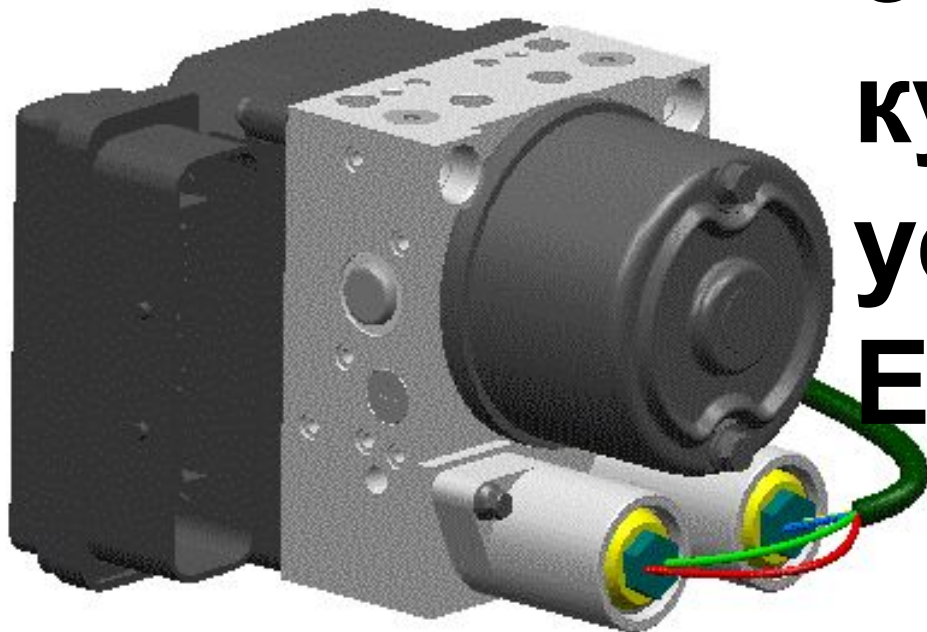




Система стабилизации курсовой устойчивости ESP

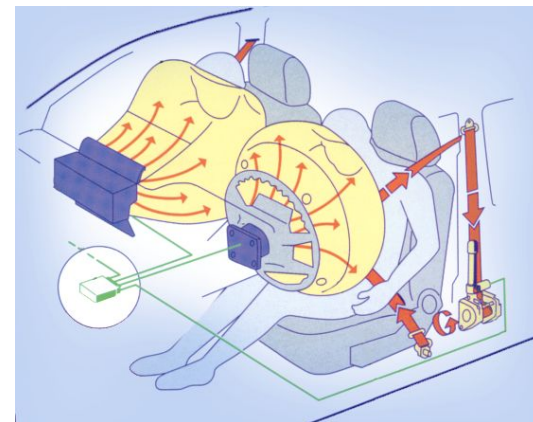


TUCSON



Системы безопасности на автомобиле

Средства системы **пассивной** безопасности защищают пассажиров в случае аварии:

-  Подушки безопасности Airbag
-  Преднатяжители ремней безопасности



Средства системы **активной** безопасности помогают

-  предотвратить аварию
-  Система АБС(ABS)

Антипробуксовочная система(TCS)





1.0 Общее

1.1 Что такое ESP?

 Передовая система безопасности

 Активно помогает водителю

 Улучшает управляемость в критических ситуациях на больших скоростях.

 Объединённые функции систем ABS и TCS



1.2 Что ESP делает?

ESP активно обеспечивает сохранение положения автомобиля на дороге и заданной траектории движения



Посредством управления тормозной системой или тягой двигателя



Для **предотвращения** критических ситуаций, например бокового скольжения, которое может привести к сносу автомобиля с дорожного полотна



Минимизирует риск боковых ударов

1.3 Особенности ESP

ESP отслеживает :



Поведение автомобиля

(продольные и боковые ускорения)

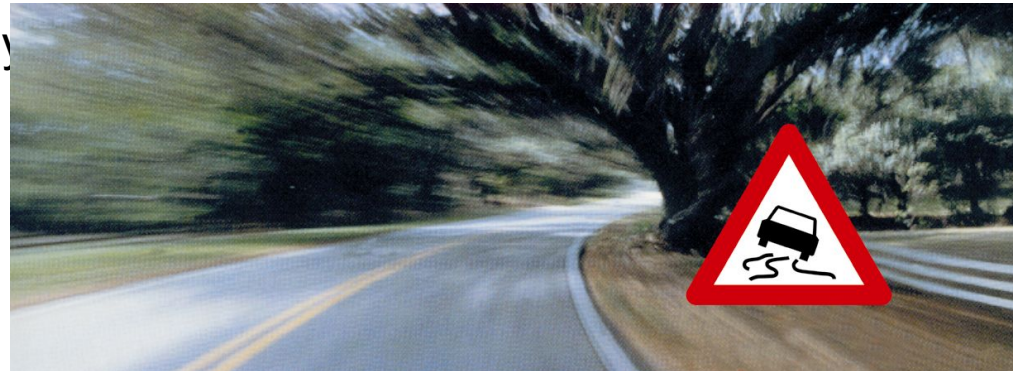


Команды водителя

(Угол поворота рулевого колеса, у



движения педали акселератора)



Постоянную обратную связь

ESP умеет:



Распознать критическую ситуацию – во многих случаях раньше водителя



Выбрать возможные пути вмешательства:


- подтормаживание определённого(ых)
колеса(ёс)
- Вмешательство в управление
двигателем




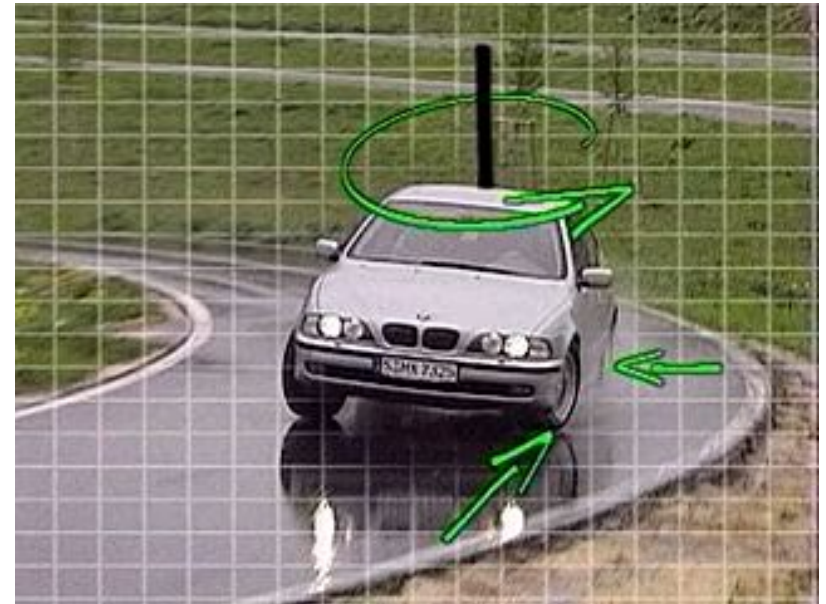
Electronic Stability Program

ESP действует мгновенно:

 не теряя времени на реакцию

 определяя зону вмешательства:
в работу тормозов или двигателя,

 и рассчитывая его степень
снижая риск скольжения



1.4 Почему присутствие ESP в автомобиле так важно?

Наиболее частые причины аварий:

потеря контроля над управлением автомобилем,

вызванная



превышением критической скорости



неправильной траекторией из-за состояния



дорожного полотна

внезапными заносами



28% всех ДТП, сопровождавшихся травмами водителя и пассажиров,

происходило



без предварительного столкновения с другими участниками дорожного движения (столкновение с неподвижными объектами)



после потери контроля над управлением автомобиля и столкновения с другими участниками движения.

(Источник: RESIKO-Survey of GDV – Gesamtverband der deutschen Versicherungen – Ассоциация Автострахователей Германии)

60% всех ДТП с летальным исходом было вызвано боковыми ударами



Эти боковые удары в основном были вызваны боковым скольжением из-за превышения критической для данных условий скорости, ошибок управления, или чрезмерных поворотов рулевого колеса при корректировке курса после начала скольжения

(Источник: RESIKO-Survey of GDV – Gesamtverband der deutschen Versicherungen – Ассоциация Автострахователей Германии)

ESP снижает вероятность бокового столкновения

1.5 Компоненты ESP

⚠ Датчики, отслеживающие положение автомобиля и входящие сигналы
(команды водителя)

⚠ ESP-ECU(блок управления) с микропроцессорным чипом

⚠ Гидравлический блок оптимизирующий тормозное усилие
на каждом из колёс.



1.6 Как ESP работает

ESP анализирует:

Каковы намерения водителя?

- + Положение рулевого колеса
- + скорость колеса
- + положение педали акселератора
- + Усилие на педали тормоза

= ECU распознаёт намерения водителя



ESP тестирует:

Как ведёт себя автомобиль?

