT</b> .....	136
<b>MAP LIGHT</b> .....	138
<b>CARGO COMPARTMENT LIGHT(5HB)</b> .....	140
<b>TRUNK COMPARTMENT LIGHT(4SD)</b> .....	140
<b>EXTERIOR LIGHTING SYSTEM</b>	
<b>HEADLIGHT</b>	
WITHOUT RUNNING LIGHT SYSTEM .....	78
WITH RUNNING LIGHT SYSTEM .....	82
<b>LICENSE PLATE LIGHT</b> .....	88
<b>PARKING LIGHT</b> .....	88
<b>TAILLIGHT</b> .....	88
<b>FRONT FOG LIGHT</b> .....	90
<b>REAR FOG LIGHT</b> .....	92
<b>HEADLIGHT MANUAL LEVELING SYSTEM</b> .....	94
<b>HEADLIGHT AUTO LEVELING SYSTEM</b> .....	96
<b>HEADLIGHT CLEANER SYSTEM</b> .....	100
<b>TURN AND HAZARD WARNING LIGHT</b> .....	102
<b>BACK-UP LIGHT</b> .....	106
<b>BRAKE LIGHT</b> .....	110
<b>HIGH-MOUNT BRAKE LIGHT</b> .....	110
<b>AIR CONDITIONING-RELATED SYSTEM</b>	
<b>HEATER AND AIR CONDITIONER</b>	
MANUAL A/C .....	114
AUTO A/C .....	118
<b>A/C COMPRESSOR CONTROL</b> .....	124
<b>ACCESSORY</b>	
<b>CIGARETTE LIGHTER</b> .....	136
<b>AUDIO SYSTEM</b>	
<b>STANDARD TYPE AUDIO</b>	
WITHOUT CAR-NAVIGATION SYSTEM .....	142
WITH CAR-NAVIGATION SYSTEM .....	144
<b>BOSE TYPE AUDIO</b> .....	148
<b>CAR-NAVIGATION SYSTEM</b> .....	156
<b>OTHER</b>	
<b>DATA LINK CONNECTOR</b> .....	212
<b>COMMON CONNECTOR LIST</b> .....	
<b>JOINT BOX COMPLETE WIRING SYSTEM</b> .....	
<b>PARTS INDEX</b> .....	

L1004\_05005

**GI Общие сведения**

- В этом разделе даются указания, как использовать и читать электрическую схему. Он содержит полезную информацию по следующим главам:

**Содержание электрических схем**

- Список содержимого даёт более подробное разъяснение того, какую информацию можно найти в конкретных разделах.

**Точки заземления**

- Здесь указано, как пронумерованы замыкания на корпус для поиска по ссылке в разделах «Точки заземления» и «Принципиальные схемы системы».

**Принципиальная схема системы/Схема разъёмов**

- На этих страницах разъясняется, как обращаться со следующими обозначениями, данными в конкретных электрических схемах и изображениях разводки контактов разъёмов:
  - название системы
  - код разъёма
  - номера точек заземления (замыкания на массу)
  - цветовая кодировка проводов и условные обозначения жгутов
  - условные обозначения разъёмов
  - экранированные провода
  - условные обозначения токов
  - многоканальная связь
  - код системы
  - номера для перекрёстных ссылок

**Схема разводки**

- Каждая электрическая схема сопровождается схемой разводки, на которой показаны места размещения соответствующих электрических элементов внутри автомобиля.

**Условные обозначения жгутов**

- На принципиальной схеме системы каждый код цвета проводки сопровождается условным обозначением жгута в скобках «()», которое состоит из букв и цифр. Условное обозначение жгута даёт информацию о местоположении и назначении определённого провода (например, передний жгут, жгут двигателя).

**Условные обозначения**

- На электрической схеме все электрические и электронные элементы показаны условными изображениями. В данном разделе даётся таблица всех электрических/электронных устройств, на которые ссылаются электрические схемы. В таблице указаны изображения, названия и характеристики этих элементов.

**Используемые в брошюре сокращения**

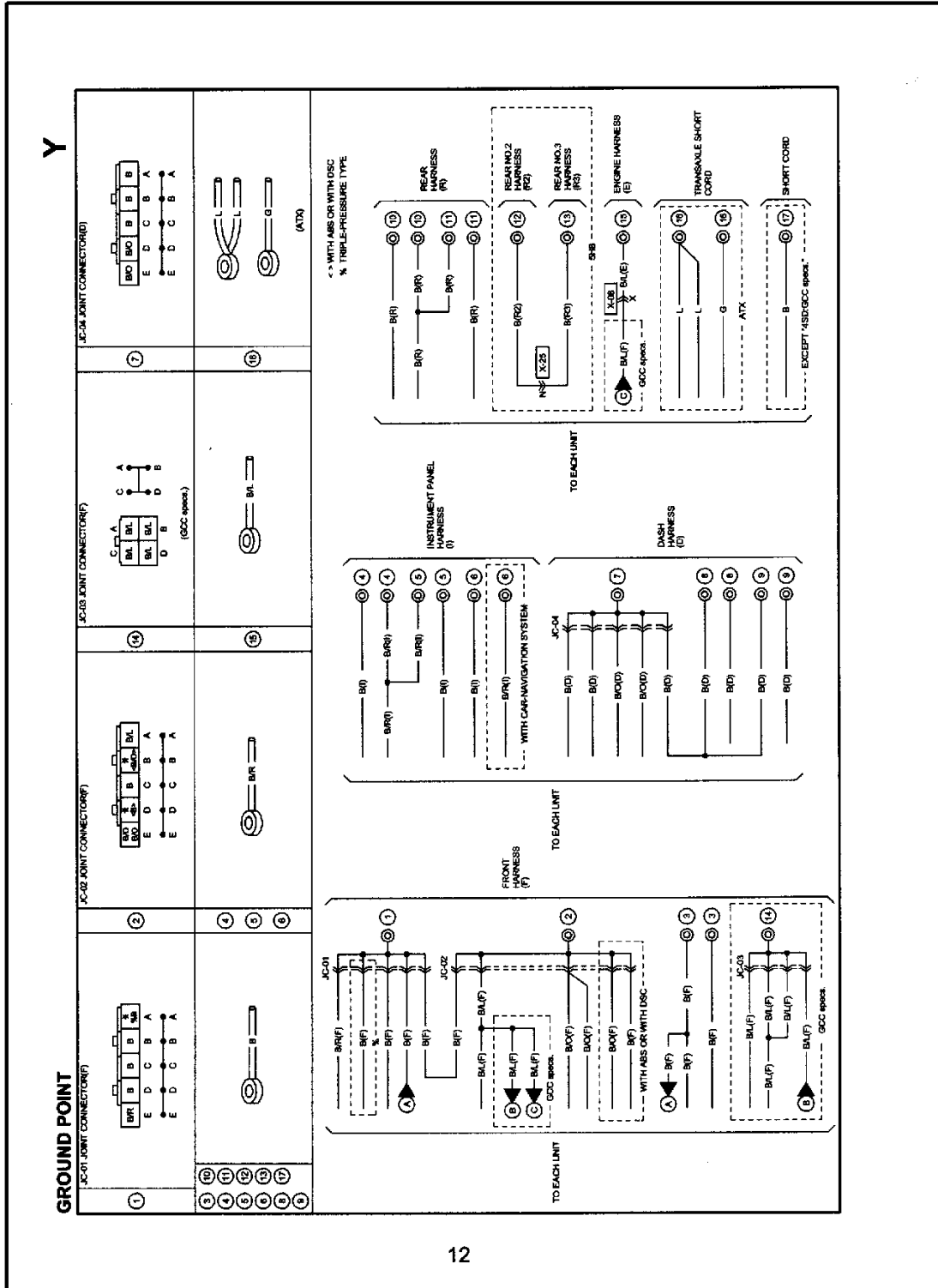
- В списке сокращений расшифровываются все сокращения, используемые на электрических схемах.

**Основные процедуры для электрической системы**

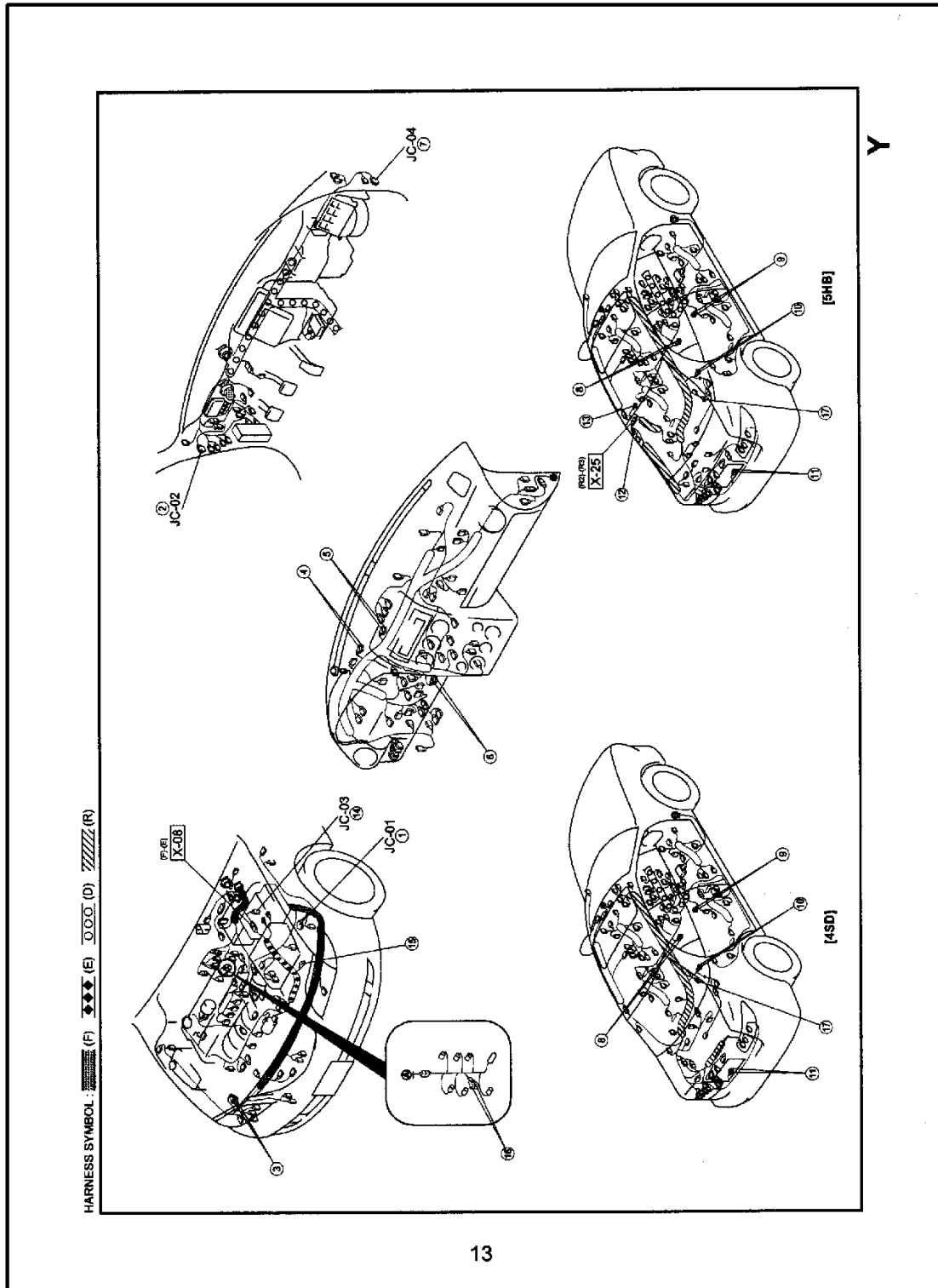
- В данном разделе указывается, как обращаться со жгутами проводов, разъёмами, электрическими элементами и мультиметрами.

Y Точка заземления

- Раздел Y – Точка заземления – предоставляет помощь в определении замыканий на землю (на массу) определённых электрических цепей.



- Кроме электрической схемы и изображения разводки разъемов, добавлена иллюстрация, которая помогает найти в автомобиле точки заземления (замыкания на массу).

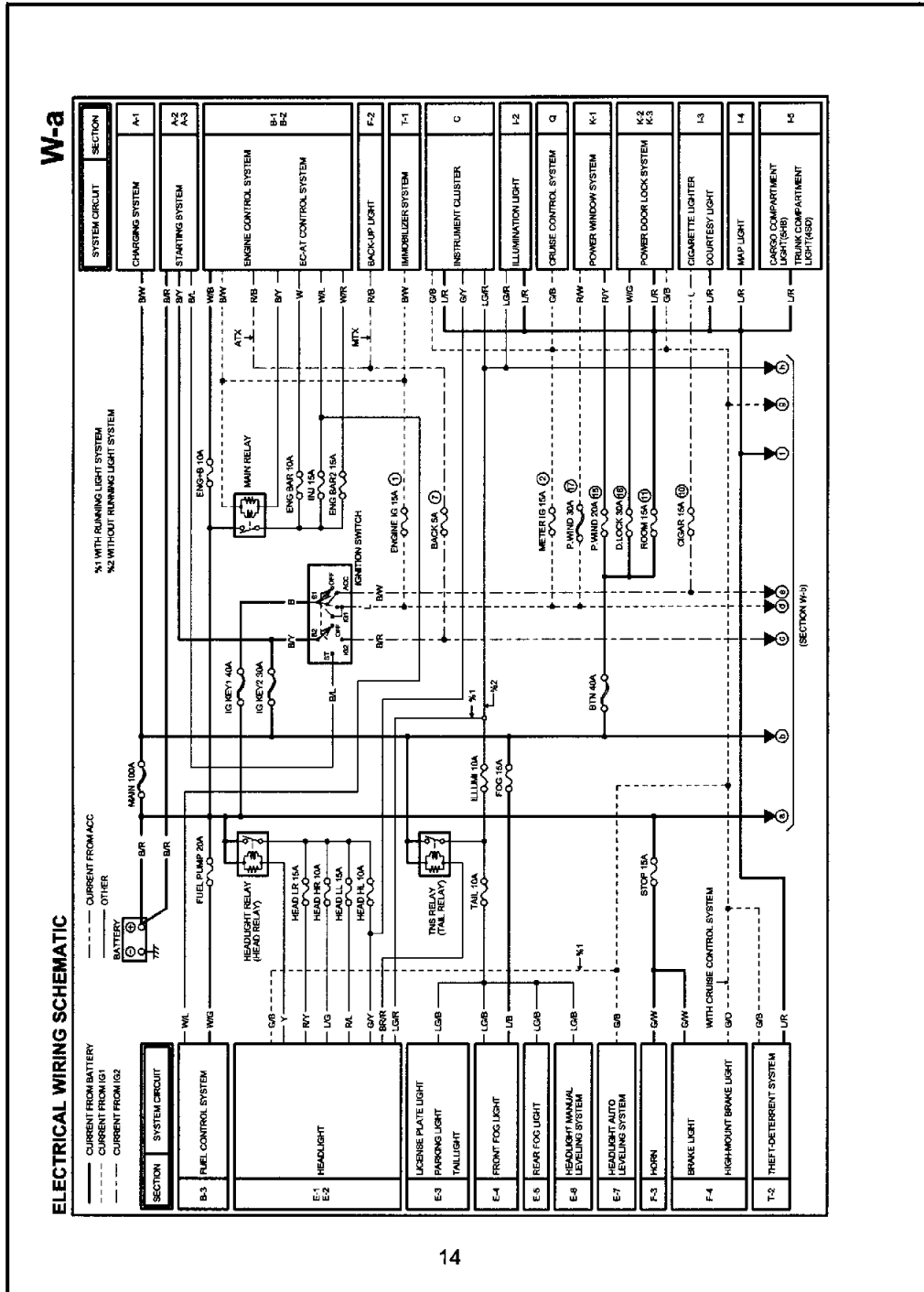


L1004\_05007



**W Электрическая схема соединений**

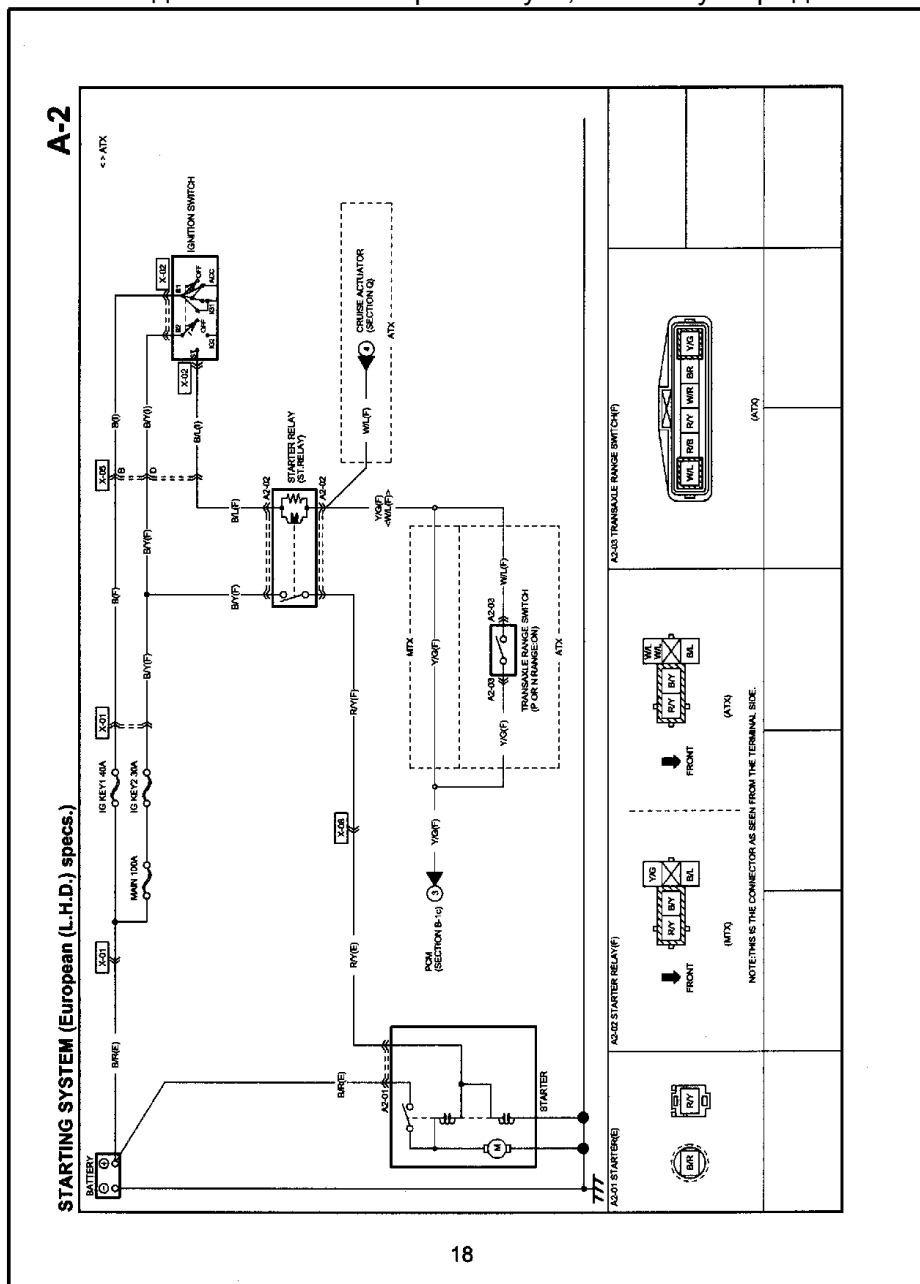
- В разделе W даётся общий вид электрической сети и обеспечение плавкими предохранителями отдельных электрических цепей. Здесь также имеется информация о том, как подаётся электропитание: прямо от аккумулятора (B+) или через выключатель зажигания (положение IG1, IG2, ACCessory или Start).
- В текстовых полях, где даются названия определённых электрических систем, имеются также коды, присвоенные соответствующим участкам электрических схем (A-1, A-2 и т.д.).