Центростремительное
ускорение

+ поперечное ускорение

= ECU определяет

поведение автомобиля на
дороге

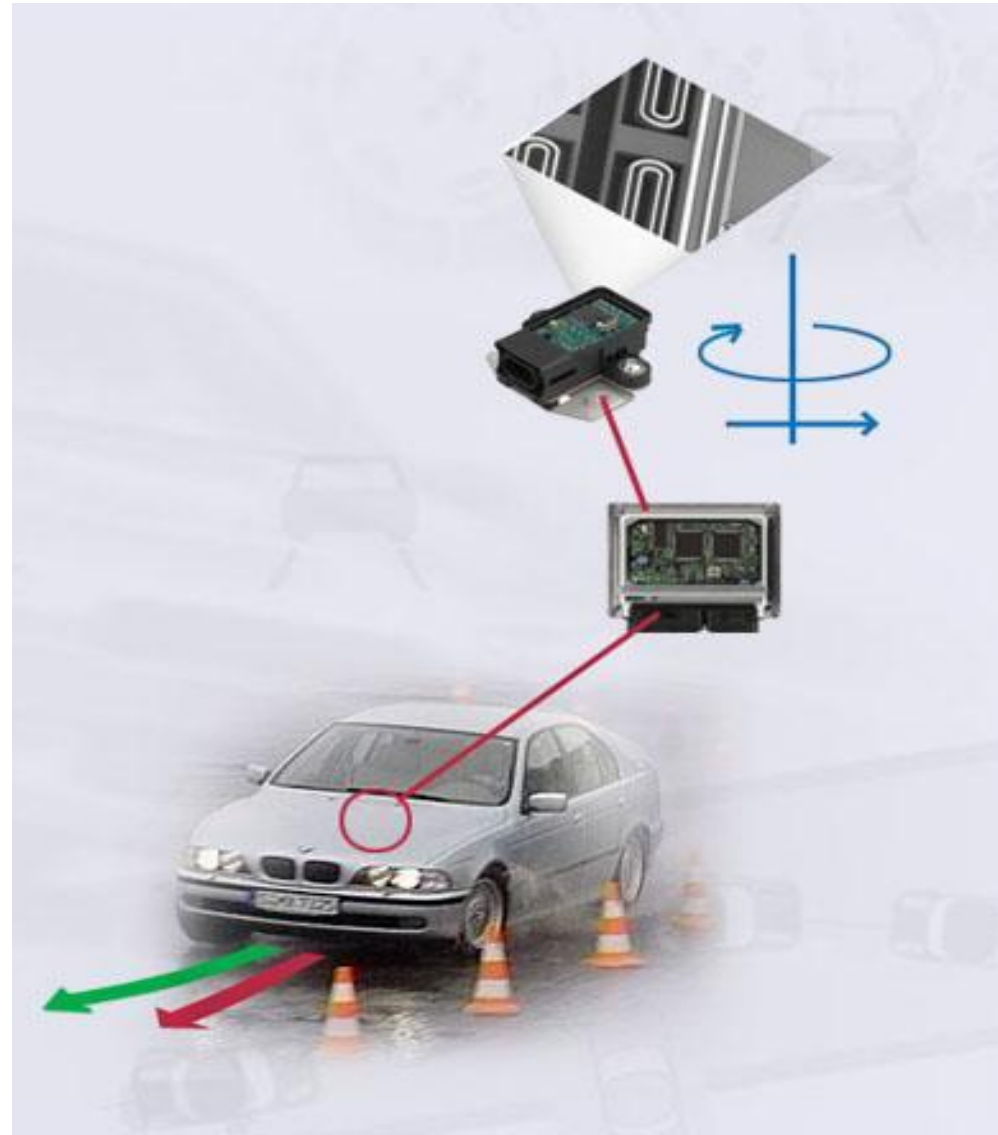
ECU ESP сравнивает

поведение автомобиля и

намерения водителя и


распознаёт любое


отклонение от



ESP управляет автомобилем через тормозную систему :

 ECU определяет способ и величину корректировки.

 Гидравлический блок быстро и в индивидуальном порядке подаёт давление к тормозному цилиндру каждого колеса.

 В добавок, ESP, через модуль управления тягой двигателя

может изменить крутящий момент



Примеры:



Объезд препятствия.



Внезапные повороты рулевого колеса



Вождение на меняющемся дорожном покрытии

(Асфальт/лёд, снег, вода,)



Объезд препятствия



1) Резкое нажатие на тормоз, поворот руля:

Автомобиль пытается скользя продолжить движение прямолинейно.

2) ESP подтормаживает левое заднее колесо, автомобиль

возвращается на заданную рулевым колесом траекторию.

3) Руль повёрнут в обратную сторону для возврата в свой ряд:

Автомобиль пытается скользя продолжить движение по прежней траектории, ESP подтормаживает левое переднее колесо.


4) Автомобиль опять возвращается на заданную траекторию

Внезапные повороты рулевого колеса



4) Автомобиль опять возвращается на заданную траекторию

Вождение на меняющемся дорожном покрытии

A top-down diagram of a car driving on a curved road. The road is grey with white dashed lines. A blue car is shown in the middle of the curve. A green line traces the car's path, which is slightly off-center. A green arrow points from the car towards the right side of the road, indicating a steering correction. A blue patch of ice is on the right side of the road. The background is light blue with faint car icons.

При наезде передними колесами на лёд, разность сил сцепления с дорожных покрытием между передней и задней осью пытается развернуть автомобиль:

ESP вмешивается в процесс, и подтормаживает правое заднее колесо, при необходимости снижая тягу двигателя.

Системы активной безопасности

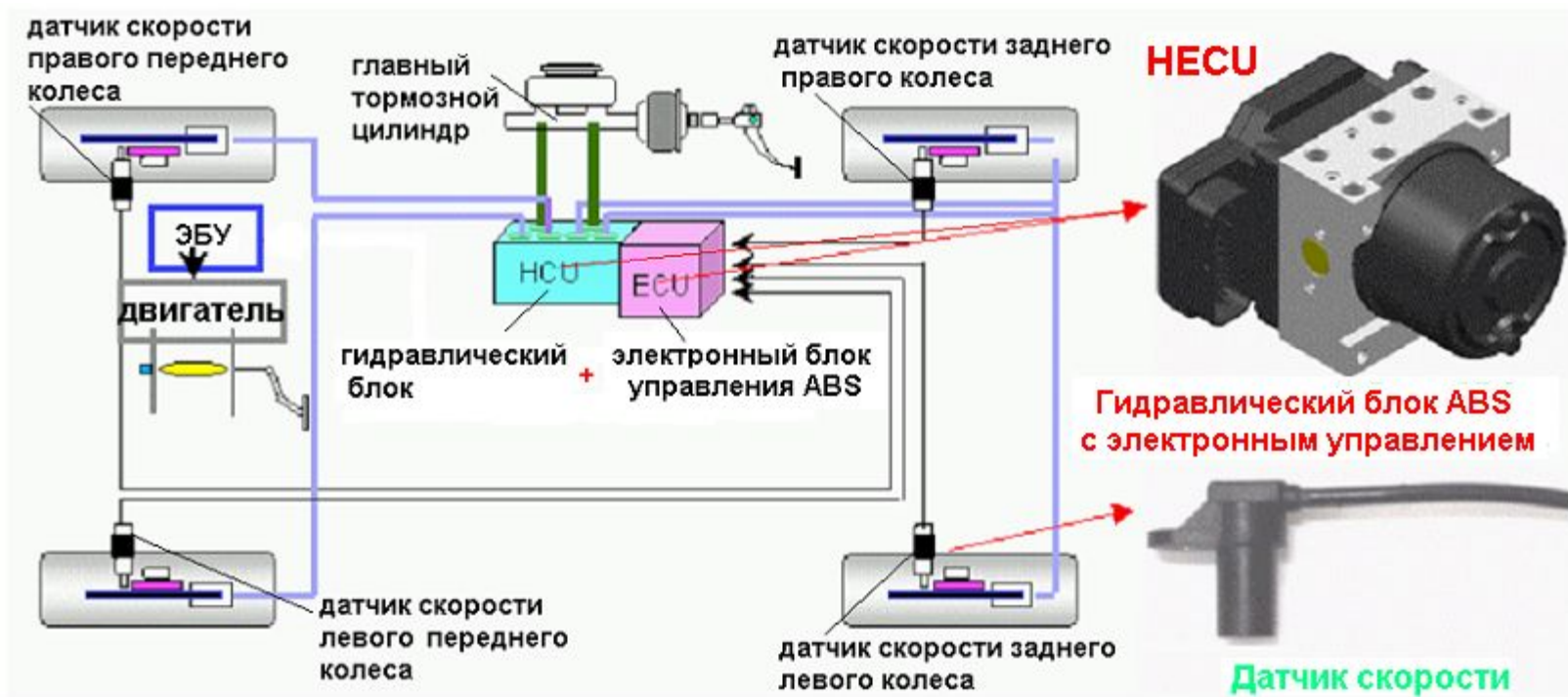
Автомобили Tucson комплектуются следующими системами активной безопасности:

- **ABS** (Anti lock Brake System) - антиблокировочная система
- **EBD** (Electronic brake distribution) – электронная система перераспределения тормозных усилий
- **TCS** (Traction Control System) – антипробуксовочная система
- **ESP** (Electronic Stability Program) – электронная система курсовой устойчивости автомобиля

1.6 Антиблокировочная система (ABS)

Система ABS состоит из следующих основных компонентов:

- вакуумный усилитель тормозов
- двухкамерный главный цилиндр
- Тормозные механизмы (дисковые или барабанные)
- гидравлический блок ABS
- электронный блок управления ABS
- датчики скорости колёс