**A - U Принципиальные схемы системы/Размещение разъёмов**

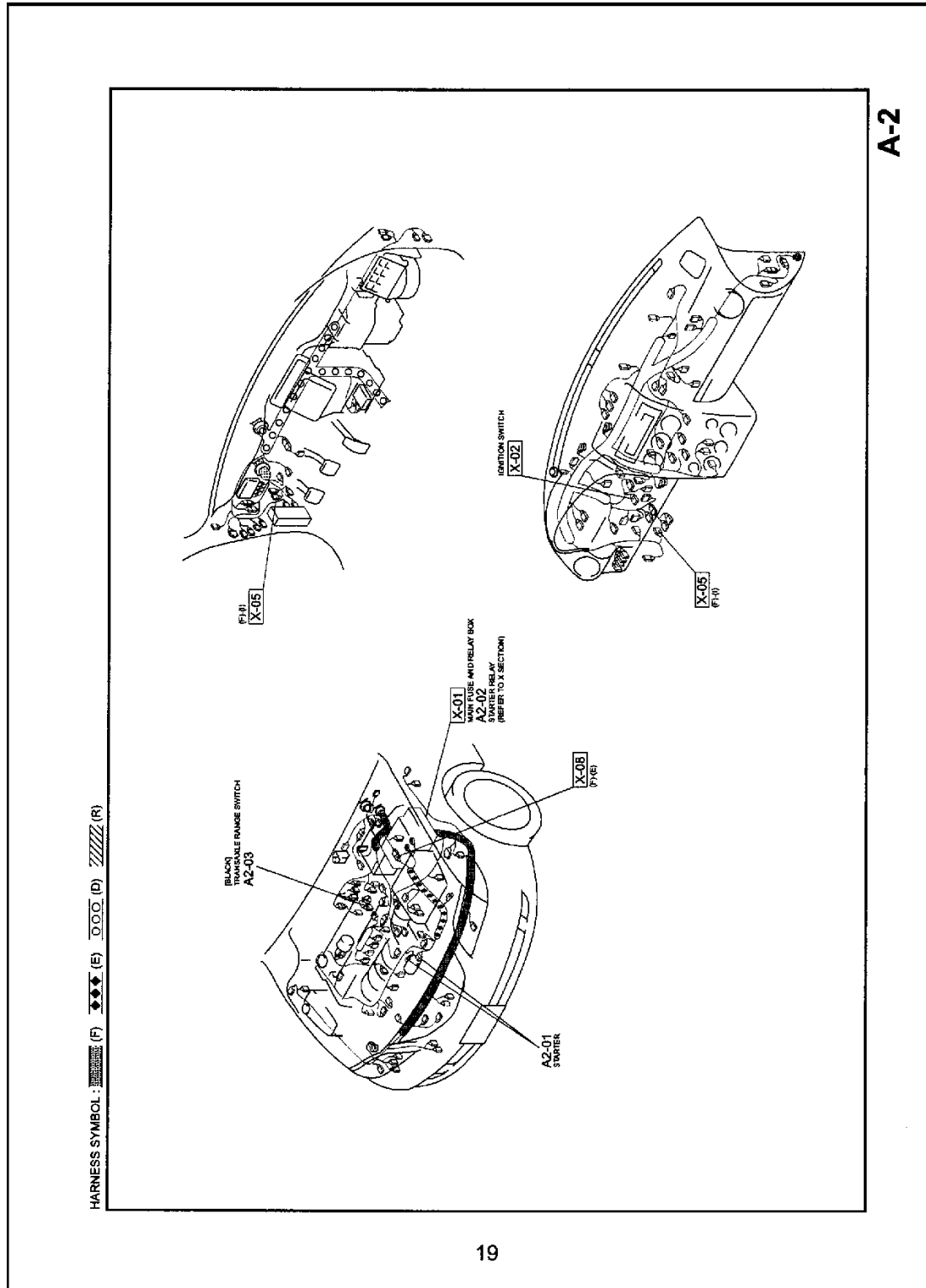
- Это настоящие электрические схемы. Они охватывают все электрические и электронные системы автомобиля, начиная с системы зарядки и запуска (раздел A) и заканчивая распределением контактов DLC (Data Link Connector = разъём передачи данных) (раздел U).
- В заголовке даётся название подсистемы автомобиля. В случае различий в технических характеристиках автомобиля, которые должны быть отмечены, эти различия также будут даны в заголовке.
- Нижняя часть разбита на секции, где даются определённые системные указатели (например, A2-01). Все разъёмы данной электрической схемы, которые имеют системный указатель, показаны в нижних секциях с указан. цветом проводки.

**Прим:** Разъёмы всегда показаны со стороны жгута, если не утверждается обратное!



L1004\_05009

- Как и в разделе Y «Точки заземления», каждая электрическая схема и изображение распределения разъемов сопровождаются иллюстрацией, которая помогает найти в автомобиле разъемы и оплётки проводов.

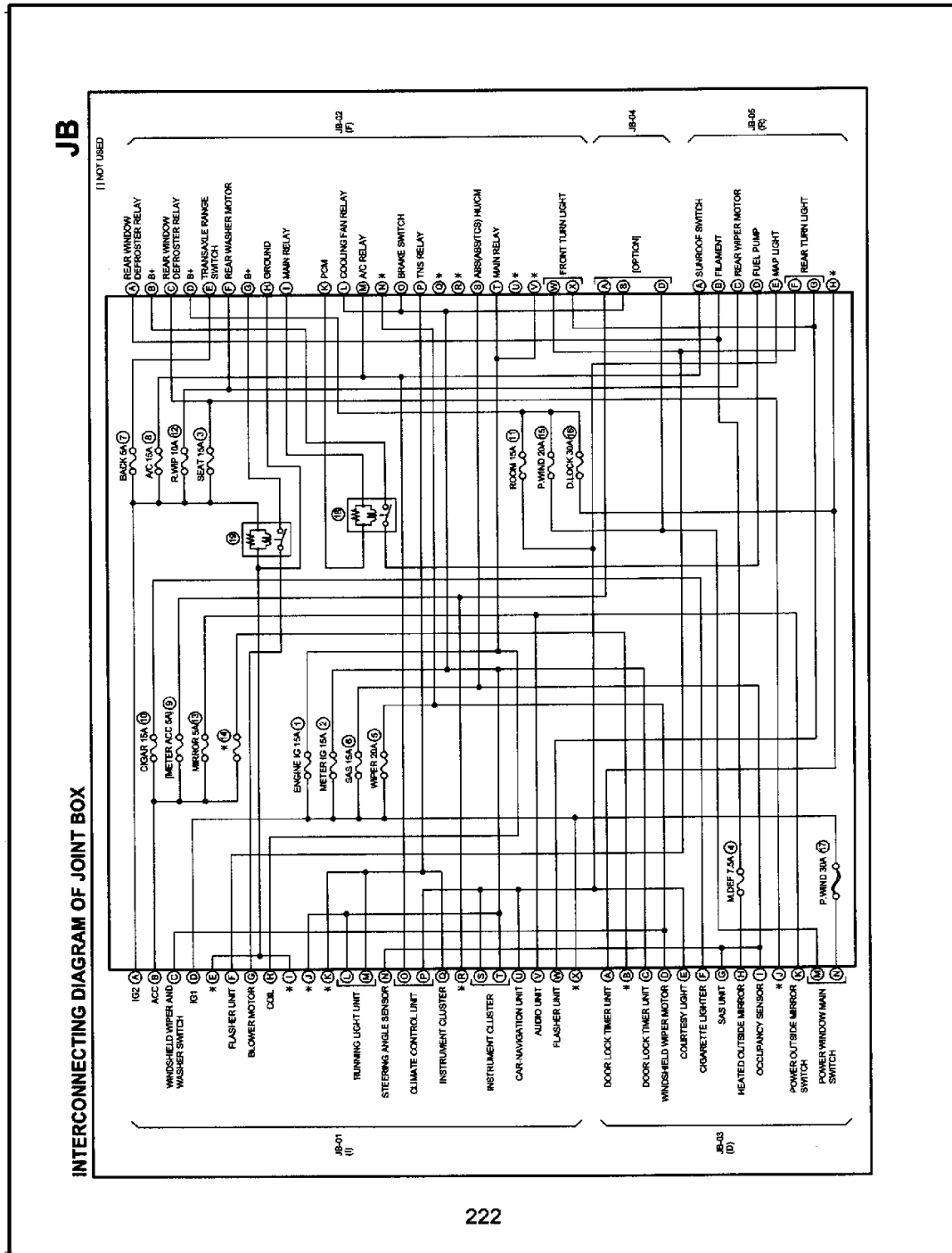


L1004\_05010



**JB Полная система проводки комбинированной распределительной коробки**

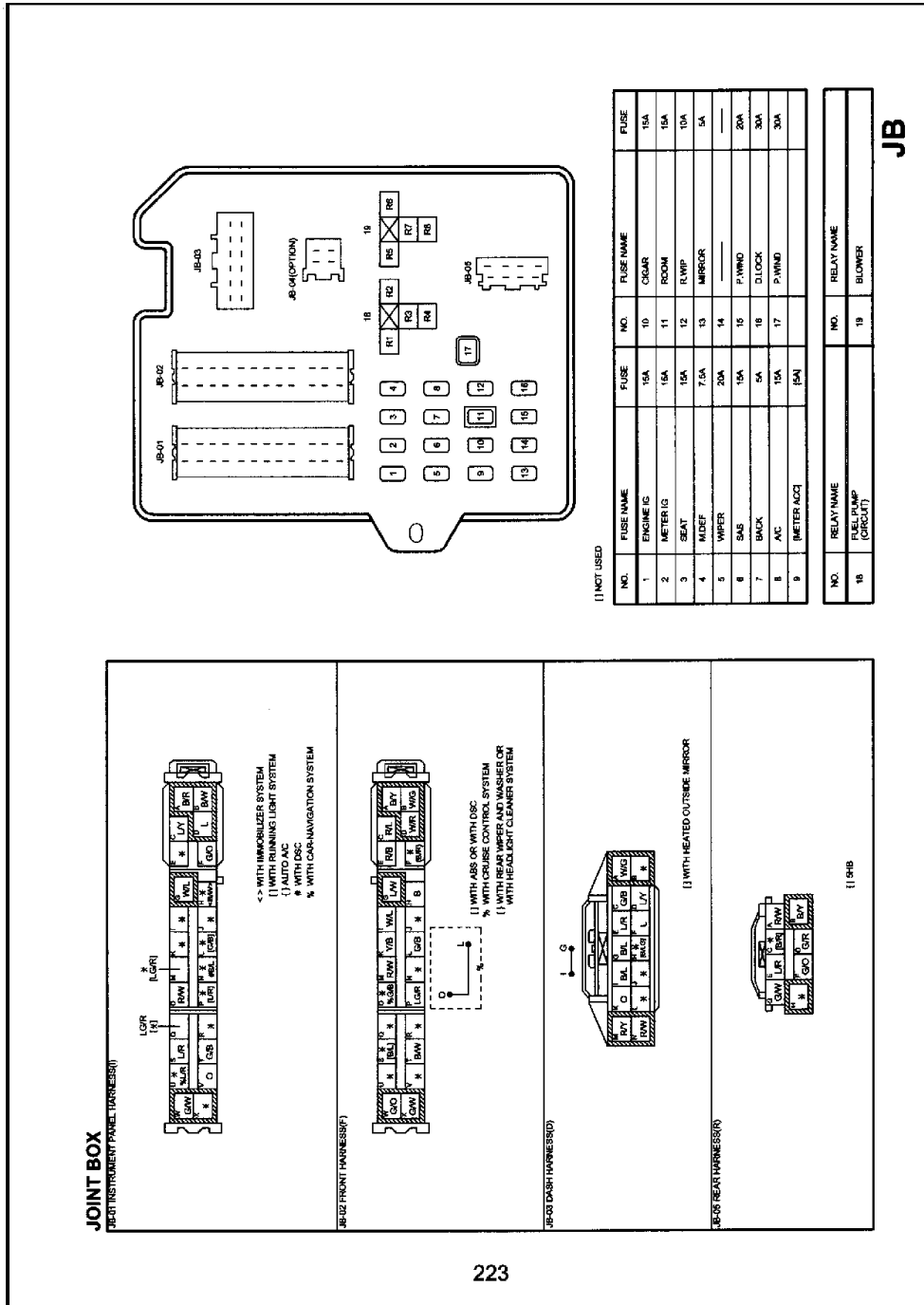
- На этой странице показана распределительная коробка с плавкими предохранителями. Все разъёмы, обозначенные JB и определённым номером, подключаются к этой комбинированной распределительной коробке. На первой странице раздела JB показана внутренняя структура комбинированной распределительной коробки, все плавкие предохранители, подача питания, а также отдельные разъёмы JB и их связь с опред. предохранителями и между собой.



L1004\_05012

- На второй странице комбинированная распределительная коробка показана с указанием положения разъемов JB.
- Кроме того, показаны сами разъемы JB и соответствующие цвета проводки.

**Прим:** В зависимости от типа автомобиля, может быть несколько плавких предохранителей, реле и распределительных коробок (например, распределительная коробка аккумуляторной батареи - VJB, PJB или FB – в моторном отсеке). Способ их описания и изображения на электрической схеме очень похож на раздел JB.



**AI Алфавитный указатель**

- Алфавитный указатель (или Указатель деталей PI) является последним разделом электрической схемы.

**ALPHABETICAL INDEX**

<b>S</b>	
SAS UNIT .....	168
SEAT WARMER .....	164
SEAT WARMER RELAY .....	164
SEAT WARMER SWITCH .....	164
SECONDARY AIR INJECTION PUMP .....	40
SECONDARY AIR INJECTION PUMP RELAY .....	40
SECONDARY AIR INJECTION SOLENOID VALVE .....	38
SECONDARY SHUTTER VALVE SOLENOID VALVE .....	30
SECONDARY SHUTTER VALVE SWITCH .....	34
SIDE AIR BAG MODULE .....	170
SIDE AIR BAG SENSOR .....	170
SIDE MARKER LIGHT .....	76
SIDE TURN LIGHT .....	82
SLIDE MOTOR .....	160
SOLAR RADIATION SENSOR .....	90
SPEAKER (WITH BOSE) .....	120, 136
(WITHOUT BOSE) .....	116, 128
STARTER .....	22
STARTER RELAY .....	22
STEERING ANGLE SENSOR .....	156
SUNROOF MOTOR .....	152
SUNROOF SWITCH .....	152
<b>T</b>	
TAILLIGHT .....	76
THEFT-DETERRENT SIREN .....	146
THROTTLE BODY .....	90
TILT MOTOR .....	160
TNS RELAY (DISCHARGE TYPE) .....	82
(HALOGEN TYPE) .....	66
TORQUE SENSOR .....	154
TRUNK COMPARTMENT LIGHT .....	102
TRUNK COMPARTMENT LIGHT SWITCH .....	102
TRUNK LID OPENER .....	178
TRUNK LID OPENER CANCEL SWITCH .....	178
TRUNK LID OPENER RELAY .....	178
TRUNK LID OPENER SWITCH .....	178
TURN LIGHT .....	82
TURN SWITCH .....	80
TWEETER (FRONT) .....	122, 136
(REAR) .....	120, 136
<b>V</b>	
VARIABLE DYNAMIC EFFECT INTAKE-AIR SOLENOID VALVE .....	38
VARIABLE FRESH AIR DUCT SOLENOID VALVE .....	28
VEHICLE IDENTIFICATION NUMBER .....	0
<b>W</b>	
WINDOW DEFROSTER RELAY .....	102
WINDSHIELD WASHER MOTOR .....	58
WINDSHIELD WIPER AND WASHER SWITCH .....	58
WINDSHIELD WIPER MOTOR .....	58
WIRING COLOR CODE .....	0

Модифицированная структура

- Начиная с принятия к производству модели Mazda3, организация различных разделов электрической схемы была приведена в соответствие с новой структурой руководства по ремонту. В содержании электрических схем модели Mazda3 даётся сравнение обычной и модифицированной структуры.

# Mazda3

## Wiring Diagram

**FOREWORD**

This wiring diagram incorporates the wiring schematics of the basic vehicle and available optional equipment. Actual vehicle wiring may vary slightly depending on optional equipment or local specifications, or both. All information in this manual is based on information available at the time of printing. Mazda Motor Corporation reserves the right to make changes without previous notice.

Mazda Motor Corporation  
HIROSHIMA, JAPAN

**APPLICATION:**

This manual applies to vehicles beginning with the Vehicle Identification Numbers (VIN) on the following page.

**CONTENTS**

TITLE	SECTION	
	PREVIOUS	NEW
GENERAL INFORMATION	GI (GENERAL INFORMATION)	00
	W (ELECTRICAL WIRING SCHEMATIC)	
	Y (GROUND POINT)	
	JB (JOINT BOX)	
	FB (FUSE BLOCK)	
	X (COMMON CONNECTOR)	
	U (DATA LINK CONNECTOR)	
ENGINE	A (CHARGING SYSTEM/ STARTING SYSTEM)	01
	B (ENGINE CONTROL SYSTEM)	
	G (CRUISE CONTROL SYSTEM)	
SUSPENSION	—	02
DRIVELINE/AXLE	—	03
BRAKES	O (ANTI-LOCK BRAKE SYSTEM)	04
TRANSMISSION/ TRANSAXLE	H (EC-AT CONTROL SYSTEM)	05
STEERING	N (ELECTRIC POWER STEERING SYSTEM)	06
HEATER, VENTILATION & AIR CONDITIONING (HVAC)	G (AIR CONDITIONING SYSTEM)	07
RESTRAINTS	S (SEAT BELT/AIR BAG SYSTEM)	08
BODY & ACCESSORIES	C (GAUGE CONTROL SYSTEM)	09
	D (WIPER SYSTEM)	
	E (EXTERIOR LIGHTING SYSTEM)	
	F (SIGNAL SYSTEM)	
	I (INTERIOR LIGHTING SYSTEM)	
	J (AUDIO SYSTEM)	
	K (DOOR/WINDOW SYSTEM)	
	L (MIRROR SYSTEM)	
	M (SUNROOF SYSTEM)	
	P (POWER SEAT SYSTEM)	
	T (SECURITY AND LOCKS SYSTEM/OPTION)	
ALPHABETICAL INDEX	AI (ALPHABETICAL INDEX)	AI

©2003 Mazda Motor Corporation  
PRINTED IN THE NETHERLANDS. JULY 2003  
5581-1E-03G

L1004\_05015



## Электрические схемы модели Tribute (только на CD)

- Для электрических схем модели Tribute компания Mazda приняла всемирную унифицированную систему структуризации. Структура формируется не по разделам (GI, Y, W, A - U, ...), а по группам (1, 2, 3, ...). Номера групп составляют первую цифру номера страницы.
- обозначения и цвета проводов указываются иначе, чем на всех других электрических схемах компании Mazda.
- Электрические схемы модели Tribute составляют дополнительный раздел, касающийся проверки элементов, который не предусмотрен в обычных электрических схемах компании Mazda.
- Среди электрических схем модели Tribute нет раздела «W Схема электрических соединений». Вместо этого здесь есть заголовок «Общий вид жгутов электропроводки» (группа 100-00-06) с указателем.