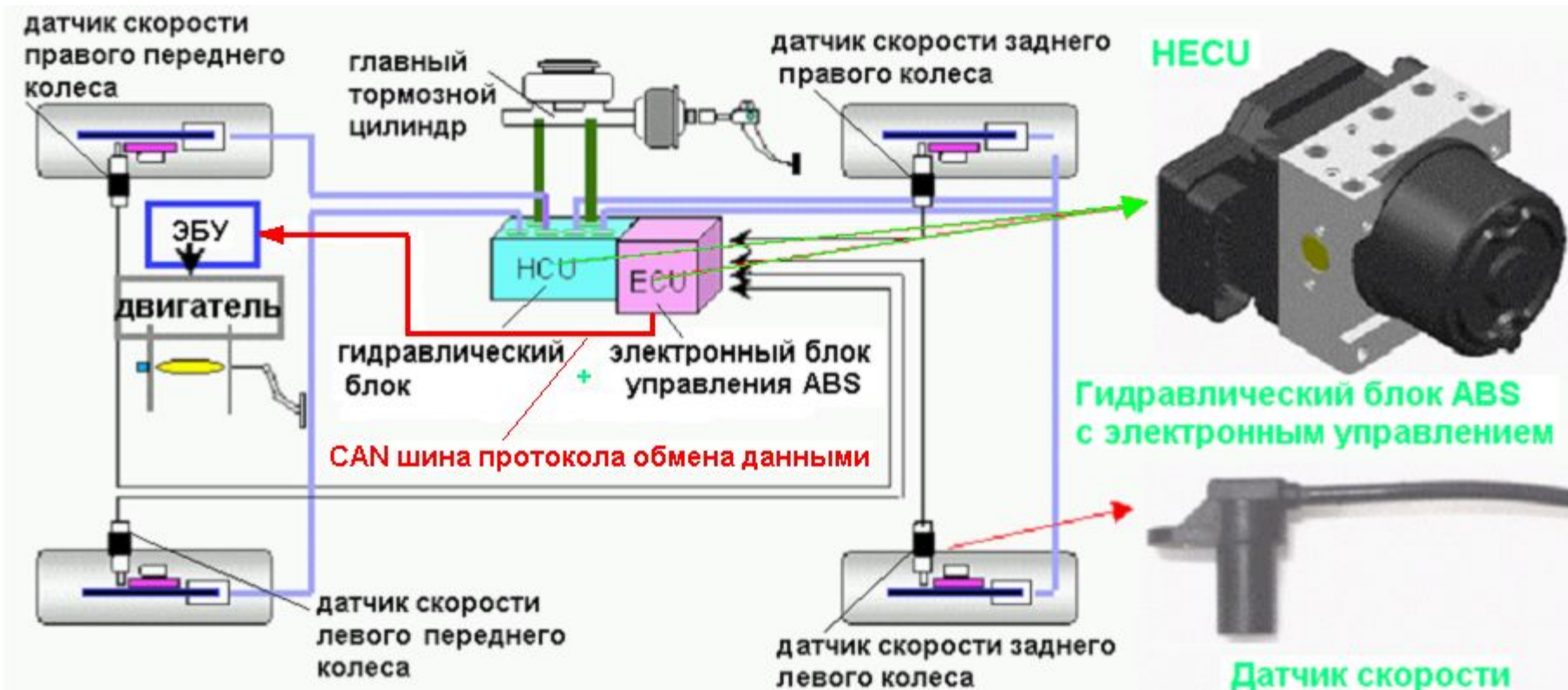


1.7 Электронная система перераспределения тормозных усилий (EBD)

- Система EBD перераспределяет тормозное усилие в пользу колёс передней оси при резком торможении.
- На автомобилях Hyundai других моделей, не оборудованных системой ABS, например Getz, используется механическая система (штанга и перепускной клапан).
- На автомобилях JM, оборудованных системой ABS, распознавание ситуации “юз задних колёс” осуществляется электронным образом, через датчики скорости задних колёс (скорость = 0) системы ABS, а перераспределение осуществляется гидравлическим блоком системы ABS.
- Система EBD является неотъемлемой частью системы ABS.

1.8 Антипробуксовочная система (FTCS)

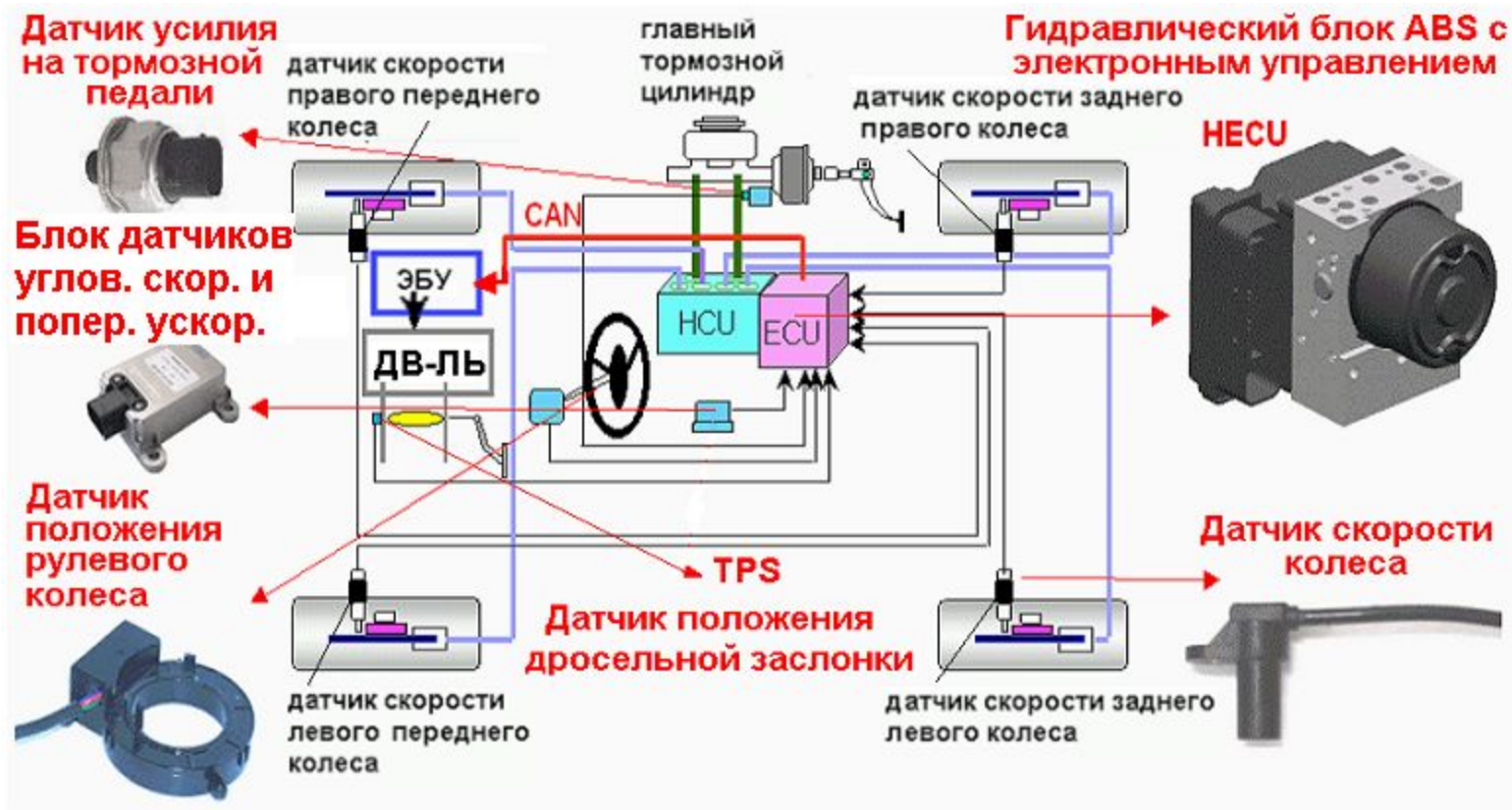
Эта система также использует ABS датчики и является дальнейшим развитием ABS системы, т.к. система управляет ещё и тягой двигателя.



1.9 ESP (Электронная система курсовой устойчивости)

ESP система это соединение ABS и TCS систем плюс дополнительные датчики, отслеживающие угловые и продольные и боковые ускорения, а также датчики отслеживающие намерения водителя (угол поворота рулевого колеса, положение педали акселератора).

* **ESP: ABS + TCS + датчики**



На автомобили JM устанавливаются ESP модели MGH-25 разработки компании MANDO Corp.

Наряду TCS и EBD, в ESP добавлена функция Active Yaw Control (AYC) являющаяся дальнейшим развитием возможностей ABS.

В то время как функции ABS/TCS контролируют проскальзывание колеса во время торможения/ускорения, ESP, главным образом, контролирует продольную и поперечную динамику автомобиля, его положение относительно своей вертикальной оси. Это достигается индивидуальным управлением давления в тормозном цилиндре каждого из колёс и изменением крутящего момента двигателя без какого-либо вмешательства со стороны водителя.

ESP состоит из трёх основных частей: датчики, электронный блок управления (ЭБУ) и исполнительные механизмы. Датчики отслеживают: положение рулевого колеса, давление в главном тормозном цилиндре, угловую скорость, и поперечное ускорение. Это даёт возможность сравнивать намерения водителя с поведением автомобиля в данный момент, и в случае отрицательных отклонений с возможными пагубными последствиями для безопасности вождения, своевременно вмешиваться и предпринимать надлежащие корректирующие действия.

Электронный блок управления впитал в себя весь технологический опыт накопленный при производстве и эксплуатации систем MGH-10/20, однако при этом были существенно расширены возможности в части количества подключаемых устройств и алгоритмов обработки сигналов, что позволило использовать дополнительные датчики, математически обрабатывать их сигналы, а также выдавать управляющие команды на электромагнитные клапаны, насос и блок управления двигателем. Безусловно, система покрывает все возможные дорожные ситуации и рассчитана на широкие условия эксплуатации. В определённых дорожных ситуациях, функции систем ABS/TCS активируются одновременно с работой ESP, как ответная реакция на поступающие от водителя команды.