### 100-00-00 Содержание

100-00-00	Table of Contents	100-00-00
		-1
<b>Tribute Wiring Diagrams</b>		
<b>Table of Contents</b>		
<b>Group 1 - General Information</b>		
<b>General Information</b>		
Systems Overview .....	100-00-01-1	
Index .....	100-00-02-1	
Introduction .....	100-00-03-1	
Symbols .....	100-00-04-1	
Wiring Harness Overview .....	100-00-06-1	
<b>Group 2 - Chassis</b>		
<b>Brake System</b>		
Brake System - General Information .....	206-00-00-1	
Anti-Lock Control .....	206-09-00-1	
<b>Group 3 - Powertrain</b>		
<b>Engine</b>		
Engine Cooling .....	303-03-00-1	
Fuel Charging and Controls - ZETEC .....	303-04A-00-1	
Fuel Charging and Controls - Duratec .....	303-04B-00-1	
Starting System .....	303-06-00-1	
Engine Ignition - ZETEC .....	303-07A-00-1	
Engine Ignition - Duratec .....	303-07B-00-1	
Electronic Engine Controls .....	303-14-00-1	
<b>Automatic Transmission</b>		
Automatic Transmission/Transaxle .....	307-01-00-1	
Automatic Transaxle/Transmission External Controls .....	307-05-00-1	
<b>Manual Transmission, Clutch and Transfer Case</b>		
Four-Wheel Drive System .....	308-07A-00-1	
<b>Fuel System</b>		
Vehicle Speed Control .....	310-03-00-1	
<b>Group 4 - Electrical</b>		
<b>Climate Control System</b>		
Climate Control System - General Information .....	412-00-00-1	
<b>Group 5 - Body and Paint</b>		
<b>Body</b>		
Rear View Mirrors .....	501-09-00-1	
Seating .....	501-10-00-1	
Glass, Frames and Mechanisms .....	501-11-00-1	
Instrument Panel and Console .....	501-12-00-1	
<b>Instrumentation and Warning System</b>		
Instrument Cluster and Panel Illumination .....	413-00-00-1	
Instrument Cluster .....	413-01-00-1	
Horn .....	413-06-00-1	
Clock .....	413-07-00-1	
Warning Devices .....	413-09-00-1	
Charging System - General Information .....	414-00-00-1	
<b>Audio Systems</b>		
Entertainment System - General Information .....	415-00-00-1	
Antenna .....	415-02-00-1	
<b>Lighting</b>		
Exterior Lighting - Headlamps .....	417-01-00-1	
Exterior Lighting - Fog lamps .....	417-01-00-2	
Exterior Lighting - Turn Signal Lamps .....	417-01-00-3	
Exterior Lighting - Licence plate lamps .....	417-01-00-5	
Exterior Lighting - Position and Parking Lamps .....	417-01-00-6	
Exterior Lighting - Trailer tow .....	417-01-00-7	
Exterior Lighting - Stoplamps .....	417-01-00-8	
Exterior Lighting - Reversing lamps .....	417-01-00-9	
Exterior Lighting - Headlamp leveling .....	417-01-00-10	
Interior Lighting .....	417-02-00-1	
<b>Electrical Distribution</b>		
Module Communications Network .....	418-00-00-1	
<b>Electronic Feature Group</b>		
Anti-Theft - Active .....	419-01A-00-1	
Anti-Theft - Passive .....	419-01B-00-1	
Multifunction Electronic Control Modules .....	419-10-00-1	

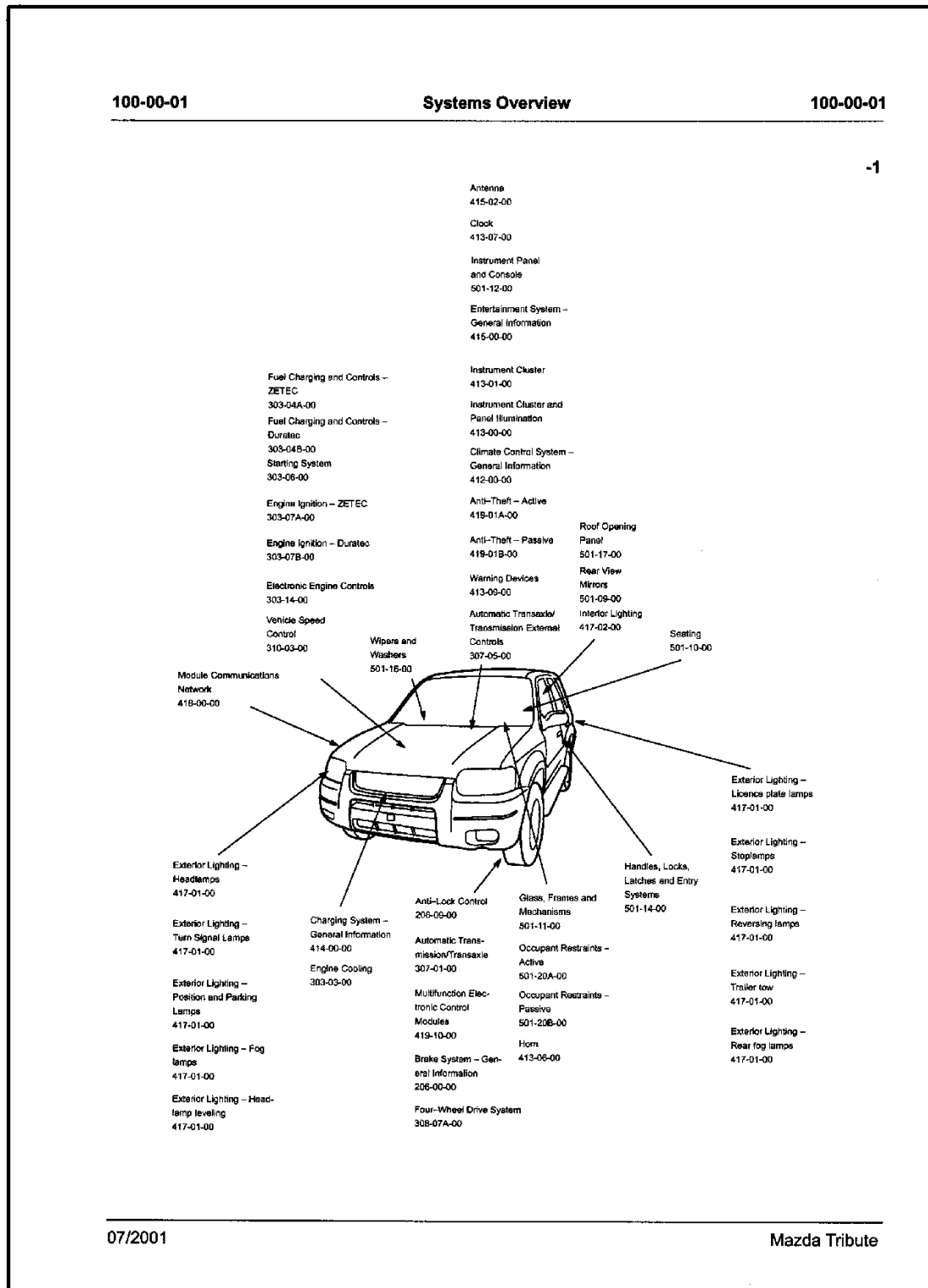
07/2001

Mazda Tribute

L1004\_05016

100-00-01 Обзор систем

- Как и «Указатель систем», «Обзор систем» даёт более подробный список содержимого, что позволяет техническому специалисту найти номер страницы нужной электрической схемы определённой подсистемы.



L1004\_05017

100-00-02 Указатель

- Для определения местоположения определённых элементов в электрических схемах предоставляется алфавитный указатель.

100-00-02	Index	100-00-02
		-1
A/C clutch cycling pressure switch, N412	.....	412-00-00-2
A/C clutch relay, K107	.....	412-00-00-2
A/C clutch solenoid, Y31	.....	412-00-00-2
A/C Compressor clutch diode, V7	.....	412-00-00-2
ABS control module, A7	.....	206-09-00-1
ABS test connector, D16	.....	206-09-00-2
Accessory delay relay, K126	.....	501-11-00-1
Accessory relay, K65	.....	700-02-00-2
Air bag sliding contact, P140	.....	310-03-00-3
Antenna, A151	.....	415-00-00-1
Antenna	.....	415-02-00
Anti-Lock Control	.....	206-09-00
Anti-Theft – Active	.....	419-01A-00
Anti-Theft – Passive	.....	419-01B-00
Anti-theft hood switch, N415	.....	419-01A-00-4
Anti-theft horn, H5	.....	413-06-00-1
Audio unit, A220	.....	415-00-00-1
Automatic Transaxle/Transmission External Controls	.....	307-05-00
Automatic Transmission/Transaxle	.....	307-01-00
Battery, O1	.....	700-02-00-1
Battery Junction Box (BJB), P93 – Duratec	.....	700-01-00-2
Battery Junction Box (BJB), P93 – Zetec	.....	700-01-00-1
Battery Junction Box (BJB), P93	.....	700-02-00-1
Blower motor relay, K73 – heater, only	.....	412-00-00-3
Blower motor relay, K73	.....	412-00-00-1
Brake fluid level switch, N1	.....	206-00-00-1
Brake pedal position switch, N82	.....	303-14-00-7
Brake shift interlock, Y215 – GCC	.....	307-05-00-2
Brake shift interlock, Y215	.....	307-05-00-1
Brake shift interlock diode, V59	.....	307-05-00-2
Brake shift interlock relay, K351	.....	307-05-00-2
Brake System – General Information	.....	206-00-00
Camshaft position sensor, B41	.....	303-14-00-8
Cargo lamp, E51	.....	417-02-00-1
Central Junction Box (CJB), P91	.....	700-01-00-3
Central Junction Box (CJB), P91	.....	700-01-00-4
Central Junction Box (CJB), P91	.....	700-02-00-2
Charging System – General Information	.....	414-00-00
Cigar lighter, front, R42	.....	501-12-00-1
Climatic Control System – General Information	.....	412-00-00
Clock, A39	.....	413-07-00-1
Clock	.....	413-07-00
Clutch switch, N209	.....	310-03-00-2
Coil On Plug (COP) 1, P66 – Duratec	.....	303-07B-00-2
Coil On Plug (COP) 2, P67 – Duratec	.....	303-07B-00-2
Coil On Plug (COP) 3, P68 – Duratec	.....	303-07B-00-2
Coil On Plug (COP) 4, P69 – Duratec	.....	303-07B-00-2
Coil On Plug (COP) 5, P70 – Duratec	.....	303-07B-00-2
Coil On Plug (COP) 6, P71 – Duratec	.....	303-07B-00-2
07/2001		Mazda Tribute

L1004\_05018

100-00-03 Введение

- Как и раздел «GI Общие сведения» в обычных электрических схемах Mazda, в этом разделе даются инструкции, как использовать и читать электрические схемы. Он содержит полезную информацию по следующим темам:
  - Работа полной цепи
  - Информация о плавких предохранителях и реле
  - Распределение питания
  - Подробности о плавких предохранителях
  - Распределение заземления
  - Информация об обозначении элементов
  - Предупреждения

100-00-03
Introduction
100-00-03

-1

**Note**

All wiring connections between components are shown exactly as they exist in the vehicles. It is important to realize, however, that no attempt has been made on the schematic to represent components and wiring as they physically appear on the vehicle. For example, a 4-foot length of wire is treated no differently in a schematic from one which is only a few inches long. Furthermore, to aid in understanding electrical (electronic) operation, wiring inside complicated components has been simplified.

**Complete Circuit Operation**

Each circuit is shown completely and independently in one chapter or "section". Other components which are connected to the circuit may not be shown unless they influence the circuit operation.

**Current Flow (1)**

Each section normally starts with the component that powers the circuit such as a fuse or the ignition switch. Current flow is shown from the power source at the top of the page to ground at the bottom of the page. In order to concentrate on the essential parts, power supply and ground connections are sometimes simplified by a dashed line in the schematics. A full representation of the power supply of a fuse or the power distribution from a fuse to various components is given in sections 700-02-00 "Power Distribution" and 700-03-00 "Fuse Details", respectively. Full representation of the ground connections are shown in section 700-04-00 "Ground Distribution".

**Switch Positions (2)**

Within the schematic, all switches, sensors and relays are shown "at rest" (as if the Ignition Switch were OFF).

**Splices (3)**









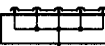
















An arrow indicates that the splice is not shown completely. The page where the splice appears in full is listed in the Index. If the splice is not shown completely in the schematic but is complete within the section, the number of the page where the splice is completed is indicated next to the arrow.

07/2001
Mazda Tribute

L1004\_05019

100-00-04 Условные обозначения

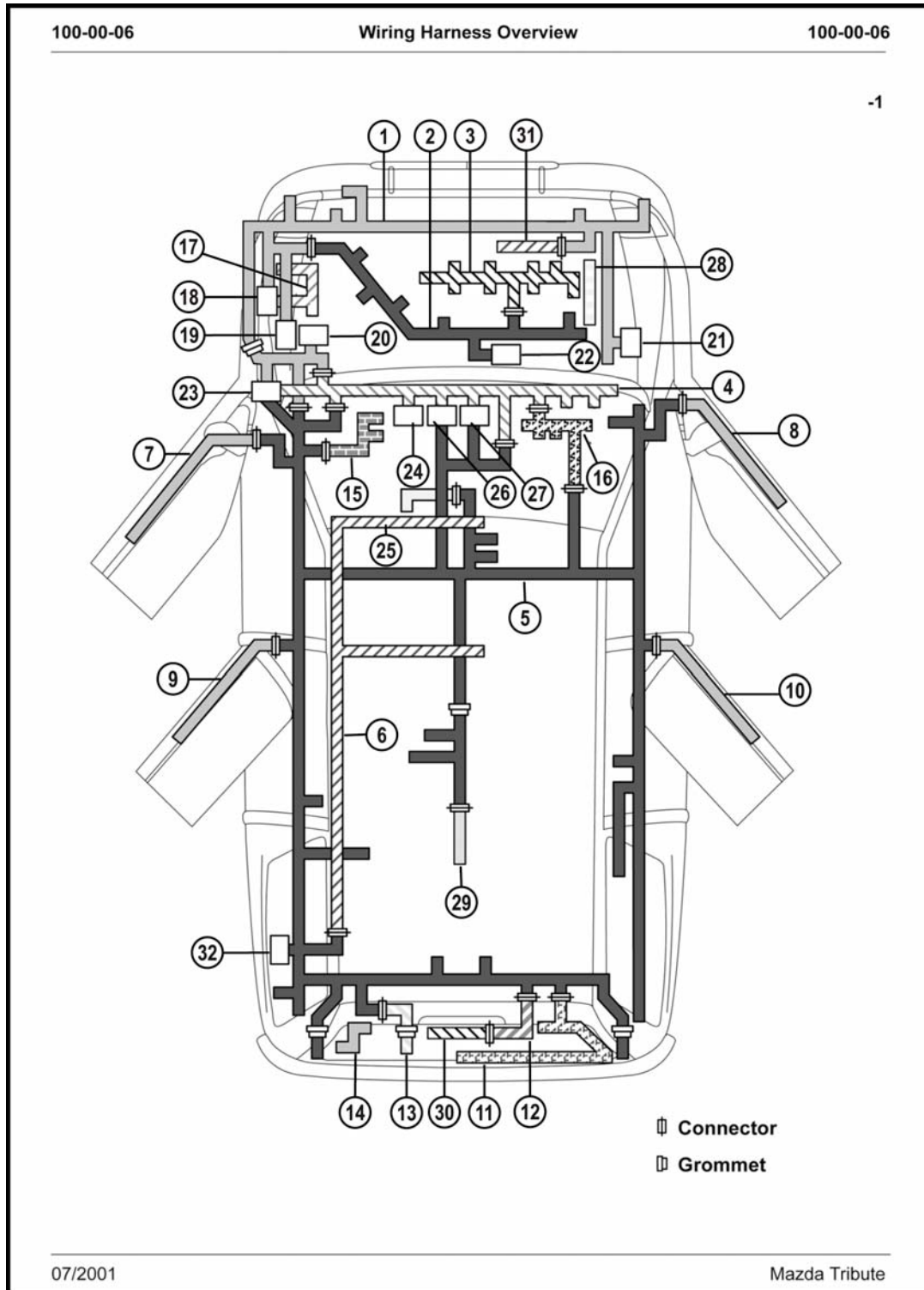
- Как и раздел «GI Общие сведения» в обычных электрических схемах компании Mazda, этот раздел предоставляет таблицу всех электрических/электронных устройств, на которые ссылаются электрические схемы. В таблице указаны изображения, названия и характеристики этих элементов.

100-00-04	Symbols	100-00-04																														
 Lamp  Bifilament lamp  High beam symbol  Fog lamp symbol  Hall sensor	 Air bag sliding contact  Buzzer  Distributor  Joint connector	<p style="text-align: right;">-3</p>  Heating element  Conductor loop  Fuel sender  Thermal limiter relay  AC voltage  Filter																														
-4																																
 Gauges  Antenna  Ignition coil assembly  Permanent magnet, one-speed-motor  Permanent magnet, two-speed-motor	 Busbar  Turn signal symbol  ABS wheel sensor  Left-hand-drive vehicles <p style="text-align: center;">Country code</p>  Canada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Wire colors</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BK</td><td>Black</td></tr> <tr><td>BN</td><td>Brown</td></tr> <tr><td>BU</td><td>Blue</td></tr> <tr><td>GN</td><td>Green</td></tr> <tr><td>GY</td><td>Gray</td></tr> <tr><td>LG</td><td>Light-green</td></tr> <tr><td>NA</td><td>Natural</td></tr> <tr><td>OG</td><td>Orange</td></tr> <tr><td>PK</td><td>Pink</td></tr> <tr><td>RD</td><td>Red</td></tr> <tr><td>SR</td><td>Silver</td></tr> <tr><td>VT</td><td>Violet</td></tr> <tr><td>WH</td><td>White</td></tr> <tr><td>YE</td><td>Yellow</td></tr> </tbody> </table>	Wire colors		BK	Black	BN	Brown	BU	Blue	GN	Green	GY	Gray	LG	Light-green	NA	Natural	OG	Orange	PK	Pink	RD	Red	SR	Silver	VT	Violet	WH	White	YE	Yellow
Wire colors																																
BK	Black																															
BN	Brown																															
BU	Blue																															
GN	Green																															
GY	Gray																															
LG	Light-green																															
NA	Natural																															
OG	Orange																															
PK	Pink																															
RD	Red																															
SR	Silver																															
VT	Violet																															
WH	White																															
YE	Yellow																															
07/2001	Mazda Tribute																															

L1004\_05020

100-00-06 Общий вид жгутов электропроводки

- В группе 100-00-06 имеется «Общий вид жгутов электропроводки», где показана разводка и основные места соединений жгутов проводов.



L1004\_05021

- К «Общему виду жгутов электропроводки» добавлен указатель, который даёт названия и идентификационные номера конкретных жгутов проводов.

100-00-06		Wiring Harness Overview		100-00-06	
-2					
Item	ID	Description			
1	14290	Wiring harness - Dash panel to headlamp junction			
2	12A522	Wiring harness – Engine control			
3	9H589	Wiring harness – Fuel shutoff			
4	14401	Wiring harness - Main			
5	14405	Wiring harness – Tail lamps			
6	14334	Wiring harness - Interior lamp, feed			
7	14631	Wiring harness – Left front door			
8	14630	Wiring harness – Right front door			
9	14632	Wiring harness - RH rear door			
	19A017	Wiring harness - RH rear door, without power equipment			
10	14632	Wiring harness - LH rear door			
	19A017	Wiring harness - LH rear door, without power equipment			
11	18C673	Wiring harness - Back window heat control jumper			
12	13B472	Wiring harness - Wiring harness – High mounted stoplamp, jumper			
13	13A576	Wiring harness – Trailer socket			
14	18C620	Wiring harness - Back window heater Ground			
15	7M196	Wiring harness – Automatic clutch			
16	19B107	Wiring harness – Radio jumper			
17	14A280	Wiring harness – Battery			
18	–	Battery Junction Box (BJB)			
19	2C018	ABS control module			
21	–	Speed control servo			
22	12A650	Powertrain Control Module (PCM)			
23	–	Central Junction Box (CJB)			
24	–	Instrument cluster			
25	57608	Wiring harness - Seat control, feed, jumper			
26	–	Generic Electronic Module (GEM)			
27	–	Restraints Control Module (RCM)			
28	14303	Wiring harness – Engine ground			
29	14B110	Wiring Harness – Four–wheel drive relay to solenoid			
30	14A583	Wiring harness – Tailgate			
31	19B573	Wiring harness – Air conditioner clutch coil lead			
32	–	Four–wheel drive control module			

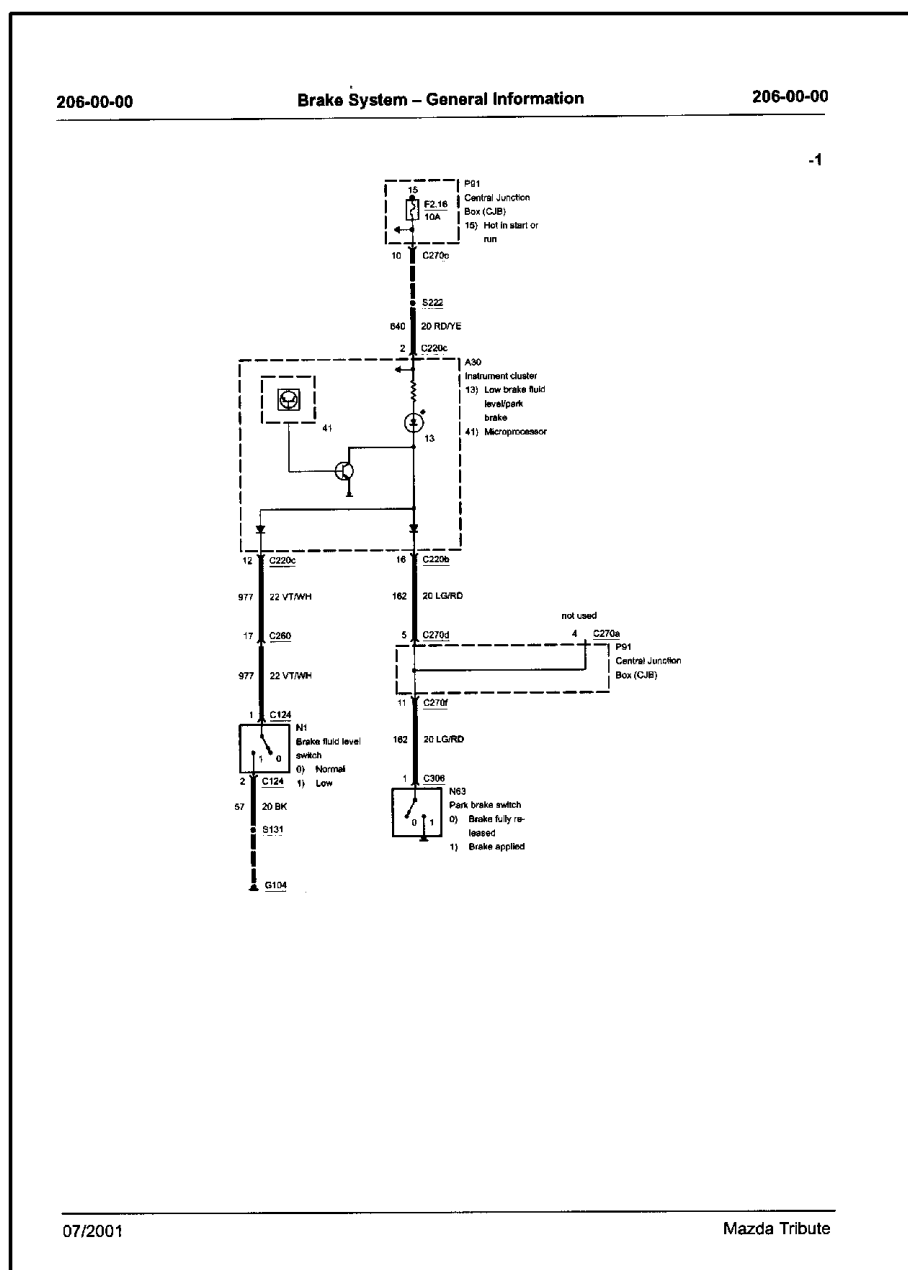
07/2001

Mazda Tribute

L1004\_05022

**Принципиальные схемы системы**

- Это настоящие электрические схемы. Они охватывают все электрические и электронные системы автомобиля, начиная с тормозной системы (206-00-00-1) и заканчивая системой подушек и ремней безопасности (501-20A-00-1). Название соответствующей системы всегда отображается в заголовке. Системы автомобиля всегда подбираются по группам (первая цифра номера страницы) следующим образом:
  - Группа 2 - Шасси
  - Группа 3 – Силовой агрегат
  - Группа 4 - Электрика
  - Группа 5 – Кузов и лакокрасочное покрытие



L1004\_05023

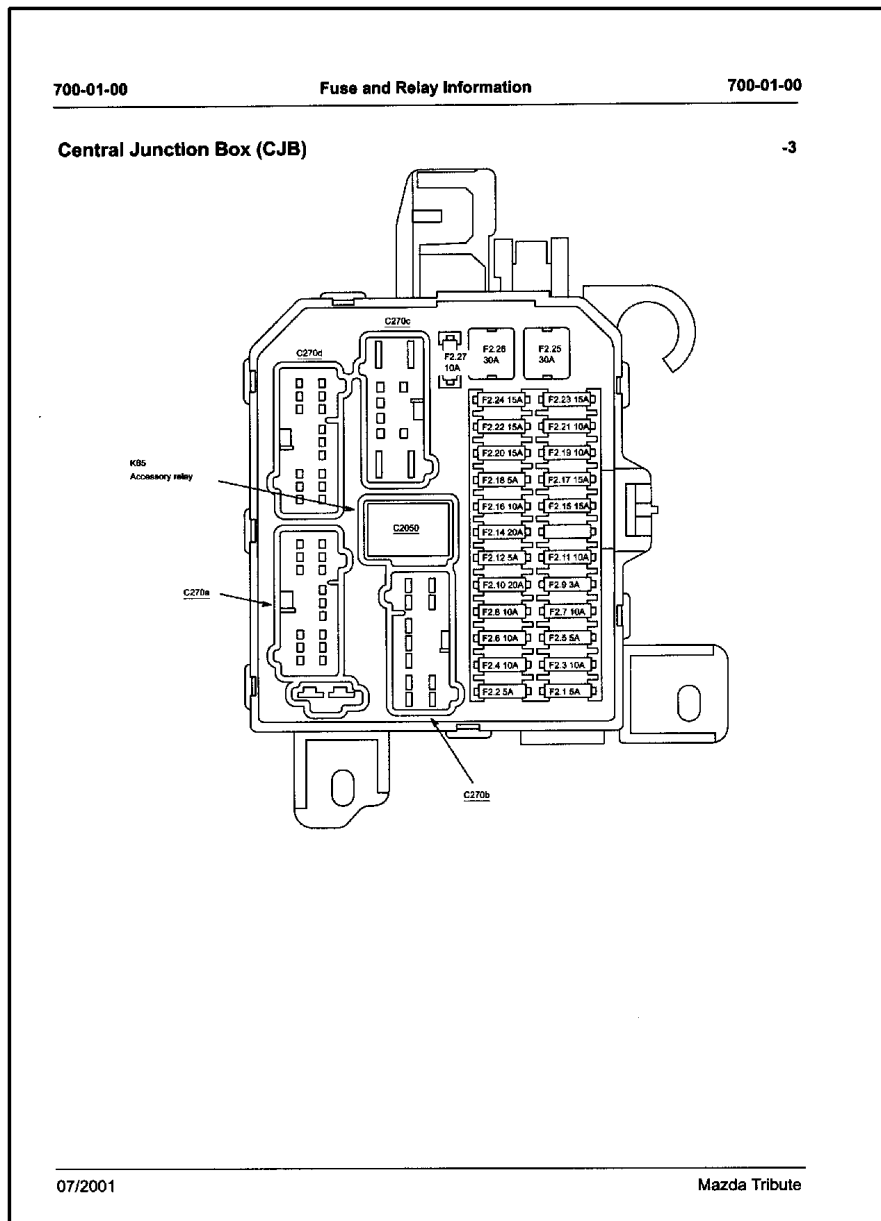


**Группа 7 – Общая информация о проводке**

- 700-01-00 Информация о плавких предохранителях и реле
- 700-02-00 Распределение питания
- 700-03-00 Подробности о плавких предохранителях
- 700-04-00 Распределение заземления
- 700-05-00 Карты размещения элементов
- 700-06-00 Изображения размещения элементов
- 700-07-00 Изображения разъёмов
- 700-08-00 Карты определения мест ремонта автомобиля
- 700-09-00 Проверка элементов

**700-01-00 Информация о плавких предохранителях и реле**

- В данном разделе даются изображения всех блоков предохранителей и реле и распределительных коробок.



L1004\_05024

- 700-02-00 Распределение питания**
- 700-03-00 Подробности о плавких предохранителях**
- 700-04-00 Распределение заземления**

- Страницы этих глав оформлены как «Принципиальные схемы системы».
- Под заголовками «Распределение питания» и «Подробности о плавких предохранителях» даётся назначение контактов разъёмов, плавких предохранителей и реле.
- Под заголовком «Распределение заземления» показаны все подключения к заземлению (к массе) всех электрических и электронных устройств.

**700-05-00    Карты размещения элементов**

- Карты размещения элементов» - это указатель элементов, разъёмов, сращений, точек заземления и жгутов проводов, который даёт номера страниц и координаты, относящиеся к «Изображениям размещения элементов» (700-06-00).
- Указатель сортируется по кодам элементов, которые можно взять из иллюстраций в электрических схемах.

700-05-00		Component Location Charts	700-05-00
			-1
Components	Location	Section 700-06-00 Page/coordinates	
A7	ABS control module engine compartment, LH side, rear	14	C 1
A17	Electronic flasher module behind dash panel, LH side	17	C 1
A17	Electronic flasher module behind dash panel, LH side	17	D 1
A30	Instrument cluster behind dash panel, LH side	17	D 5
A30	Instrument cluster behind dash panel, LH side	17	C 5
A31	Fuel tank unit vehicle floor, LH side, rear	27	D 5
A39	Clock behind dash panel, RH side, center	19	E 5
A40	Transmission hardware unit transmission, RH side, center – Duratec	4	D 5
A40	Transmission hardware unit transmission, RH side, center – ZETEC	9	B 5
A42	Driver air bag module on steering column		
A43	Passenger air bag module behind dash panel, RH side	19	C 5
A112	Generic Electronic Module (GEM) behind dash panel, center	18	A 2
A112	Generic Electronic Module (GEM) behind dash panel, center	18	A 1
A116	Seat belt tensioner, passenger seat vehicle floor, RH side, front	26	A 4
A117	Seat belt tensioner, driver seat vehicle floor, LH side, front	24	F 2
A147	Powertrain Control Module (PCM) engine compartment, rear, center	11	A 3
A151	Antenna engine compartment, RH side, rear – Base audio		
A151	Antenna engine compartment, RH side, rear – Midline audio		
A151	Antenna engine compartment, RH side, rear – Highline audio		
A154	Side air bag module, right vehicle floor, RH side, front	26	D 2
A155	Side air bag module, left vehicle floor, LH side, front	24	C 1
A158	Remote control antenna behind dash panel, center		
A172	Door lock unit, driver side front in driver door, rear, center	34	B 5

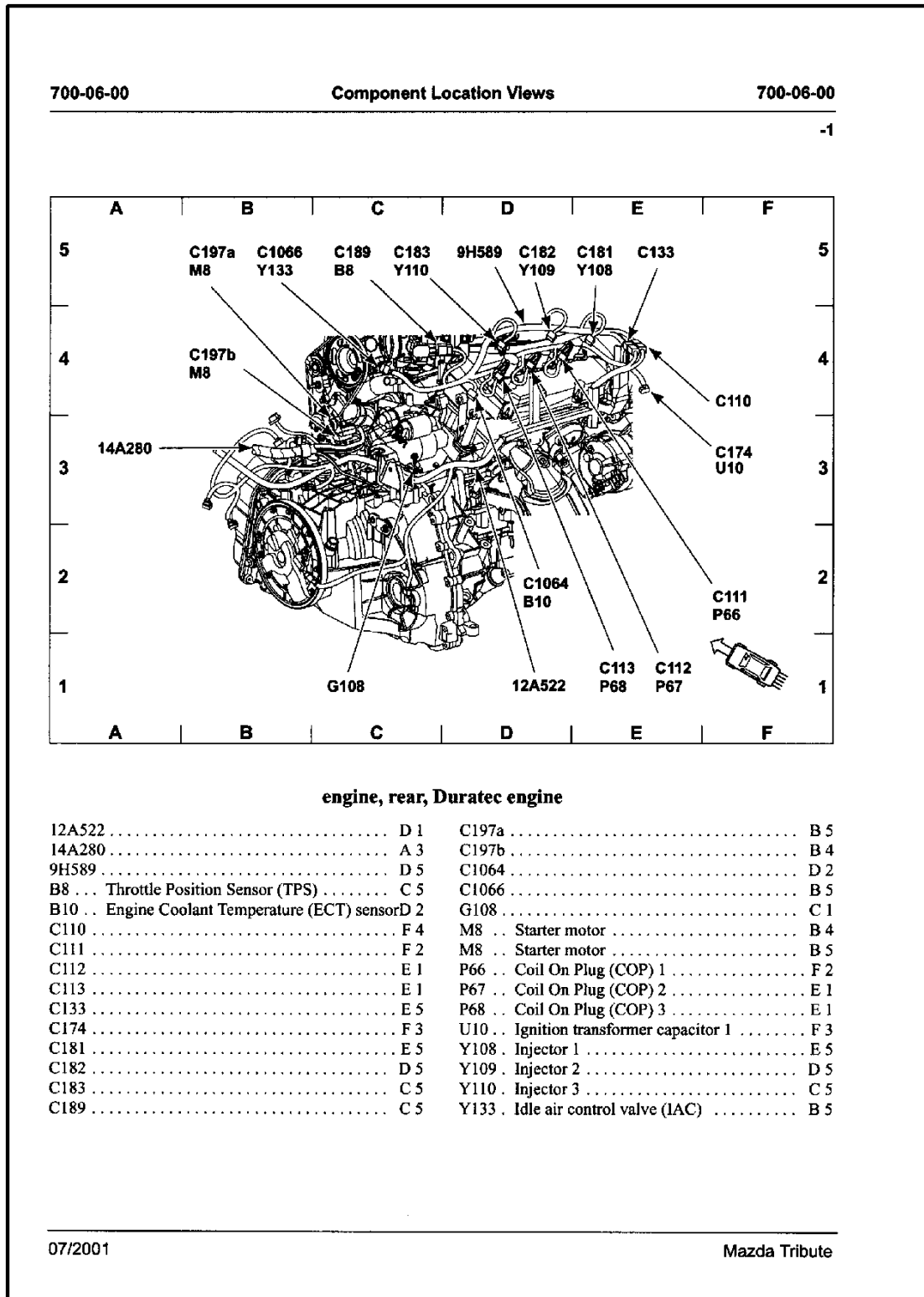
07/2001

Mazda Tribute

L1004\_05025

700-06-00 Изображения размещения элементов

- Интересующий элемент можно найти на иллюстрации с помощью номеров страниц и координат, подобных тем, что имеются на географической карте.



L1004\_05026

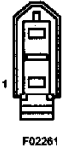
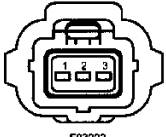



700-07-00 Изображения разъёмов

- В отличие от обычных электрических схем компании Mazda, изображения разъёмов собраны вместе в одном разделе.

**Прим:** Разъёмы изображены со стороны разъёма (отсоединёнными!), а не со стороны жгута, как это делается на обычных чертежах компании Mazda.