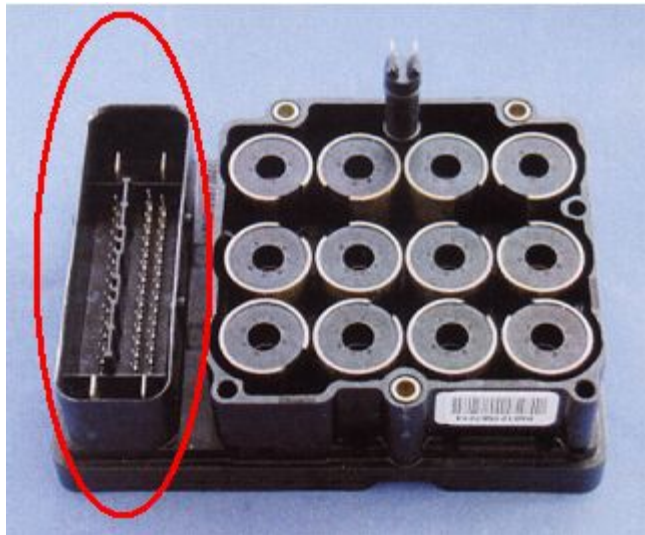
В случае возникновения какой –либо неисправности в системе поддержания курсовой устойчивости, базовая функция, ABS, поддерживается.

Комплектация автомобилей JM системами ABS/TCS/ESP (O: Опция, S: стандартная комплектация)

Январь 2004

Система \ Регион	Остальн.	Ближн. Восток	Европ. сообщ.	Австрал.	Северн. Америка
ABS	O/S(GLS)	←	S	O(4WD)	O
TCS	O/S(GLS 4WD)	←	O/S(GLS 4WD)	O(4WD)	O
ESP	O(GLS only)	←	←	←	O(2.7 V6 GLS)

2.0 ЭБУ ESP



Электронный блок управления ESP выполняет следующие функции:

- реализация алгоритмов систем ESP, ABS, TCS, EBD
- мониторинг работы всех электронных компонентов
- вспомогательные диагностические - при обслуживании и ремонте

В интегрированном варианте исполнения, сам блок и катушки эл. магнитов клапанов расположены в одном корпусе.

Все реле (главное реле и реле эл.двигателя) смонтированы на плате ЭБУ и в процессе эксплуатации замене не подлежат.

Участие ЭБУ ESP

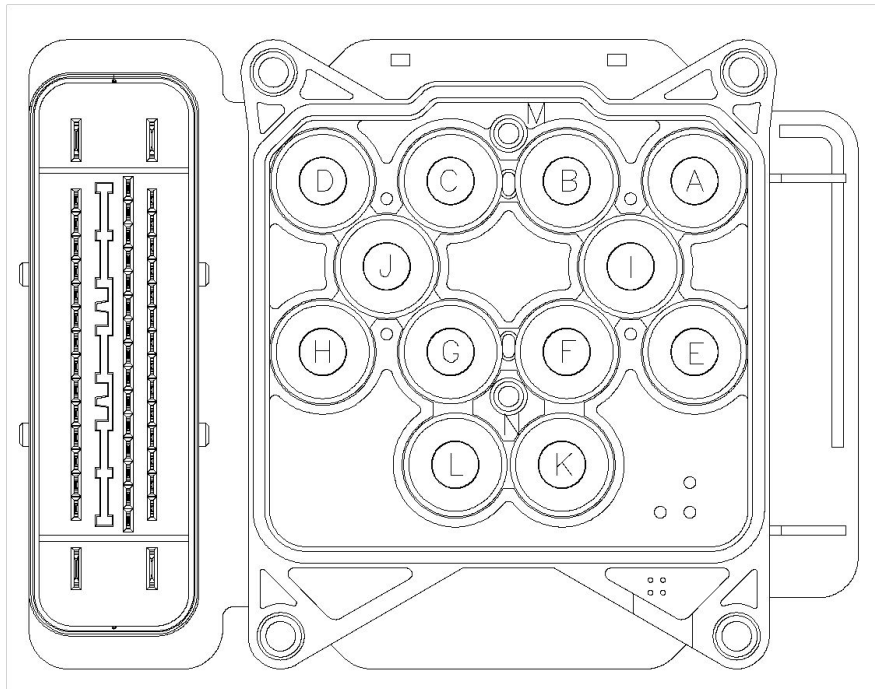
Все сигналы с датчиков системы ESP поступают в ЭБУ, где переводятся в цифровой вид, обрабатываются и на их основании сначала вычисляются следующие величины:

*угловое ускорение относительно вертикальной оси проходящей через центр автомобиля, * ускорение относительно продольной оси автомобиля, *боковое ускорение, *давление в гидросистеме тормозов, * скорости колёс, *относительную скорость, *угол поворота рулевого колеса.

Спецификация:

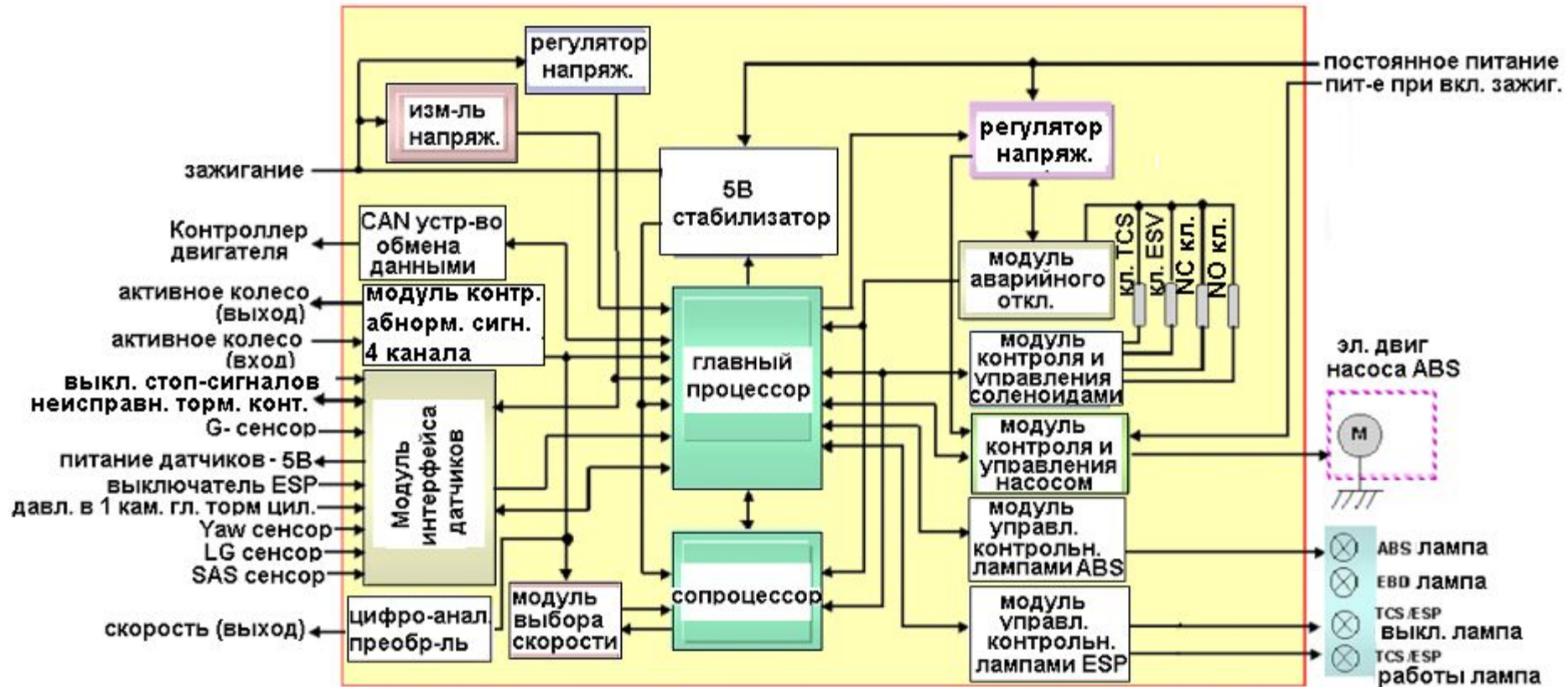
Рабочее напряжение : DC 10 ~ 16В

– Диапазон рабочих температур : -40 ~ +110°C

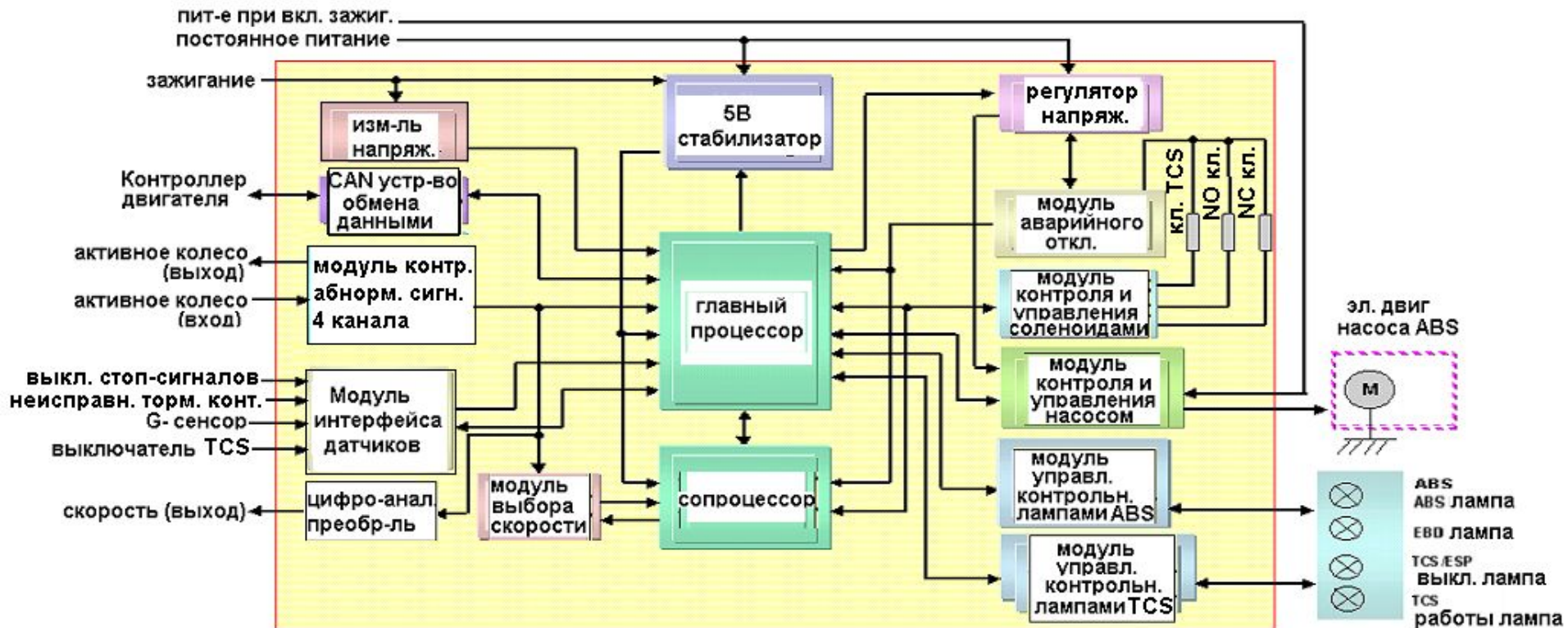


- A : ВПУСКН. КЛАПАН (ПЕР. ПР.)
- B : ВПУСКН. КЛАПАН (ЗАДН. ЛЕВ.)
- C : ВПУСКН. КЛАПАН (ЗАДН. ПР.)
- D : ВПУСКН. КЛАПАН (ПЕР. ЛЕВ.)
- E : ВЫПУСКН. КЛАПАН (ПЕР. ПР.)
- F : ВЫПУСКН. КЛАПАН (ЗАДН. ЛЕВ.)
- G : ВЫПУСКН. КЛАПАН (ЗАДН. ПР.)
- H : ВЫПУСКН. КЛАПАН (ПЕР. ЛЕВ.)
- I : ЭЛ. МАГН. ЧЕЛНОЧН. КЛАПАН (ПР.)
- J : ЭЛ. МАГН. ЧЕЛНОЧН. КЛАПАН (ЛЕВ.)
- K : АНТИПРОБУКС. КЛАПАН (ПР.)
- L : АНТИПРОБУКС. КЛАПАН (ЛЕВ.)
- M : ЭЛ. МОТОР (+)
- N : ЭЛ. МОТОР (-)

Блок-диаграмма ЭБУ ESP



Блок-диаграмма ЭБУ TCS



2.1 ЭБУ ESP

Относительная скорость

Относительная скорость обозначает среднее арифметическое скоростей всех 4-х колёс.

Упрощённое объяснение работы ABS

Если при торможении скорость одного из колёс отличается от относительной, ЭБУ ABS пытается её скорректировать, подавая соответствующее давление в тормозной цилиндр этого колеса до тех пор, пока скорость не станет равной относительной. Когда же все четыре колеса стремятся заблокироваться, то их скорости внезапно становятся отличными от относительной скорости определённой ранее. В этом случае, цикл обрывается и начинается сначала, в целях определения и корректировки скорости “отклоняющегося” колеса.

3.0 Что инициирует вмешательство ESP?

Повод для вмешательства ESP возникает тогда, когда **yaw** сенсор начинает фиксировать угловое ускорение около $4^\circ/\text{сек}$. (порог срабатывания зависит также и от скорости движения автомобиля). Если анализ ситуации показывает достаточную вероятность сноса или заноса автомобиля, система начинает предпринимать контрмеры.

3.1 В ситуации заноса

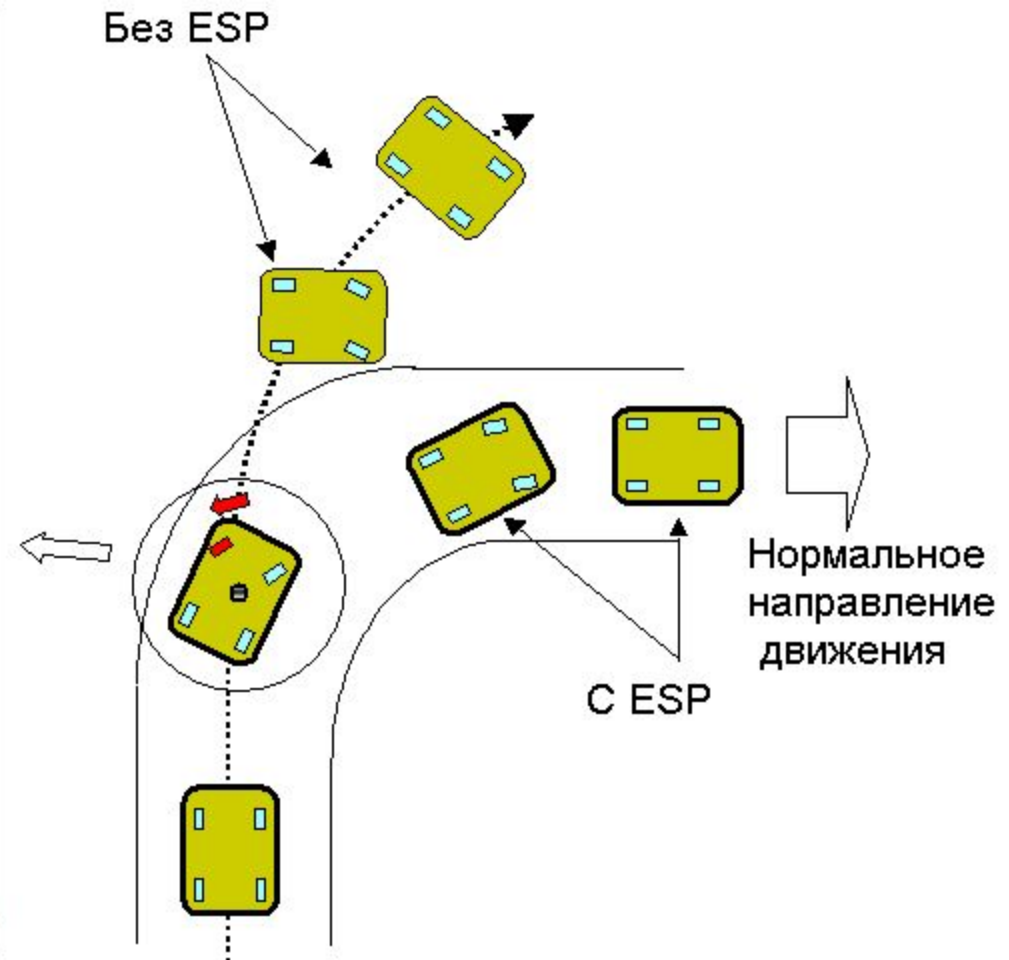
Вмешательство ESP проявляется в подтормаживании колёс на внешней дуге поворота. Большая часть тормозного усилия распределяется в пользу переднего колеса, вплоть до уровня его скольжения 50%. Это вызывает возникновение разворачивающего момента, направленного в сторону обратную заносу и стабилизирует курс автомобиля. В этой ситуации алгоритм работы системы ABS для колёс на внешней дуге поворота прерывается, уступая место алгоритму работы ESP.

3.2 В ситуации сноса

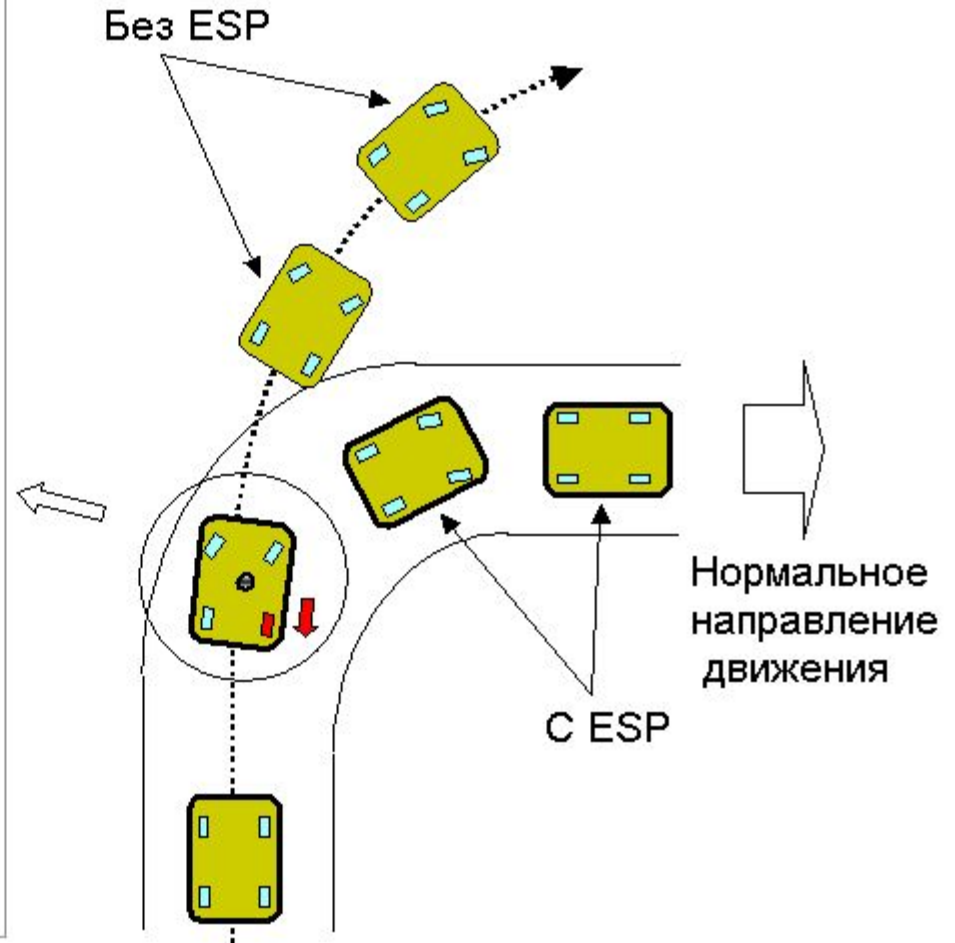
Вмешательство ESP проявляется в подтормаживании колёс на внутренней дуге поворота. В этом случае большая часть тормозного усилия распределяется в пользу заднего колеса, создавая силу противоположную вызывающей боковое скольжение и инициирующую контролируемую занос, что возвращает автомобиль на заданную рулевым колесом траекторию. Как и в предыдущем случае алгоритм работы системы ABS для колёс на внутренней дуге поворота заменяется алгоритмом работы ESP, т.е.:

- увеличивает давление в тормозных цилиндрах внутренних колёс
- снижает(если возможно) давление в тормозных цилиндрах внешних колёс
- регулирует тягу двигателя(если нужно)

3.3 В ситуации заноса



3.4 В ситуации сноса



3.5 TCS пересиливает ESP

Только на ведущей оси. Здесь, вмешательство ESP прерывается (в случае потребности) алгоритмом работы TCS, в том смысле, что выбирается наименьшее из двух потребных в тормозном цилиндре регулируемого колеса давлений. В отличие от “чистой” работы TCS, в случае вмешательства TCS, и ESP и TCS используют один и тот же регулятор давления. Это объясняется тем, что гидросистема уже перенастроена давлением насоса ABS, который всегда включён во время работы ESP.

3.6 ESP пересиливает ABS

Если во время работы ESP появляется необходимость вмешательства ABS, то его не происходит, т.к. ESP имеет приоритет. Действительно, ESP подтормаживает колесо вплоть до величины 50%, в то время как ABS, наоборот, должна его растормаживать. Всё выше сказанное справедливо лишь в случаях когда реально возникает вопрос алгоритм какой системы использовать в первую очередь для управления давлением в тормозном цилиндре активного колеса.

Другими словами, объединённая логика работы всех трёх систем построена таким образом, что вначале обеспечивается контролируемое сцепление колёс с дорогой, потом обеспечивается заданный рулевым колесом курс, и лишь затем осуществляется торможение (в смысле остановить автомобиль).

3.7 Управление тягой двигателя при воздействии ESP и TCS

Если последовательно фиксируются сигналы от обеих систем, ESP и TCS, о необходимости снижения тяги двигателя, то в этом случае тяга двигателя снижается больше, чем при сигнале только от одной из систем.

4.0 Гидравлический блок



На автомобили JM устанавливаются ESP модели MGH-25 разработки компании MANDO Corp. В нём обе части

- насос
- блок клапанов

объединены вместе в одном корпусе, образуя компактный агрегат с закреплённым на корпусе электромотором.

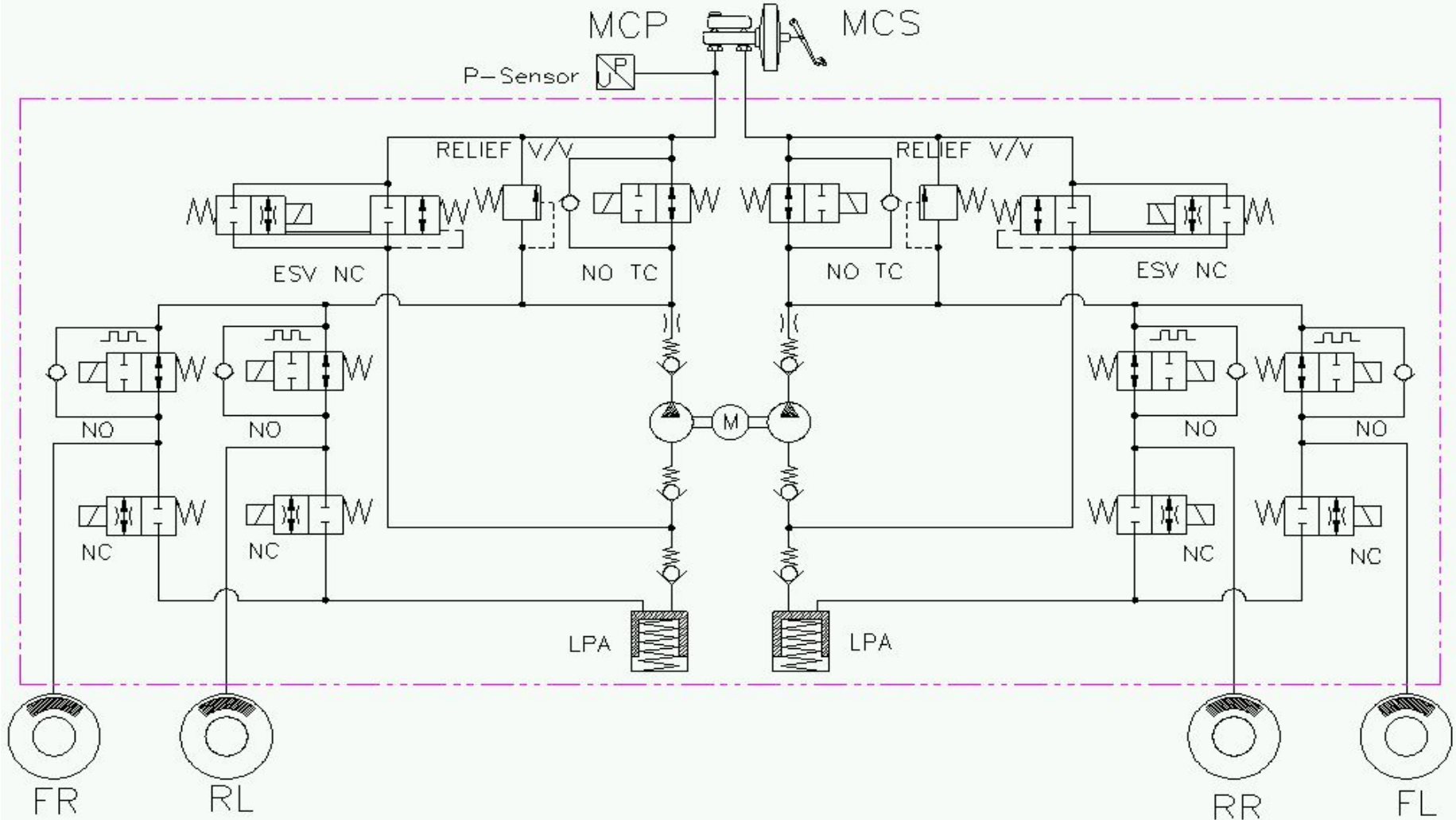
Концепция и насоса и клапанов во многом перекликается с предыдущей испытанной серией MGH-20 ABS system. Насос ABS представляет собой бесшумное двухкамерное поршневое устройство с приводом от электродвигателя.

Электроклапаны системы ESP также интегрированы в блок.

Т.к. в тормозных системах автомобилей Hyundai используется двухконтурная диагональная схема, то для управления давлением, система содержит 4 пары клапанов (по впускному и выпускному клапану на колёсный цилиндр), плюс два изолирующих клапана и два челночных клапана.

Общий корпус также позволил размесить гидроаккумулятор низкого давления и шумоглушающую камеру для каждого контура.

Гидравлическая схема ESP MGH-25



ВПУСКНЫЕ КЛАПАНЫ (NO VALVE)

Эта группа клапанов открывает или закрывает гидравлическую магистраль на участке между главным тормозным и колёсными цилиндрами. Нормально они открыты, но закрываются при работе ABS - во время слива(снижение давления) или поддержания его на постоянном уровне. Назначение обратных клапанов – помогать жидкости возвращаться из колёсного тормозного обратно к главному тормозному цилиндру когда педаль тормоза отпущена.

ВЫПУСКНЫЕ КЛАПАНЫ (NC VALVE)

Эта группа клапанов нормально закрыта, но открывается во время слива (снижение давления).

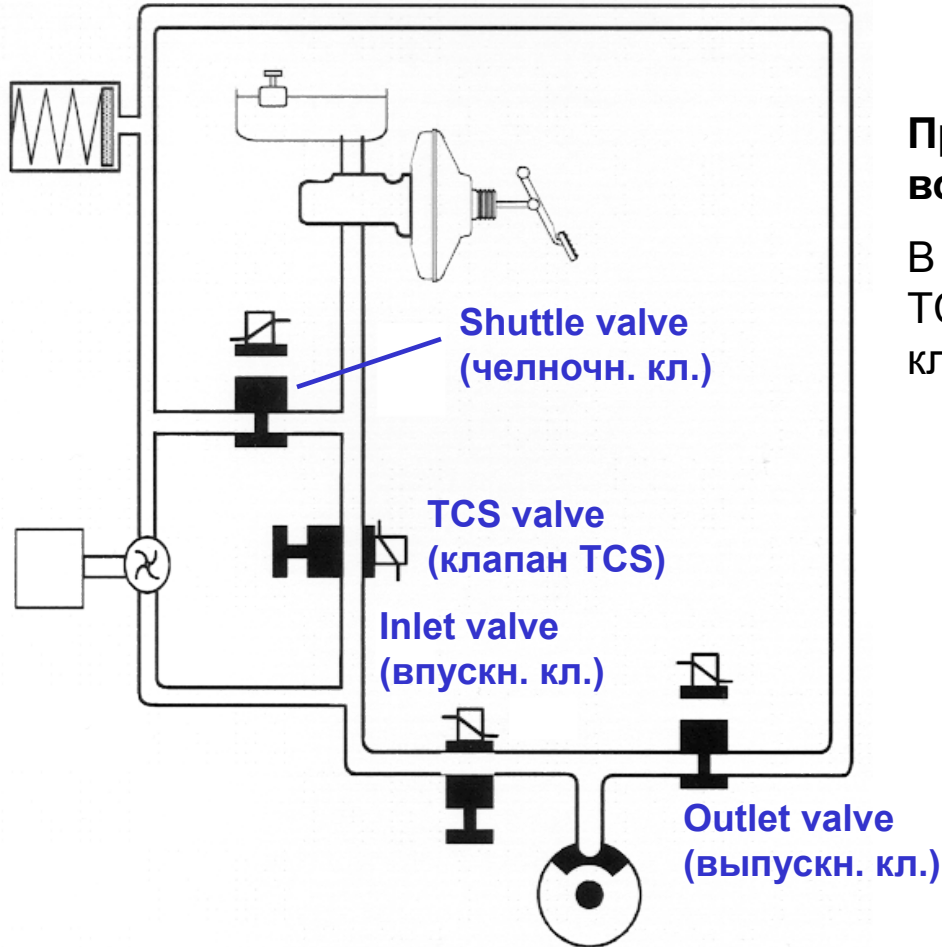
ЧЕЛНОЧНЫЙ КЛАПАН (SHUTTLE VALVE)