700-07-00
Connector Views
700-07-00

-1

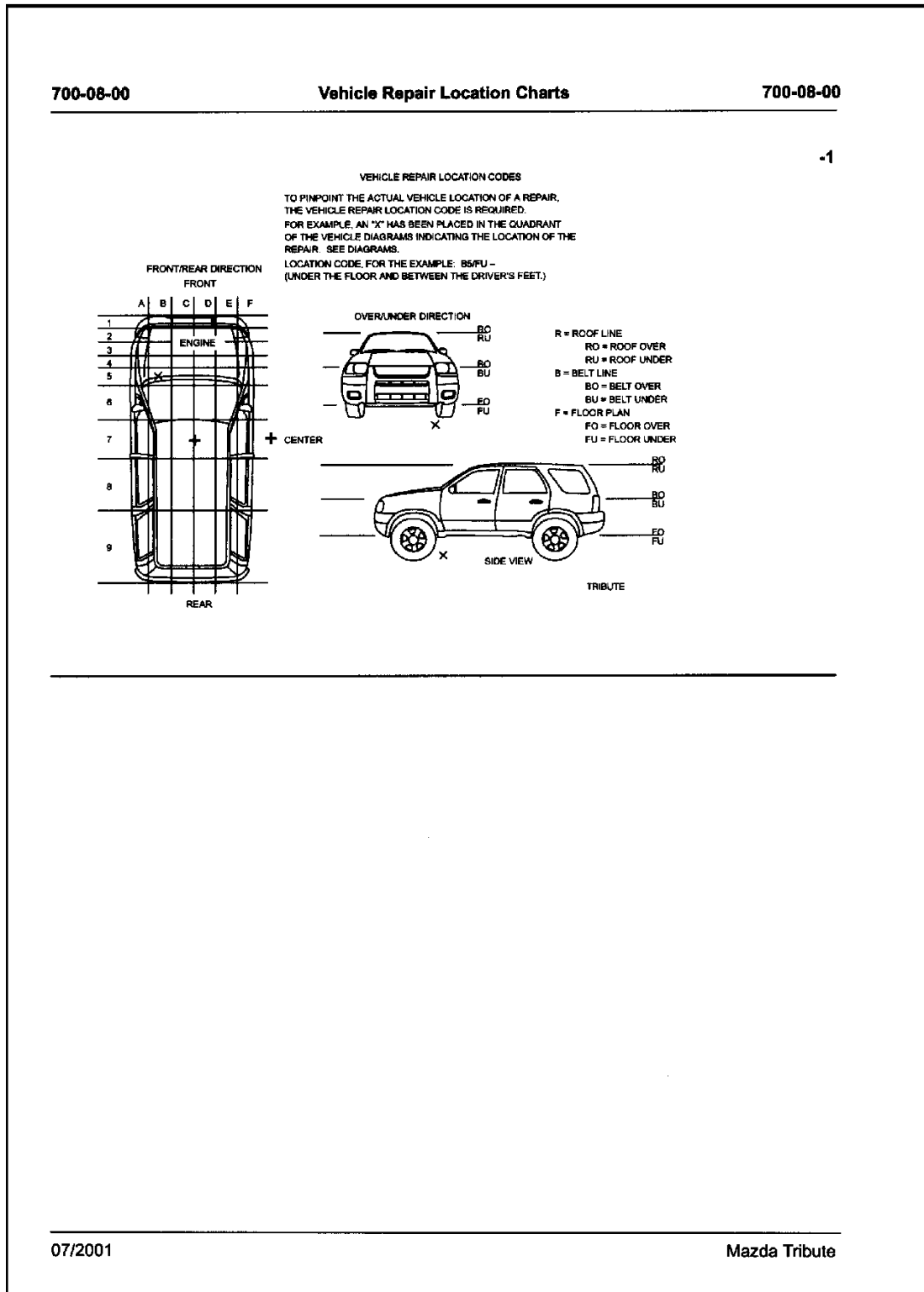
<p><b>C100</b> <b>19B573</b> Y31 A/C clutch solenoid</p>  <p style="text-align: center;">F02261</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Circuit</th> <th>Circuit Function</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>321 (GY/WH)</td> <td>A/C clutch relay, switched output</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>57 (BK)</td> <td>Ground</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Circuit	Circuit Function	1	321 (GY/WH)	A/C clutch relay, switched output	2	57 (BK)	Ground	<p><b>C102a</b> <b>12A522</b> O5 Generator</p>  <p style="text-align: center;">F03093</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Circuit</th> <th>Circuit Function</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>904 (LG/RD)</td> <td>Generator/Battery indicator, control</td> </tr> <tr> <td>921 (GY/OG)</td> <td>Generator, to, Powertrain Control Module (PCM)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>820 (BN/WH)</td> <td>Generator, to, Powertrain Control Module (PCM)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>112 (BK/YE)</td> <td>Voltage supplied at all times (overload protected)</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Circuit	Circuit Function	1	904 (LG/RD)	Generator/Battery indicator, control	921 (GY/OG)	Generator, to, Powertrain Control Module (PCM)	2	820 (BN/WH)	Generator, to, Powertrain Control Module (PCM)	3	112 (BK/YE)	Voltage supplied at all times (overload protected)
Pin	Circuit	Circuit Function																						
1	321 (GY/WH)	A/C clutch relay, switched output																						
2	57 (BK)	Ground																						
Pin	Circuit	Circuit Function																						
1	904 (LG/RD)	Generator/Battery indicator, control																						
	921 (GY/OG)	Generator, to, Powertrain Control Module (PCM)																						
2	820 (BN/WH)	Generator, to, Powertrain Control Module (PCM)																						
3	112 (BK/YE)	Voltage supplied at all times (overload protected)																						
<p><b>C101</b> <b>9H589</b> B43 Crankshaft position sensor</p>  <p style="text-align: center;">F02109</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Circuit</th> <th>Circuit Function</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>139 (GY/YE)</td> <td>Powertrain Control Module (PCM) - Crankshaft position sensor -</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>138 (BK/PK)</td> <td>Powertrain Control Module (PCM) - Crankshaft position sensor +</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Circuit	Circuit Function	1	139 (GY/YE)	Powertrain Control Module (PCM) - Crankshaft position sensor -	2	138 (BK/PK)	Powertrain Control Module (PCM) - Crankshaft position sensor +	<p><b>C102b</b> <b>12A522</b> O5 Generator</p>  <p style="text-align: center;">F01DB5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Circuit</th> <th>Circuit Function</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>36 (YE/WH)</td> <td>Voltage supplied at all times (overload protected)</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Circuit	Circuit Function	1	36 (YE/WH)	Voltage supplied at all times (overload protected)								
Pin	Circuit	Circuit Function																						
1	139 (GY/YE)	Powertrain Control Module (PCM) - Crankshaft position sensor -																						
2	138 (BK/PK)	Powertrain Control Module (PCM) - Crankshaft position sensor +																						
Pin	Circuit	Circuit Function																						
1	36 (YE/WH)	Voltage supplied at all times (overload protected)																						
	<p><b>C102c</b> <b>14A280</b> O5 Generator</p>  <p style="text-align: center;">F01DB5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Circuit</th> <th>Circuit Function</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>36 (YE/WH)</td> <td>Voltage supplied at all times (overload protected)</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Circuit	Circuit Function	1	36 (YE/WH)	Voltage supplied at all times (overload protected)																	
Pin	Circuit	Circuit Function																						
1	36 (YE/WH)	Voltage supplied at all times (overload protected)																						

07/2001
Mazda Tribute

L1004\_05027

700-08-00 Карты определения мест ремонта автомобиля

- Для обеспечения унифицированного обозначения мест ремонта, добавлены «Карты определения мест ремонта автомобиля». Это должно упростить обмен информацией и помочь избежать недоразумений (например, в случае претензий по гарантии).



L1004\_05028

700-09-00 Проверка элементов

- Процедуры проверки элементов даются для того, чтобы определить, исправен ли элемент или неисправен.
- Информация по проверке для каждого элемента включает принципиальную схему с местами размещения выводов элемента и пошаговые процедуры тестирования.
- Выводы элементов обозначаются буквами или номерами, которые могут быть промаркированы на элементе или на ответной части, если на элементе нет маркировки.

700-09-00
Component Testing
700-09-00

-2

**Headlamp switch, exterior lamps**

**SCHEMATIC**

N120  
 Light switch  
 0) Off  
 1) Park  
 2) Low beam  
 3) High beam  
 4) Neutral  
 5) LH turn signal  
 7) RH turn signal  
 17) Head  
 18) Flash to pass

**TERMINALS**

**C2080**

F17008

**COMPONENT TESTING PROCEDURE**

TO TEST	Connect Self-Powered Test Light or Ohmmeter to Terminals	Move Switch to These Positions	A Good Switch Will Indicate
<b>Headlamp</b>	13 and 16	Off	Open Circuit
		Head	Closed Circuit
		Park	Open Circuit
<b>Park Lamp</b>	14 and 16	Off	Open Circuit
		Head	Closed Circuit
		Park	Closed Circuit
<b>Turn Signal</b>	2 and 3	Left Turn	Open Circuit
		Right Turn	Closed Circuit
	2 and 1	Left Turn	Closed Circuit
		Right Turn	Open Circuit
<b>High Beam</b>	7 and 16	High Beam	Closed Circuit
		Flash to Pass	Open Circuit
		Low Beam	Open Circuit
<b>Low Beam</b>	16 and 17	High Beam	Open Circuit
		Flash to Pass	Open Circuit
		Low Beam	Closed Circuit
<b>Flash to Pass</b>	8 and 16	High Beam	Closed Circuit
		Flash to Pass	Closed Circuit
		Low Beam	Open Circuit

07/2001
Mazda Tribute

L1004\_05029

## Доступные через сеть электрические схемы WebMESI

### Краткое описание электрических схем

- Такая компьютерная электрическая схема была разработана для использования непосредственно на площадке для технического обслуживания.
- Она содержит функции, которые максимизируют возможности автоматического взаимодействия с целью обеспечения быстрого и точного выполнения ремонта.
- Чтобы получить доступ к электрическим схемам, сначала войдите в Портал Mazda и выберите WebMESI. После того, как указан тип автомобиля, в меню "Service Contents" (Содержание обслуживания) можно выбрать "Wiring Diagram" (Электрическая схема).
- На этих схемах показаны электрические схемы каждой системы, начина от источника питания и заканчивая заземлением (подключением к массе). Сторона источника питания находится в верхней части страницы, сторона заземления – в нижней части. На этих схемах изображены цепи при выключенном зажигании.
- Разъяснения по различным точкам схемы можно найти в разделе "General Information - Reading Wiring Diagrams" (Общая информация – Чтение электрических схем).

### Особые свойства

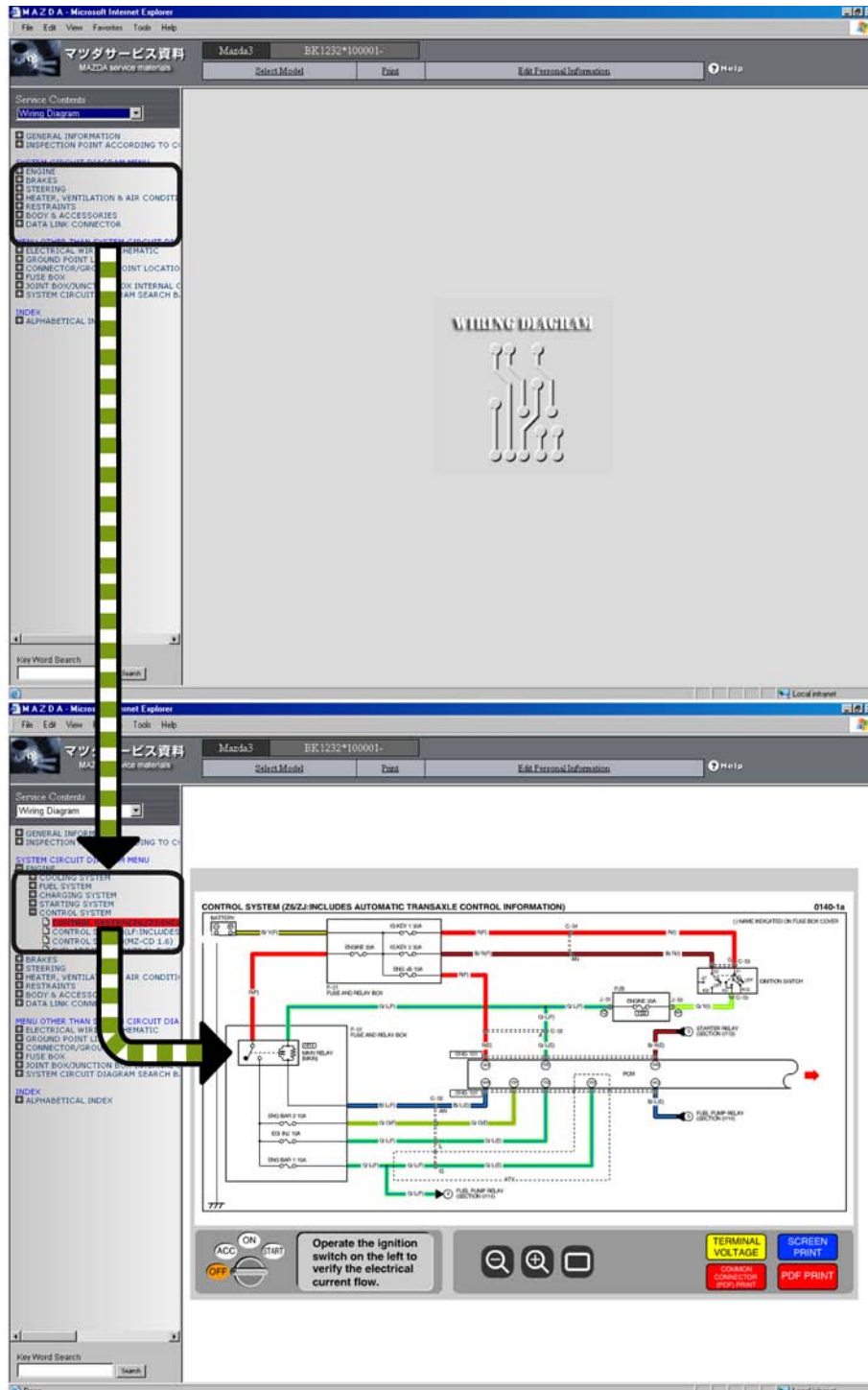
1. Цвета проводов показаны в реальном цвете.
2. Анимированные изображения главных потоков электрического тока.
3. Выделенное изображение связанных с каждым DTC деталей.
4. Функция расширенного поиска:
  - Поиск электрических схем из схем размещения разъёмов/точек заземления/плавких предохранителей.
  - Поиск электрических схем, исходя из цветов проводов жгутов проводки.
  - Поиск электрических схем, исходя из названий деталей.



Основные функции

Поиск электрических схем, исходя из названий систем

- Чтобы вызвать на экран информацию, в иерархическом меню выберите систему, которую Вы хотите увидеть.

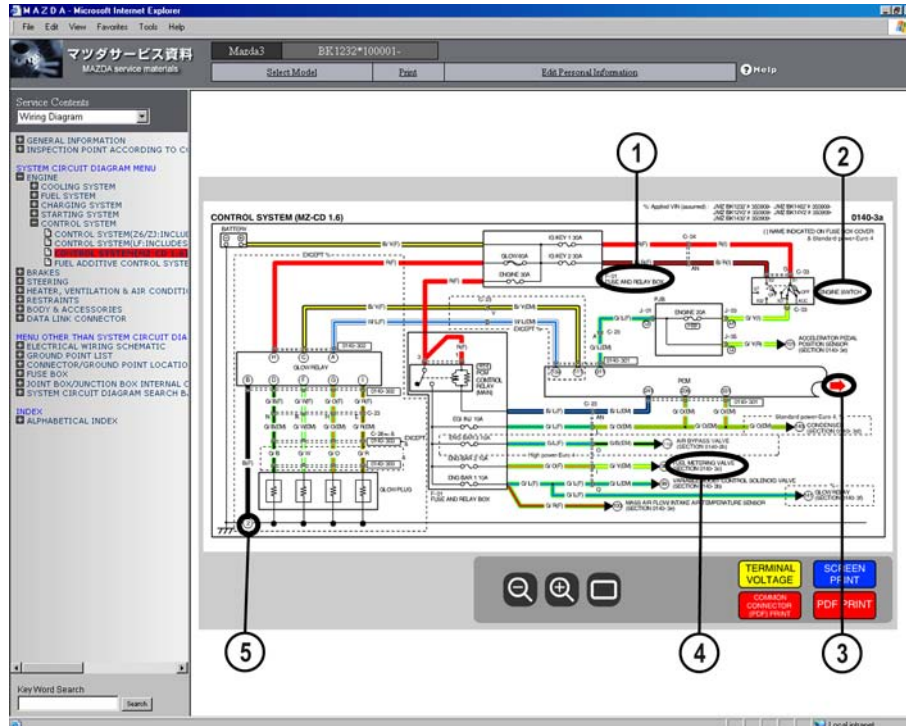


L1004\_05030



Основные операции на экране (Принципиальная схема системы)

- Выбор левой кнопкой мышки областей с (1) по (5) позволяет отобразить на экране различную информацию.



L1004\_05032

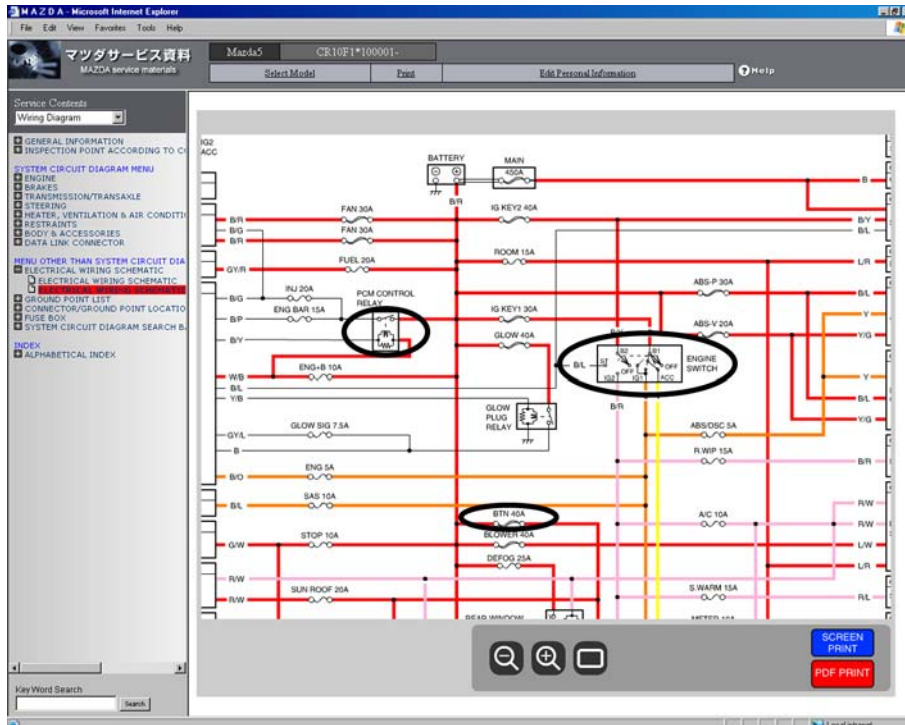
- 1 Обозначение блок плавких предохранителей (F-01, и т.п.): Демонстрирует соответствующий блок предохранителей.
- 2 Код разъёма/название детали: Демонстрирует размещение выводов и местоположение соответствующего разъёма.
- 3 Красная стрелка: Красная стрелка указывает, что электрическая схема состоит из нескольких страниц. Щёлкните красную стрелку, чтобы вызвать на экран предыдущую или следующую страницу.
- 4 Номер соединения (указывает, что цепь подключена к другой системе): Демонстрирует электрическую схему, к которой она подключена.

**ПРИМ:** Если цепь подключена к двум или более другим системам, либо имеются варианты, зависящие от типа двигателя, то будет показан список возможных вариантов.

- 5 Точка заземления: Показывает местоположение соответствующей точки заземления (подключения к массе).

Основные операции на экране (Схема системы подачи питания)

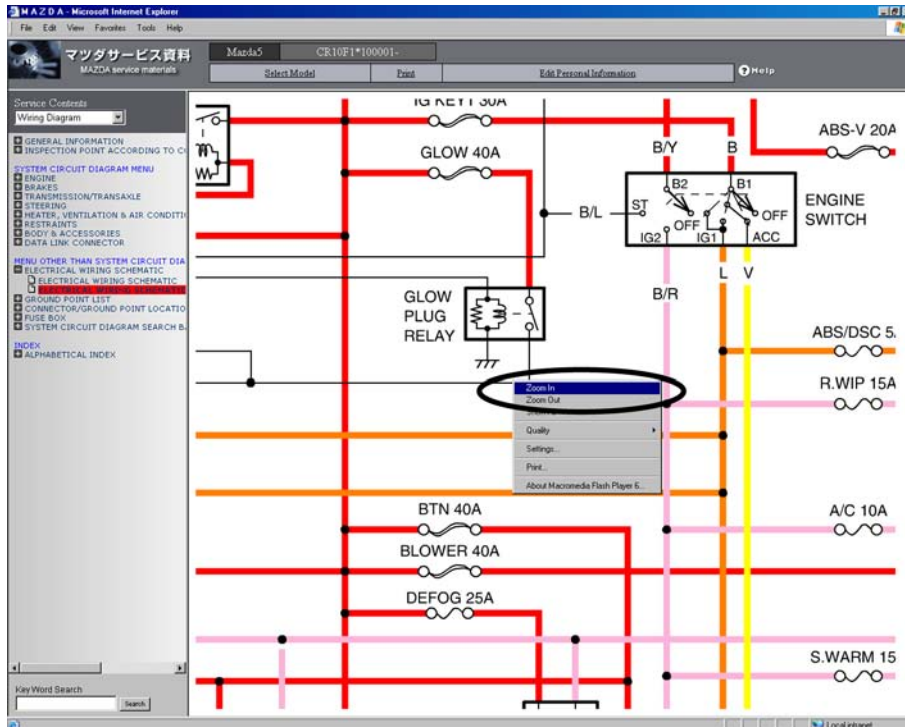
- Щёлкните на схеме системы подачи питания выключатель зажигания, реле или плавкий предохранитель, чтобы вызвать на экран ту электрическую схему, в которой работает выбранная деталь.



L1004\_05033

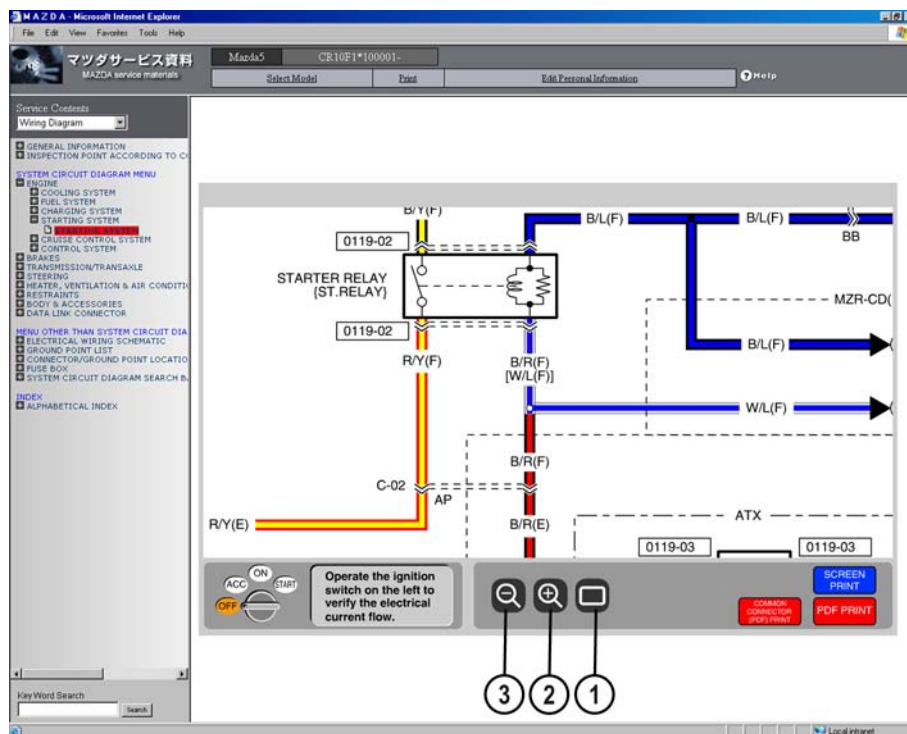
Увеличение/уменьшение масштаба

- Щёлкните правой кнопкой мышки тот экран, масштаб которого Вы хотите увеличить/уменьшить и выберите “Zoom-in” (Увеличить масштаб) или “Zoom-out” (Уменьшить масштаб).



L1004\_05034

- Используйте кнопки с (1) по (3) в нижней части, чтобы увеличить или уменьшить масштаб изображения.

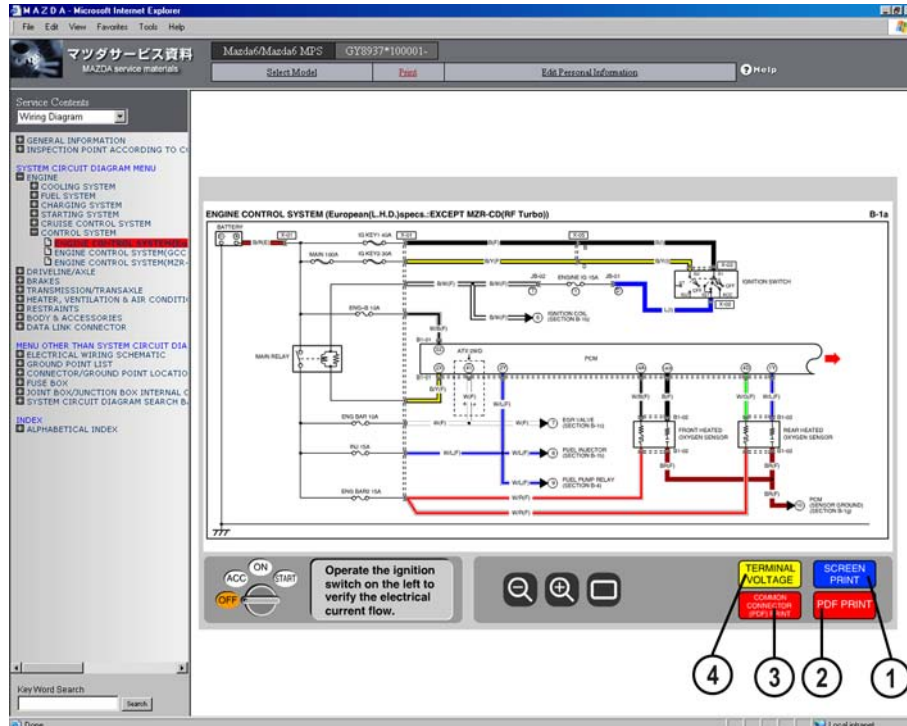


L1004\_05035

- |   |                               |   |                   |
|---|-------------------------------|---|-------------------|
| 1 | Вернуться к исходному размеру | 3 | Уменьшить масштаб |
| 2 | Увеличить масштаб             |   |                   |

## Печать

- Кнопки с (1) по (4) в правой нижней части экрана можно использовать для печати в соответствии с Вашими требованиями.



L1004\_05036

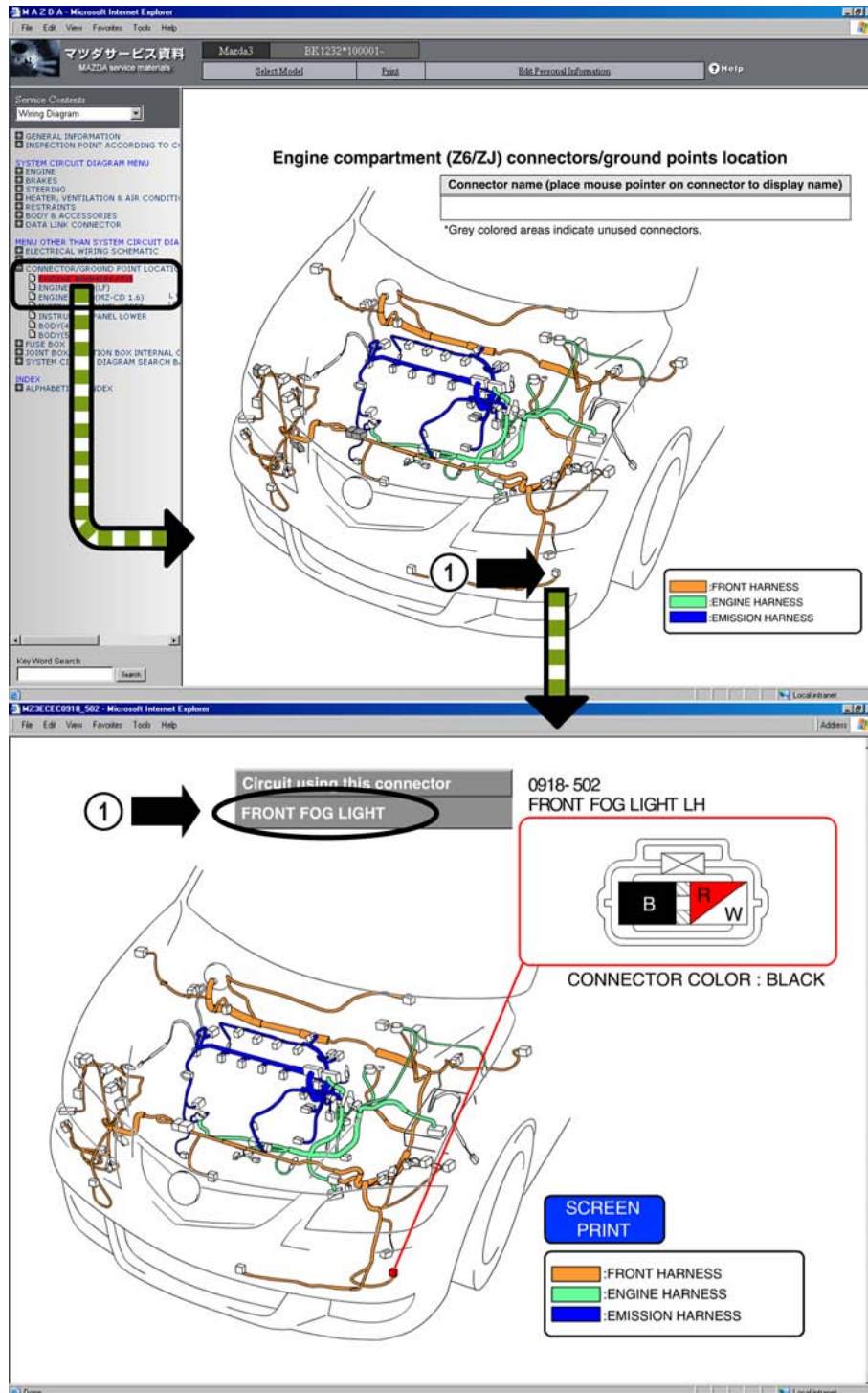
1. SCREEN PRINT (Печать экрана): Можно распечатать экран в точности так, как он выглядит.
2. PDF PRINT (Печать Pdf): Электрические схемы, схемы разъемов и размещения соответствующего участка можно распечатать как файл формата PDF.
3. COMMON CONNECTOR (PDF) PRINT (Печать общих разъемов (PDF)): Если демонстрируемый экран содержит общие разъемы, то можно распечатать таблицу общих разъемов в виде файла формата PDF.
4. TERMINAL VOLTAGE (Напряжение на выводах): Открывает файл формата PDF, содержащий таблицу напряжений на выводах для соответствующей системы. Файл можно распечатать.



Полезные функции поиска электрических схем

Поиск электрических схем, исходя из разъёмов/точек заземления

- В иерархическом меню выберите схему размещения.
- Щёлкните требуемый разъём или точку заземления, чтобы отобразить на экране соответствующую электрическую схему.



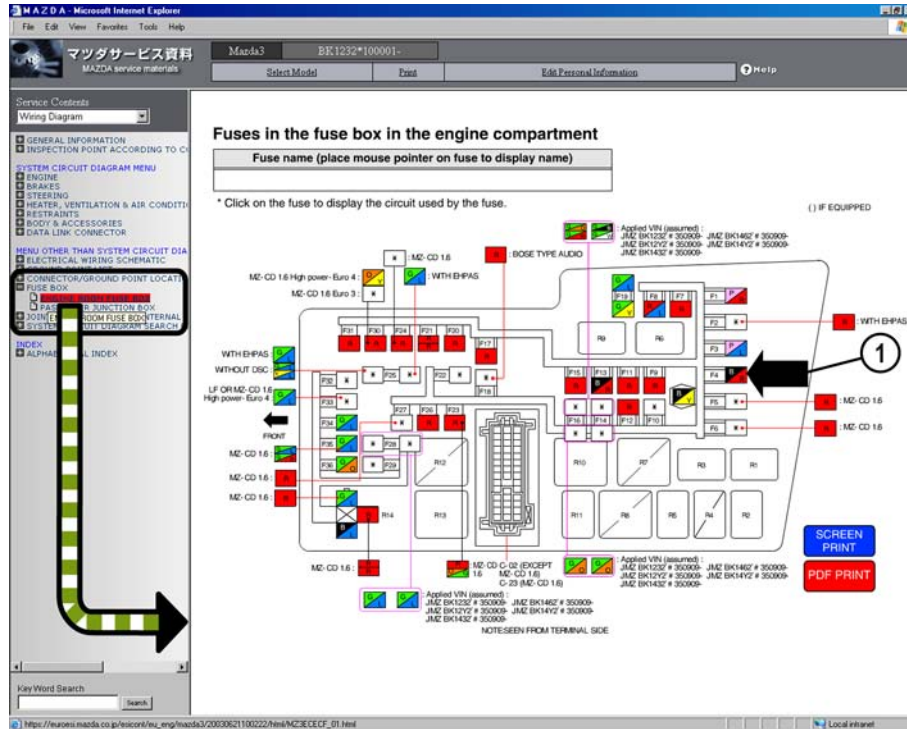
L1004\_05037

1 Щёлкните текст



Поиск электрических схем, исходя из плавких предохранителей

- В иерархическом меню выберите блок предохранителей.
- Чтобы вызвать на экран соответствующую электрическую схему, щёлкните требуемый плавкий предохранитель.

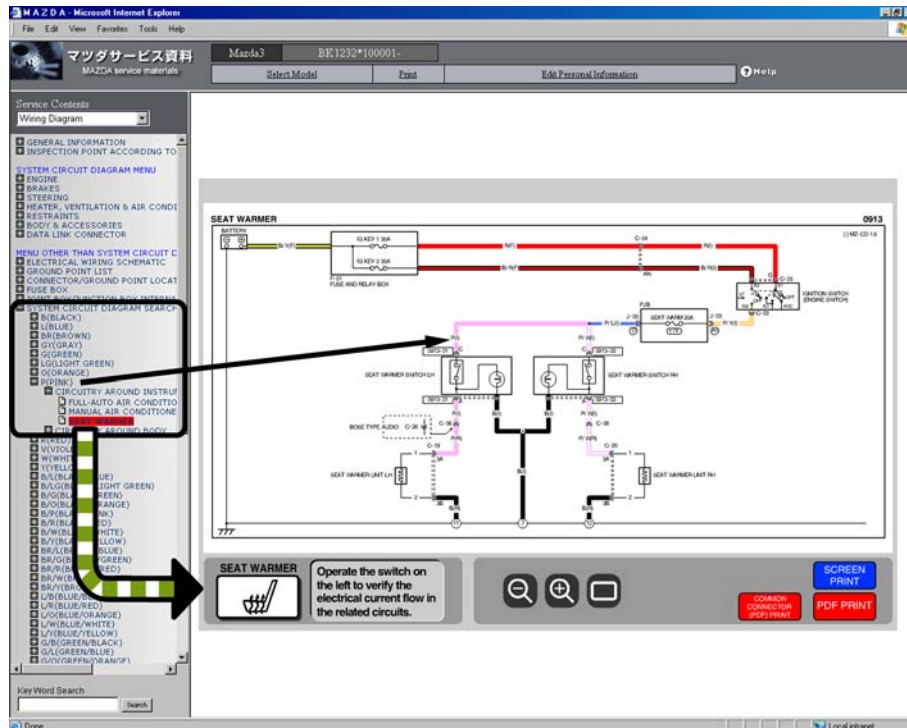


L1004\_05038

1 Щёлкните плавкий предохранитель

Поиск электрических схем, исходя из цветов проводов

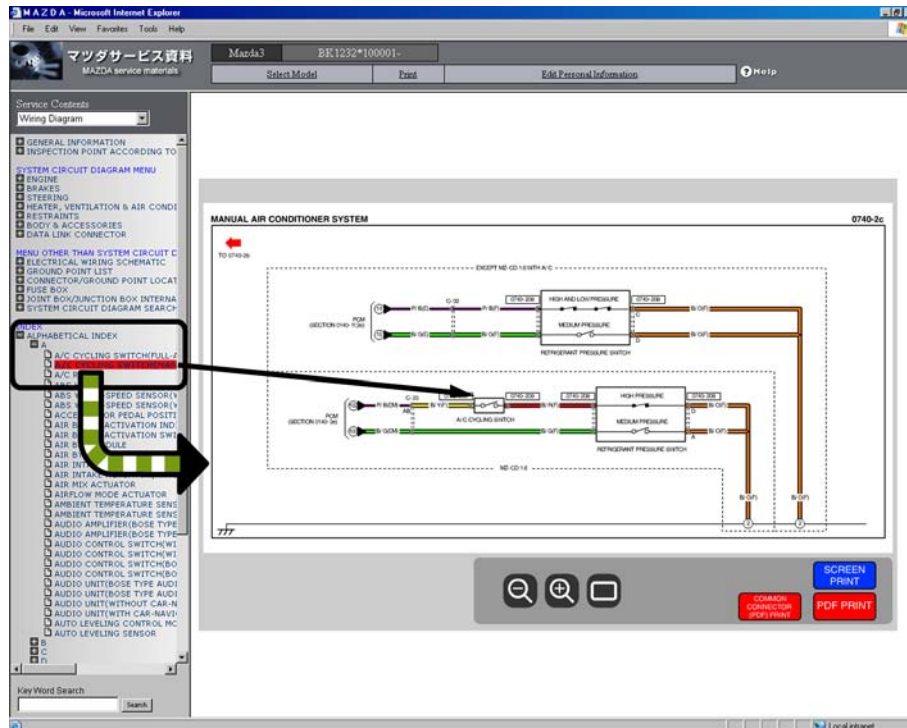
- Выберите в иерархическом меню цвет провода, чтобы вызвать на экран электрическую схему соответствующего жгута проводов.



L1004\_05039

Поиск электрических схем, исходя из названий деталей

- Выберите в иерархическом меню название детали, чтобы вызвать на экран электрическую схему соответствующего жгута проводов.

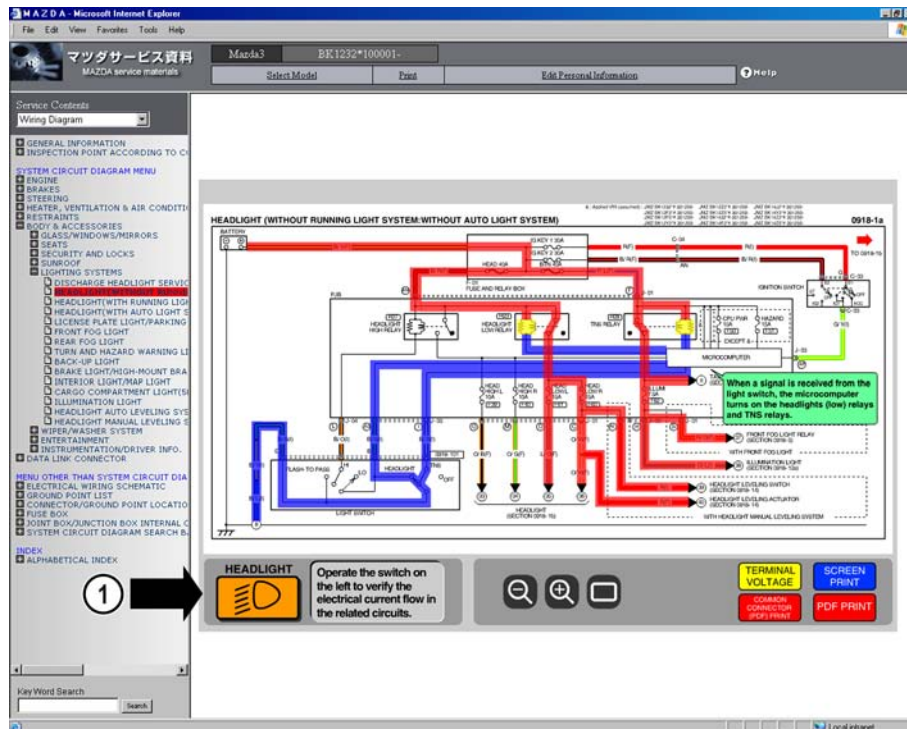


L1004\_05040

Полезные функции

Проверка прохождения электричества

- Если в нижней левой части демонстрируется выключатель, его можно щёлкнуть, чтобы показать прохождение электрического тока в соответствующей системе. Демонстрируются только главные потоки электрического тока.



L1004\_05041

- 1 Щёлкните, чтобы показать прохождение электричества

## Контроль мест проверки для каждого DTC

- Выберите в иерархическом меню DTC, и места возможных неисправностей будут мигать.