В MGH-25 установлен электромагнитный клапан вместо использовавшегося ранее в системах TCS гидравлического клапана. При работе ESP, для исключения изменения давления в магистрали от воздействия педали тормоза, необходимо отсекал гл. тормозной цилиндр. Эту задачу и выполняет челночный клапан.

Клапан TRACTION CONTROL (TCV)

При обычных условиях этот клапан нормально открыт, и давление от М/С (гл. тормозного цилиндра) поступает к тормозному цилиндру переднего колеса. При работе TCS или ESP, ТС клапан закрывается и уже давление генерируемое насосом поступает к тормозному цилиндру переднего колеса. ТС клапан включает в себя также предохранительный клапан (relief valve) и обратный клапан (check valve). Когда давление, создаваемое насосом избыточно, предохранительный клапан открывается и подаёт избыточное давление на вход насоса.

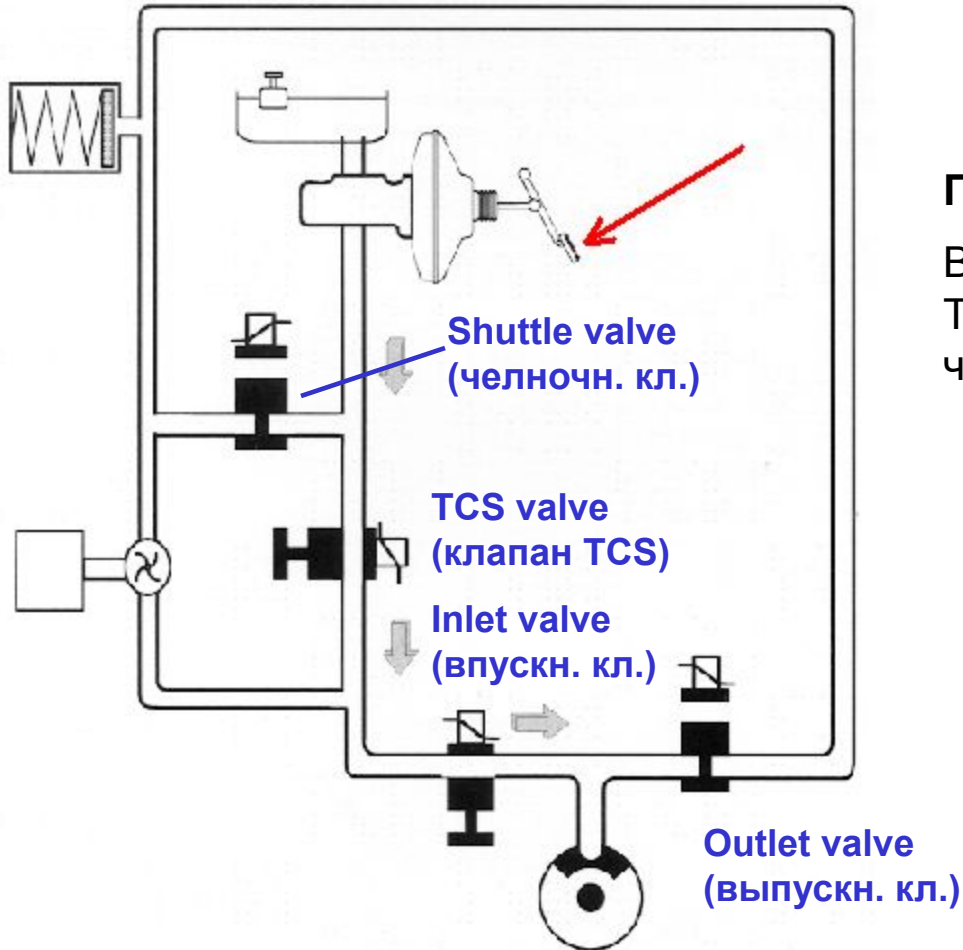
4.1 Гидравлическая схема



При отсутствии каких-либо воздействий

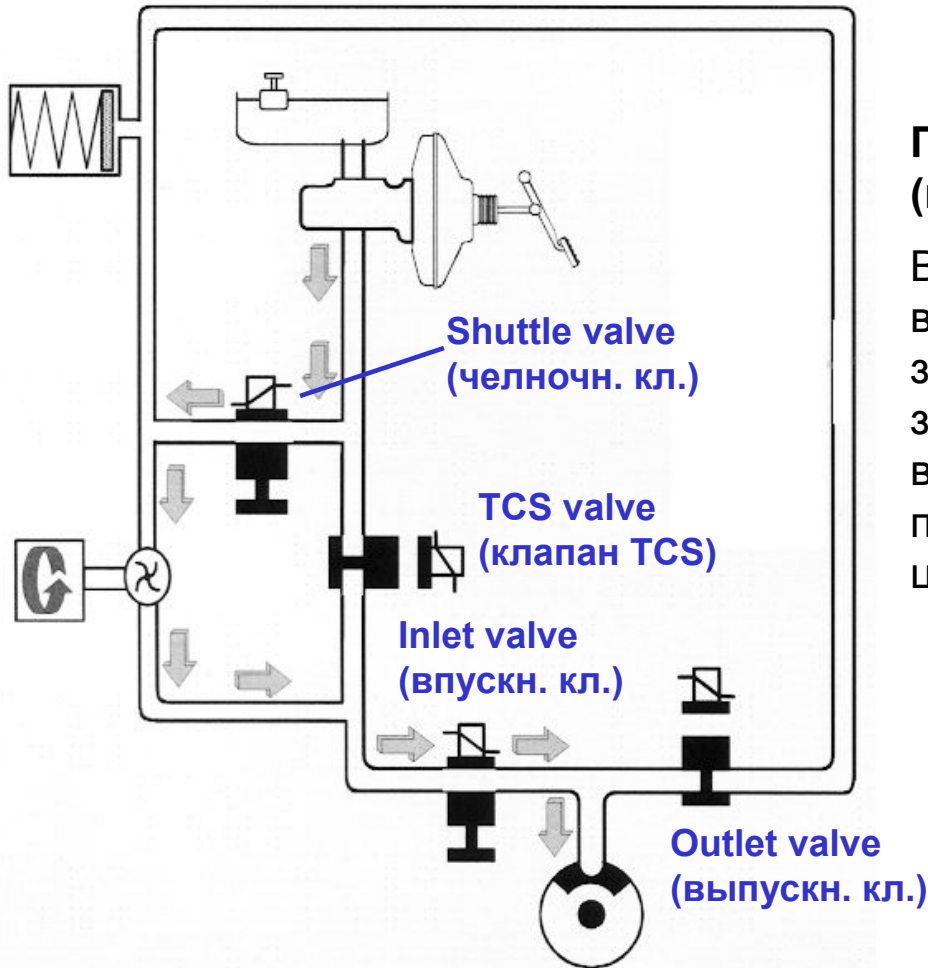
В этом случае впускной клапан и клапан TCS открыты, а челночный и выпускной клапан закрыты .

4.2 Движение жидкости



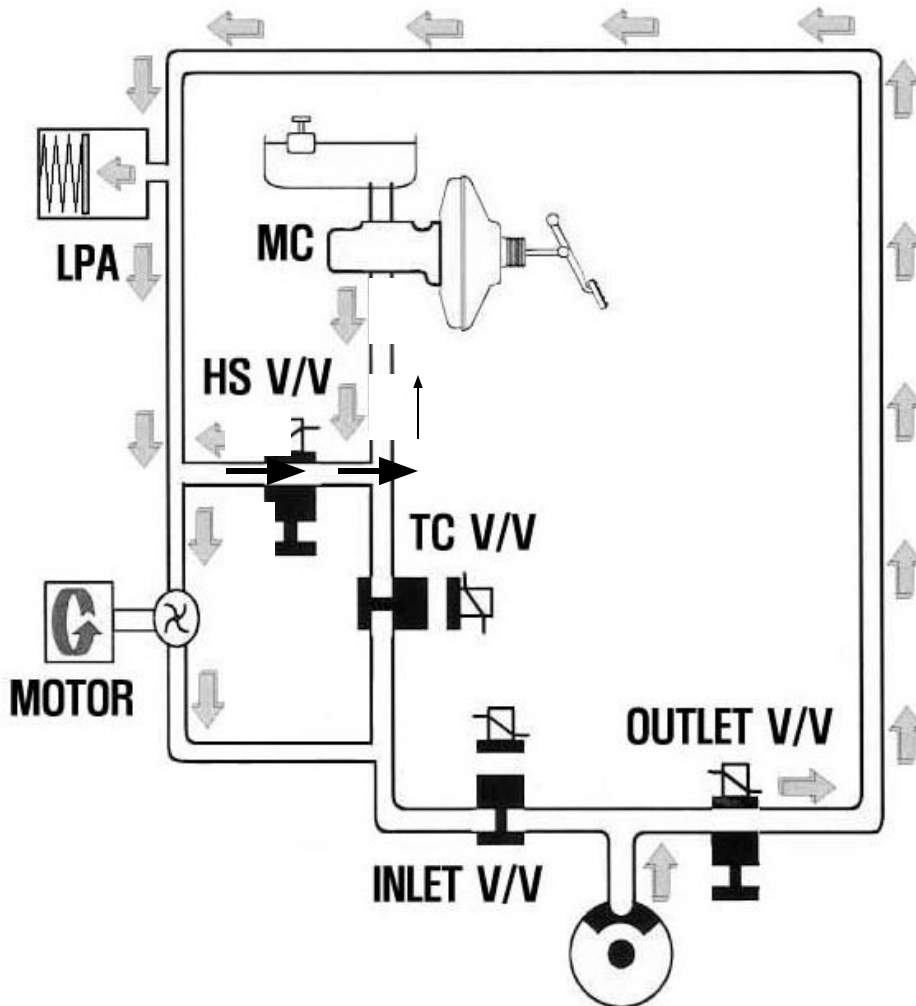
При торможении

В этом случае впускной клапан и клапан TCS открыты, выпускной клапан и челночный клапан остаются закрытыми.