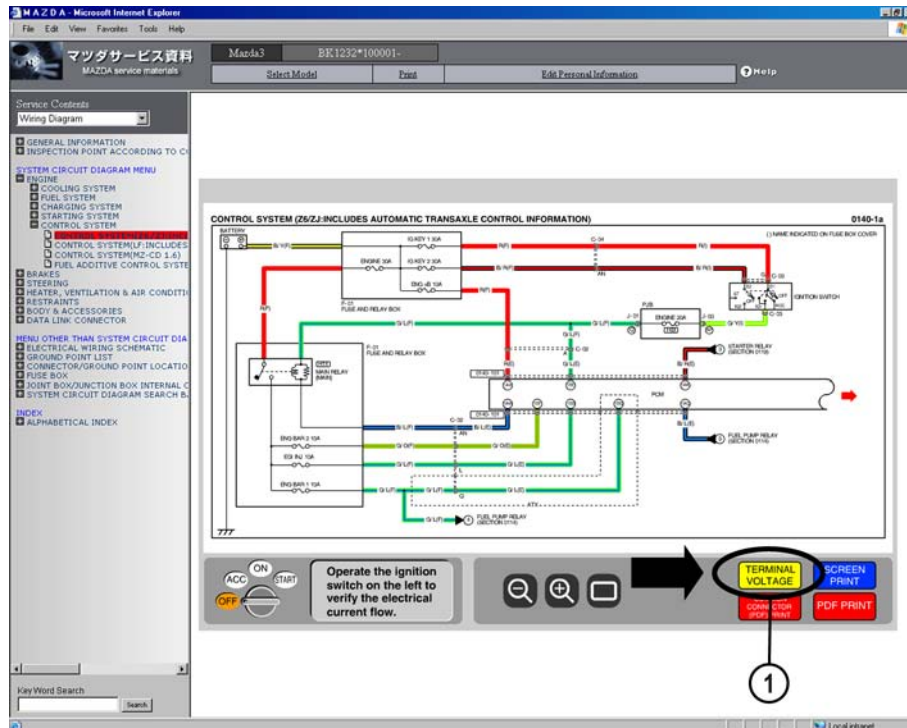
**ПРИМ:** Хотя мигающие места отображают на электрической схеме местонахождение возможных неисправностей для соответствующего DTC, это не отражает всех возможных мест неисправностей.

**ПРИМ:** Если выбран DTC, который соответствует неисправности, не относящейся к электрическим схемам (пример: B1601 PCM обнаруживает незапрограммированный ID-номер ключа), то демонстрируется соответствующая страница Руководства по ремонту.

L1004\_05042

Обращение к таблице напряжений на выводах

- Демонстрирует таблицы напряжений на выводах для систем электрических схем (в примере электрической схемы ниже показан PCM ).



L1004\_05043

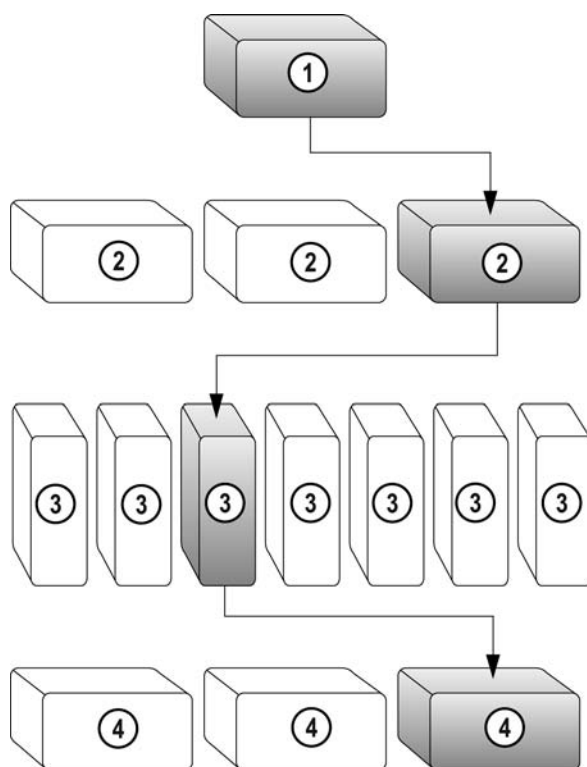
- 1 Щёлкните, чтобы вызвать на экран таблицу напряжений на выводах

**Замечания:**

### Общие положения

- Диагностика требует исчерпывающего знания работы системы. Как и для всей остальной диагностики, технический специалист должен использовать симптомы и указатели, чтобы определить причину проблемы с автомобилем. В помощь техническому специалисту при диагностике автомобилей были проанализированы и включены в стратегию диагностики и во многие публикации по обслуживанию методики многих успешных специалистов .
- Ниже приведена в общих чертах стратегия диагностики, которая поможет гарантировать, что не будет пропущена никакая необходимая для точной диагностики информация.

### Процесс диагностики от симптома к системе, далее к элементу, далее к причине



L1004\_06001

1 Симптом

2 Системы автомобиля

3 Комплектующие детали

4 Причины



- Использование процесса диагностики «Симптом > система > элемент > причина» даёт Вам логический метод устранения проблем заказчика.
  - Прежде всего, подтвердите «Симптом» проблемы заказчика. Проверьте точность и подробность информации в заказе на ремонт. Соберите информацию о претензии. Выявите все симптомы: что работает, а что не работает, проверьте световую предупредительную сигнализацию и сообщения информационного экрана для водителя. Поищите дополнительные симптомы.
  - Затем Вам нужно определить, какая «Система» могла бы вызвать данный симптом. Определите, от чего зависит неправильное функционирование. Выполните функциональные тесты, что исключить возможные причины.
  - Как только Вы выявите конкретную систему, Вам нужно определить, какой (какие) «Элемент (элементы)» внутри системы могли бы быть причиной проблемы заказчика. Осмотрите автомобиль и поищите очевидные неисправности. Проверьте цепи и элементы с помощью **M-MDS (Mazda-Modular Diagnostic System** = унифицированная диагностическая система Mazda) или **WDS (Worldwide Diagnostic System** = всемирная диагностическая система) или цифрового мультиметра, в зависимости от обстоятельств. Начните с цепей и элементов, которые являются наиболее вероятной причиной и которые проще всего проверить. Имейте в виду, что перемежающиеся отказы или симптомы могут потребовать воссоздания условий неисправности в процессе проверки: проверки в горячем состоянии, в холодном состоянии или при раскачивании.
  - После определения неисправного элемента (Элементов), всегда следует попытаться выявить причину неисправности. Может быть, причиной отказа неисправного элемента является другой элемент.
- В некоторых случаях детали просто изнашиваются. Однако в отдельных случаях проблема может быть обусловлена не неисправным элементом, а какой-то другой причиной.
- Когда Вы, в конечном счёте, будете выполнять ремонт, следуйте рекомендованным сервисным процедурам, данным в руководстве по ремонту. Чтобы избежать повторного отказа, убедитесь, прежде чем устанавливать новые детали, что проводка, разъёмы и замыкания на массу находятся в хорошем состоянии.
- После ремонта оцените результаты. Проверьте, что проблема заказчика разрешена, и что все исходные симптомы исчезли.
- Удостоверьтесь, что при выполнении рабочих тестов каких-либо других систем, связанных с претензией или затронутых при ремонте, не было создано никаких новых условий.

### Пример процесса диагностики

- В данном примере приводится образец процесса диагностики по принципу «Симптом > Система > Элемент > Причина». В ходе примера формулируются этапы процесса и их отношение к выявлению действительной причины проблемы.
  - Первый этап процесса диагностики – это проверка симптома (симптомов) проблемы. Заказчик доставляет автомобиль для обслуживания из-за проблемы, касающейся неработающего спидометра. Проблема проверяется пробной ездой. Пробная езда подтверждает правильность «симптомной» части диагностического процесса.
  - Следующий этап процесса диагностики состоит в изолировании системы (систем), на которую(ые) влияет симптом. Визуальный осмотр не даёт никаких очевидных признаков, касающихся проводки, разъёмов и датчика скорости автомобиля. При использовании соответствующего диагностического оборудования диагностический код неисправности указывает проблему с сигналом скорости автомобиля с помощью управляющего компьютера. Данные тестирования, представленные в руководстве, подтверждают правильность «системной» части процесса диагностики.
  - Затем в процессе диагностики нужно изолировать элемент (элементы), которые относятся к системе или симптому. В данном случае, сигнал скорости автомобиля идёт от датчика в РСМ, а РСМ отсылает сигнал на приборный щиток. При помощи процедур из соответствующего руководства по ремонту выявляется, что датчик скорости автомобиля подаёт неверный входной сигнал в РСМ. Датчик является неисправным элементом. Следование процедурам из руководства по ремонту обеспечивает подтверждение правильности «элементной» части процесса диагностики.
  - Наконец, в процессе диагностики определяется, что является «причиной» отказа элемента. В данном случае, тестирование датчика обнаруживает в датчике неисправную внутреннюю схему. Это подтверждает правильность «Причины», имеющей отношение к отказу элемента.
  - Замена датчика восстанавливает исправное рабочее состояние автомобиля.

**Литература по ремонту**

- Литература по ремонту автомобиля содержит следующую информацию по этапам диагностики и проверкам: предварительные проверки, проверка и подтверждение проблемы заказчика/особые режимы езды, испытания в пробеге и точные диагностические испытания.
- Использование сервисной литературы Mazda и диагностического тестового оборудования помогает техническому специалисту отремонтировать автомобилей с первой попытки и вовремя.
- Только использование всего этого материала может гарантировать успешную диагностику и ремонт автомобилей Mazda.

**Профессиональные приёмы работы с электрооборудованием**

- При тестировании электрических цепей важно обращаться с ними аккуратно, чтобы избежать повреждения изоляции, проводников, контактов или элементов. Следует тщательно выполнять измерения. Убедитесь, что тестер подключён к нужным контактам. Если измерения не согласуются с ожидаемыми значениями, всегда дважды проверьте правильность подключения тестера.
- Никогда не протыкайте щупом герметизированный разъём. Это повредит герметизацию, позволяя влаге и другим загрязняющим веществам попадать в разъём и вызывать коррозию.
- Никогда не протыкайте изоляцию проводника. Это позволит влаге и другим загрязняющим веществам попадать в проводник и вызывать коррозию.
- Никогда не используйте контрольные лампочки с питанием от сети или с автономным питанием для проверки цепей или элементов. Этим можно повредить чувствительные электронные элементы или схемы.
- Всегда калибруйте тестовое оборудование и проверяйте сопротивление тестовых проводов и адаптеров, чтобы гарантировать точные измерения.
- Всегда пользуйтесь соответствующими тестовыми адаптерами.

## Ремонт жгутов проводов

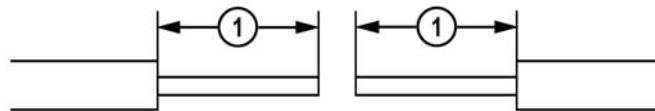
**Прим:** Неправильное выполнение ремонта жгута проводов надувной подушки безопасности может случайно вызвать срабатывание (развёртывание) модулей надувной подушки безопасности и преднатяжителей ремней безопасности. Если обнаружена проблема в жгуте проводов надувной подушки безопасности, всегда заменяйте жгут проводов надувной подушки безопасности на новый.

### Кабельные соединения

- Чтобы получить соединение с безупречной электропроводностью, в качестве стандартного следует использовать обжимное соединение.
- Для выполнения этой процедуры нужны обжимные соединители трёх разных сечений, инструмент для удаления изоляции и обжимные щипцы. В зависимости от типа обжимного соединителя, кроме того, может понадобиться пистолет-распылитель горячего воздуха.

### Обжимное соединение

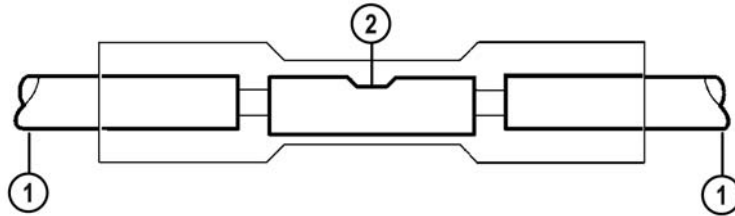
- Удалите изоляцию на обоих концах кабеля.



L1004\_07001

- 1 Удаляется приблизит. 13 мм изоляции

- Вставьте оголённые концы проводов в обжимной соединитель.



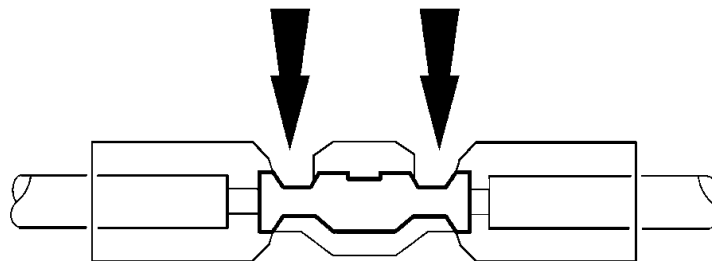
L1004\_07002

- 1 Оголённые концы проводов                      2 Обжимной соединитель

- Обожмите соединение обжимными щипцами.

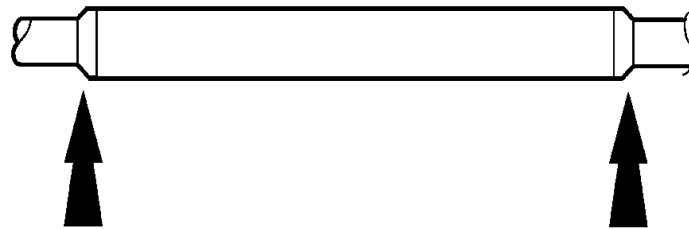
**Прим:** При обжимании соединителя убедитесь, что сечение соединителя соответствует сечению кабеля и что используется соответствующий ему зазор обжимных щипцов.

- После выполнения обжатия, для проверки соединения потяните его.



L1004\_07003

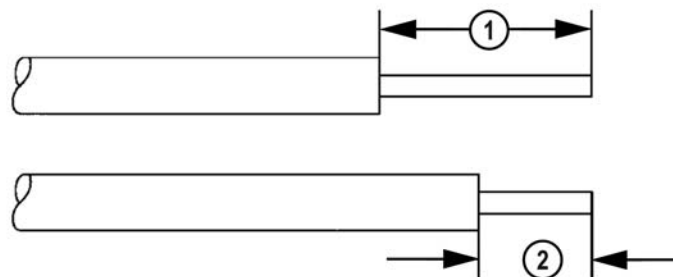
- В зависимости от типа обжимного соединителя, для нагревания усадочной трубчатой изоляции обжимного соединения можно использовать пистолет-распылитель горячего воздуха. Нагревать следует до тех пор, пока втулка не будет плотно сидеть на соединителе, а на каждом конце не выступит герметик.



L1004\_07004

**Простое паяное соединение**

- Для создания такого соединения понадобится паяльник, инструмент для снятия изоляции, термоусадочная трубчатая изоляция и вентиляторный воздушнонагреватель.
- Снимите изоляцию с концов проводов.

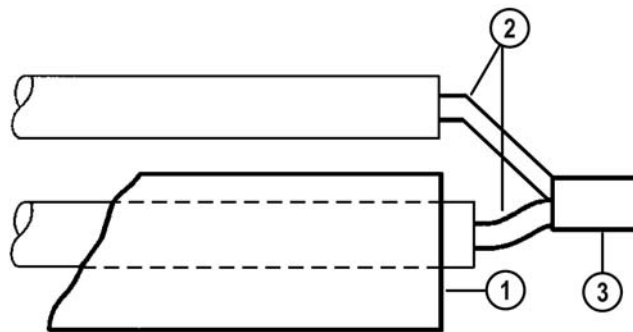


L1004\_07005

- 1 Удаляется приблизит. 35 мм изоляции      2 Удаляется приблизит. 20 мм изоляции

- Наденьте подходящий кусочек термоусадочной трубчатой изоляции на конец одного из проводов. Скрутите концы проводов вместе и спаяйте их. Подождите, пока пайка остынет.

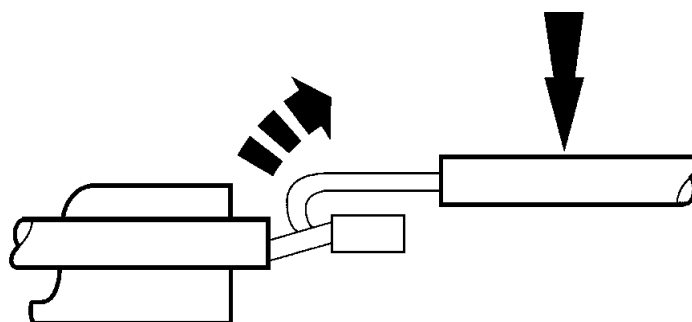
**Прим:** Пользуйтесь только бескислотным припоем. Передвиньте термоусадочную трубку так, чтобы она перекрывала изоляцию на обоих концах паяного соединения на 15 мм.



L1004\_07006

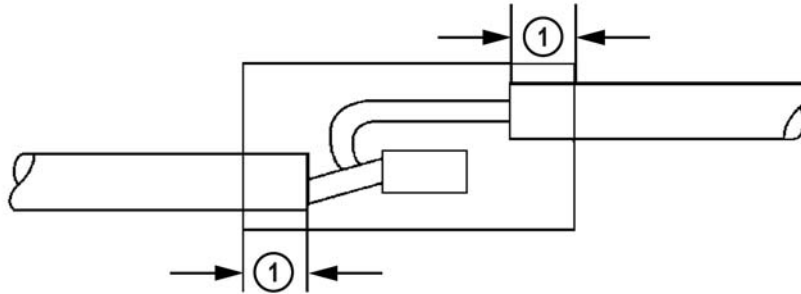
- |   |                              |   |                   |
|---|------------------------------|---|-------------------|
| 1 | Усадочная трубчатая изоляция | 3 | Паяное соединение |
| 2 | Концы проводов               |   |                   |

- Загните оголённый конец кабеля 1.



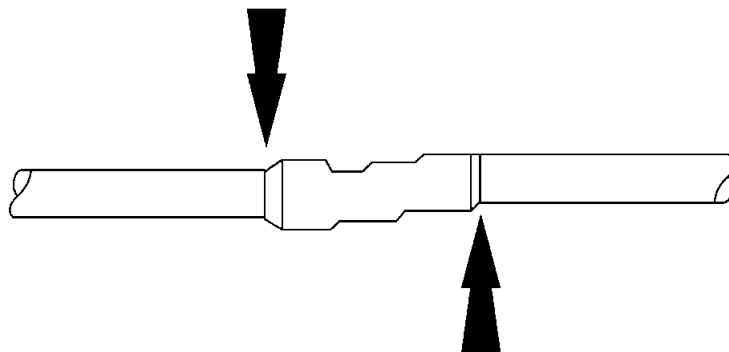
L1004\_07007

- Натяните усадочную трубчатую изоляцию на паяное соединение, та чтобы изоляция провода и усадочная трубчатая изоляция перекрывались.



L1004\_07008

- 1 Перекрытие усадочной трубчатой изоляции приблизит. 15 мм
- Используйте пистолет-распылитель горячего воздуха для нагревания усадочной трубчатой изоляции, пока она не сядет плотно на соединитель, а герметик не выступит с обоих концов.
  - После охлаждения для проверки соединения потяните его.

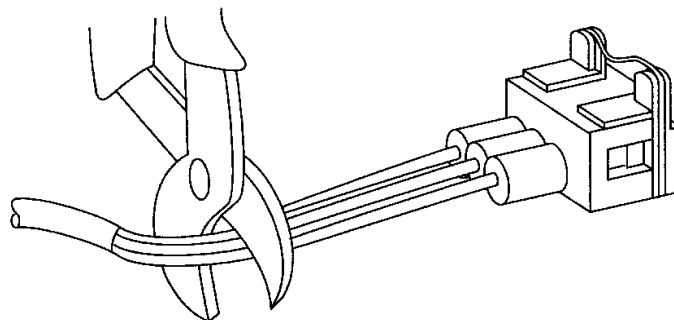


L1004\_07009



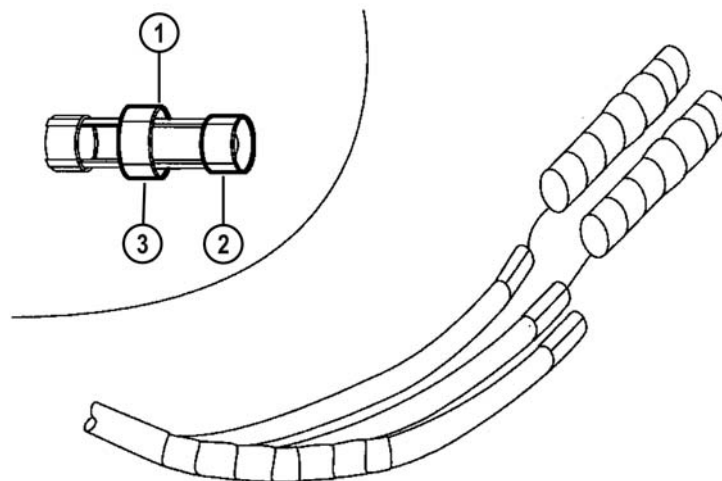
**Паяное соединение, использующее соединитель с припоем**

- Нужны: инструмент для снятия изоляции, подходящие соединители с припоем и пистолет-распылитель горячего воздуха.
- Обрежьте провода в подходящем месте. Если нужно соединить более двух или трёх проводов, выберите для обрезки разные места, если это возможно. Это не даст участку соединения жгута проводов получиться слишком большим по диаметру.
- Снимите изоляцию с концов проводов.



L1004\_07010

- Надвиньте подходящий соединитель с припоем.

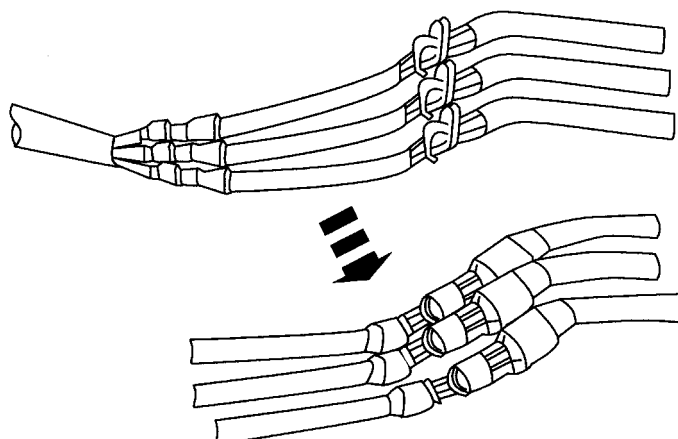


L1004\_07011

1 Припой  
2 Герметик

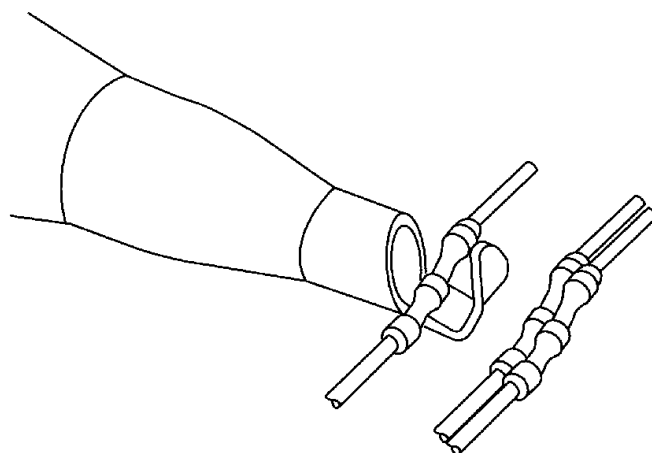
3 Красная полоска

- Соедините оголённые концы проводов. Наденьте соединитель с припоем на то место, которое должно паяться.



L1004\_07012

- Нагревайте соединитель с припоем пистолетом-распылителем горячего воздуха, пока с обоих концов не выступит герметик.
- После охлаждения для проверки соединения потяните его.

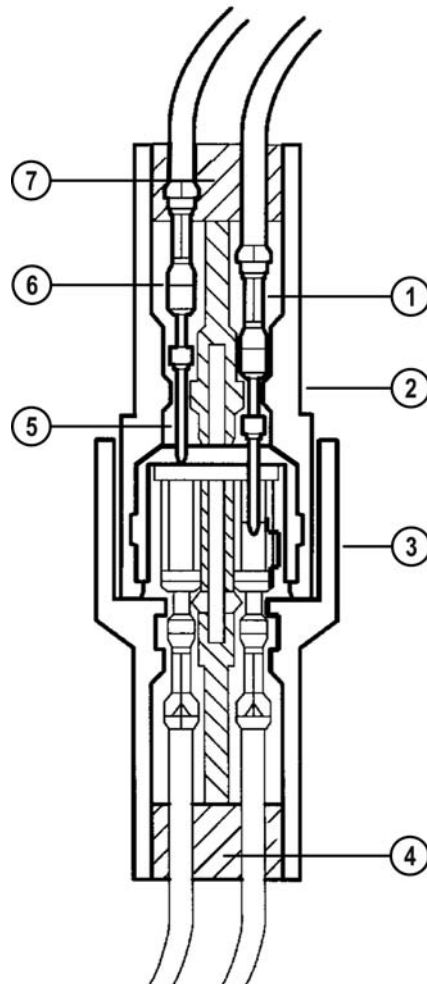


L1004\_07013

## Причины неисправностей жгутов проводов и соединителей

### Контакт не зафиксирован должным образом

- Чтобы проверить плотность контакта, выполните проверку растяжением отдельных кабелей соединителя.



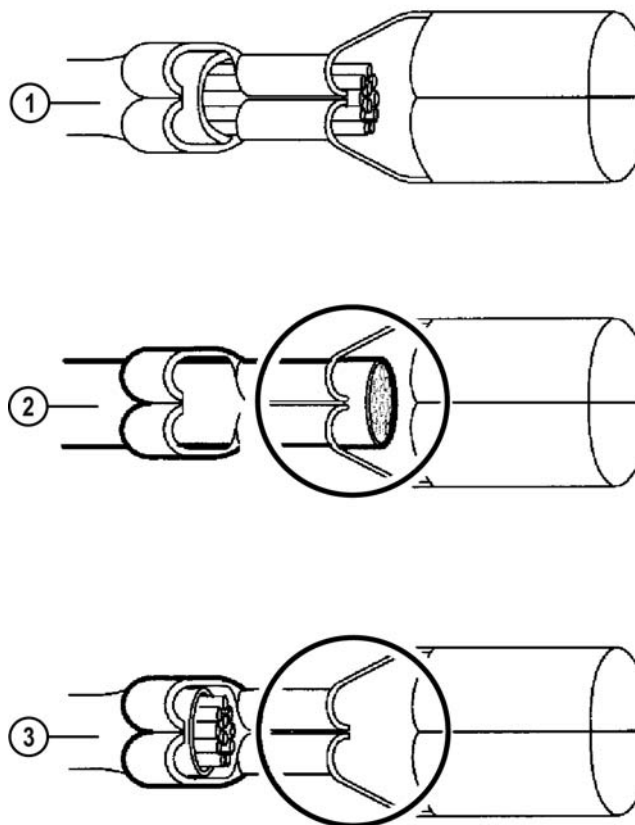
L1004\_07014

- 1 Хороший контакт
- 2 Соединитель
- 3 Розетка
- 4 Уплотнение

- 5 Контакт с обрывом цепи
- 6 Нет контакта
- 7 Уплотнение

Неправильно обжатое соединение

- Определите неисправность визуально.

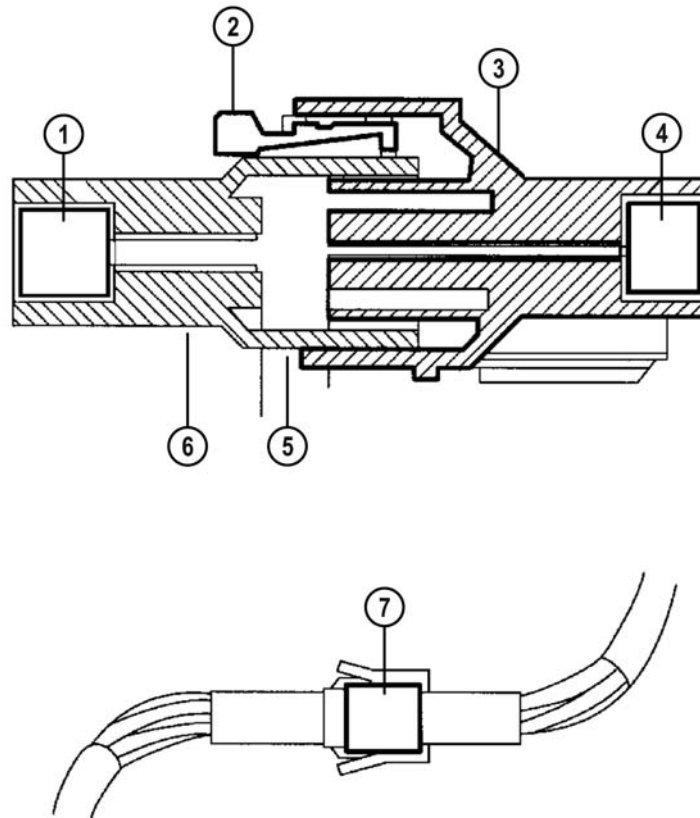


L1004\_07015

- |   |                                  |   |                                    |
|---|----------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Правильно выполненное соединение | 3 | Провода остаются вне зоны контакта |
| 2 | Изоляция кабеля не снята         |   |                                    |

## Половины соединителя не вставлены должным образом

- Проверьте, чтобы соединение было прочно зафиксировано.

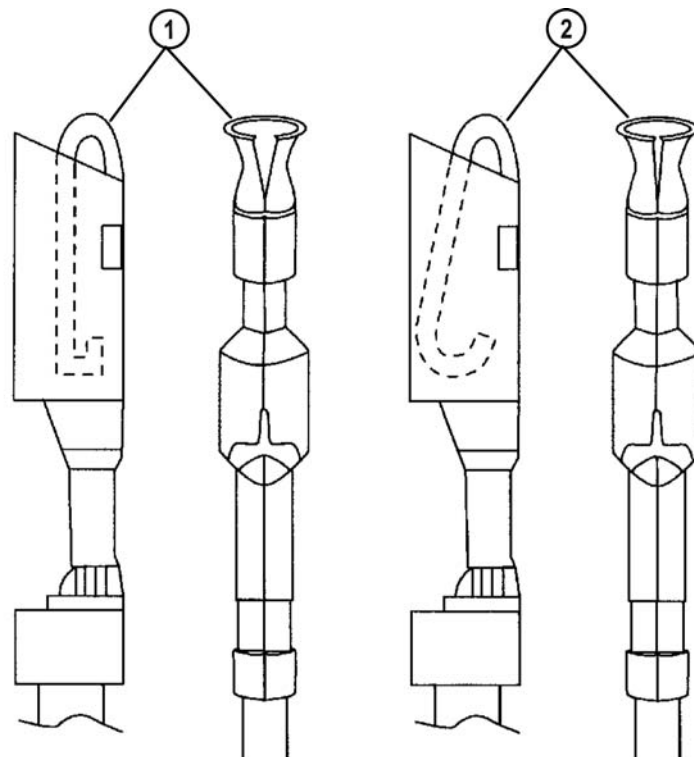


L1004\_07016

- |   |                          |   |                        |
|---|--------------------------|---|------------------------|
| 1 | Уплотнение               | 5 | Контакт с обрывом цепи |
| 2 | Узел зацепления не зажат | 6 | Соединитель            |
| 3 | Розетка                  | 7 | Контакт с обрывом цепи |
| 4 | Уплотнение               |   |                        |

**Деформированные (погнутые) контактные пружины в наконечнике**

- Погнутые контактные пружины могут прервать прохождение сигнала. Проверьте, чтобы соединение было жёстко зафиксировано, и при необходимости замените контакт.
- Имеются инструменты для высвобождения контактов из пластиковых корпусов соединителей.
- В ремонтном комплекте можно найти запасные контакты. Они поставляются с навитым кусочком провода, готовыми к пайке.

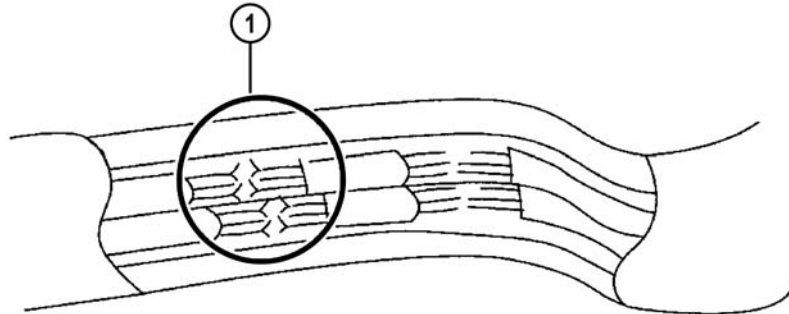


L1004\_07017

1 Согнутый

2 Нормальный

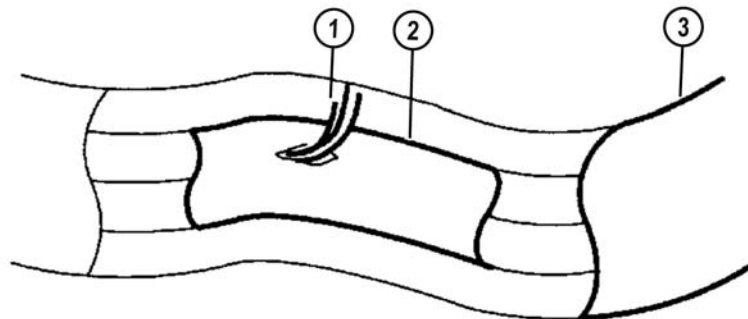
Короткое замыкание внутри жгута проводов



L1004\_07018

- 1 Короткое замыкание

Распущенная жила кабеля

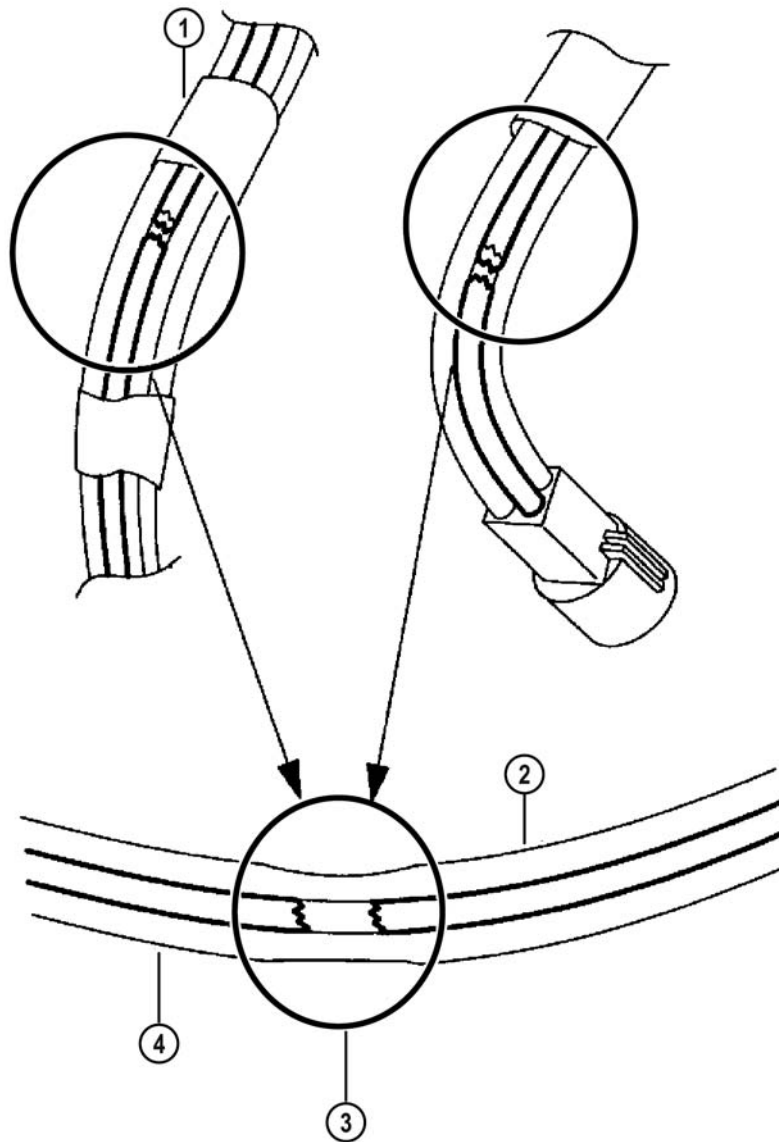


L1004\_07019

- 1 Жила кабеля
- 2 Изоляционная лента
- 3 Оболочка жгута проводов

Разорванный кабель в жгуте проводов

- После снятия кабельной оболочки попытайтесь на ощупь найти разрыв.



L1004\_07020

1 Оболочка жгута проводов  
2 Жила кабеля

3 Место разрыва  
4 Изоляция кабеля



**Замечания:**

**Список сокращений**

Буква	Расшифровка	Описание	Обознач. в формулах
V - В	Напряжение	электрическое напряжение	U
A	Ампер	электрический ток	I
Hz - Гц	Герц	частота	
Ω - Ом	Ом	электрическ. сопротивление	R
m - м	метр	длина	s
W - Вт	Ватт	электрическая мощность	P
M	Мега	миллион	
m - м	милли	тысячная доля	
μ - мк	микро	миллионная доля	
F - Ф	Фарады	электрическая ёмкость	C
k - к	кило	тысяча	
ρ	ρ	удельное электрич. сопротивл.	
h - час	час	время	t
°C	градусы Цельсия	температура	

<b>ABS</b>	<b>Antilock Brake System</b>	Антиблокировочная система тормозов
<b>AC</b>	<b>Alternating Current</b>	Переменный ток
<b>Ah</b>	<b>Ampere-hours</b>	Ампер-часы
<b>b</b>	<b>base</b>	база
<b>c</b>	<b>collector</b>	коллектор
<b>CCA</b>	<b>Cold Cranking Ampere</b>	Ток холодного пуска
<b>DC</b>	<b>Direct Current</b>	Постоянный ток
<b>ECT</b>	<b>Engine Coolant Temperature</b>	Температура охладж. жидкости двигателя
<b>JB</b>	<b>Joint Box</b>	Комбинированная распределительная коробка
<b>LED</b>	<b>Light Emitting Diode</b>	Светодиод
<b>LHD</b>	<b>Left Hand Drive</b>	Левосторонне управление
<b>M-MDS</b>	<b>Mazda Modular Diagnostic System</b>	Унифицированная система диагностики Mazda

<b>NPN</b>	<b>N</b> egative <b>P</b> ositive <b>N</b> egative	Негативный-положительный-негативный переход
<b>NTC</b>	<b>N</b> egative <b>T</b> emperature <b>C</b> oefficient	Отрицательный температурный коэффициент
<b>PCM</b>	<b>P</b> owertrain <b>C</b> ontrol <b>M</b> odule	Модуль управления силовым агрегатом
<b>PNP</b>	<b>P</b> ositive <b>N</b> egative <b>P</b> ositive	Положительный-негативный-положительный переход
<b>PTC</b>	<b>P</b> ositive <b>T</b> emperature <b>C</b> oefficient	Положительный температурный коэффициент
<b>RHD</b>	<b>R</b> ight <b>H</b> and <b>D</b> rive	Правосторонне управление
<b>VIN</b>	<b>V</b> ehicle <b>I</b> dentification <b>N</b> umber	Идентификационный номер автомобиля
<b>WDS</b>	<b>W</b> orldwide <b>D</b> iagnostic <b>S</b> ystem	Всемирная диагностическая система