**При работе ESP
(в случае когда давление возрастает)**

В этом случае впускной клапан работает в пульсирующем режиме. Клапан TCS закрыт. Выпускной клапан остаётся закрытым. Челночный клапан открыт. На время вмешательства ESP давление поступает в колёсный тормозной цилиндр.

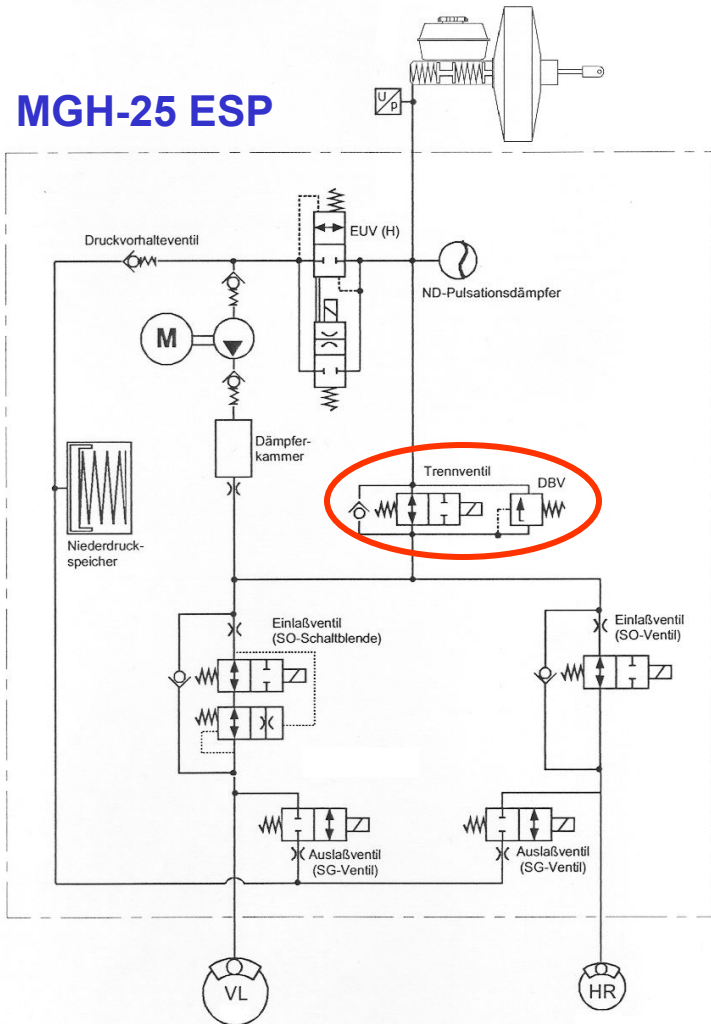


При работе ESP (в случае слива - снижение давления)

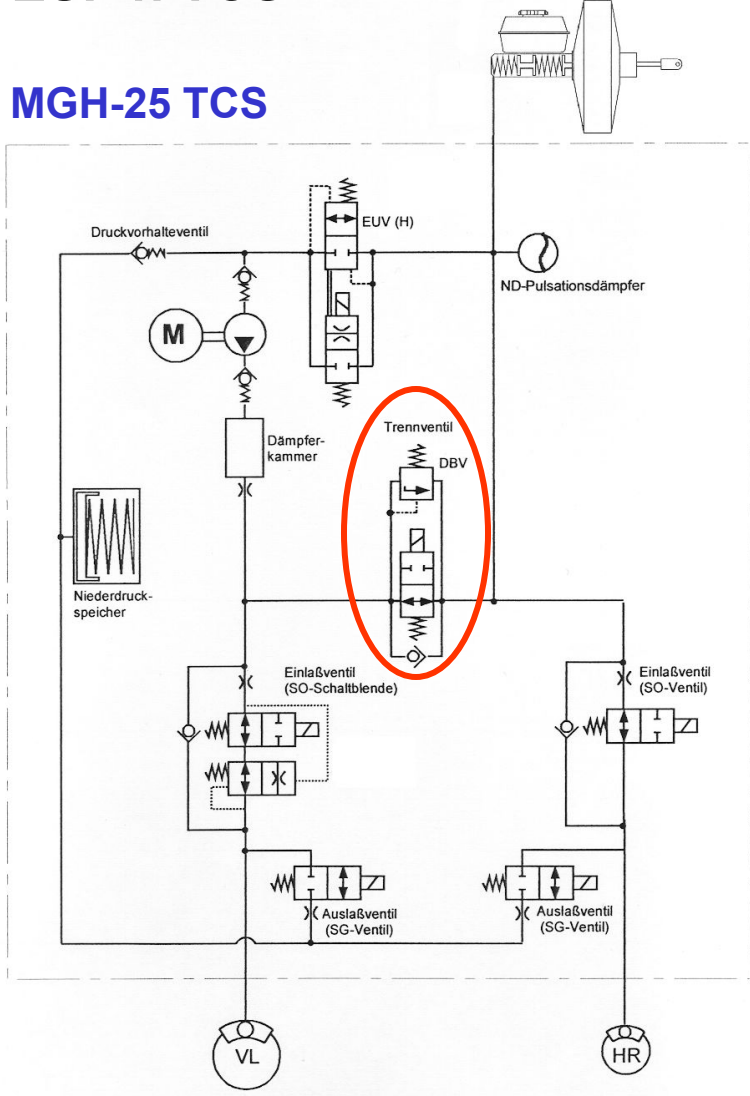
В этом случае впускной клапан и клапан TCS закрыты. Выпускной клапан работает в пульсирующем режиме. Заряжается гидроаккумулятор, челночный клапан остаётся открытым, давление подаётся к главному тормозному цилиндру.

4.3 Сравнение гидравлических схем ESP и TCS

MGH-25 ESP



MGH-25 TCS



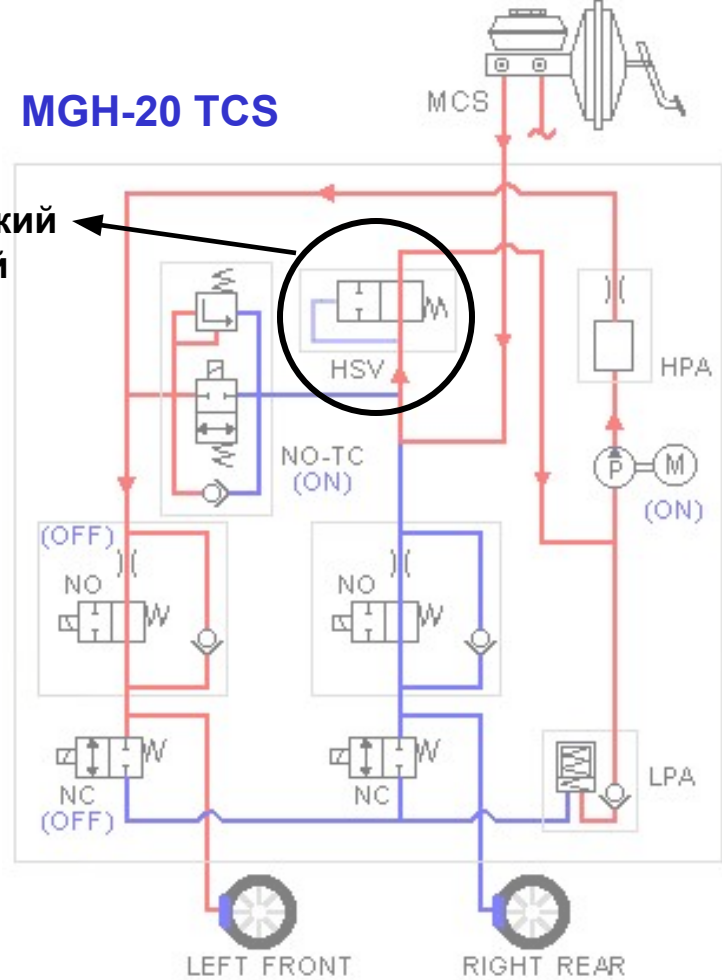
Системы с гидравлическим и электромагнитным челночным клапанами

MGH-25 ESP



Гидравлический челночный клапан
Электромагнитный челночный клапан

MGH-20 TCS



Гидравлический и электромагнитный челночный клапан

Отличия между гидравлическим челночным клапаном используемым в системах ABS/TCS и электромагнитным челночным клапаном в ESP

Общее

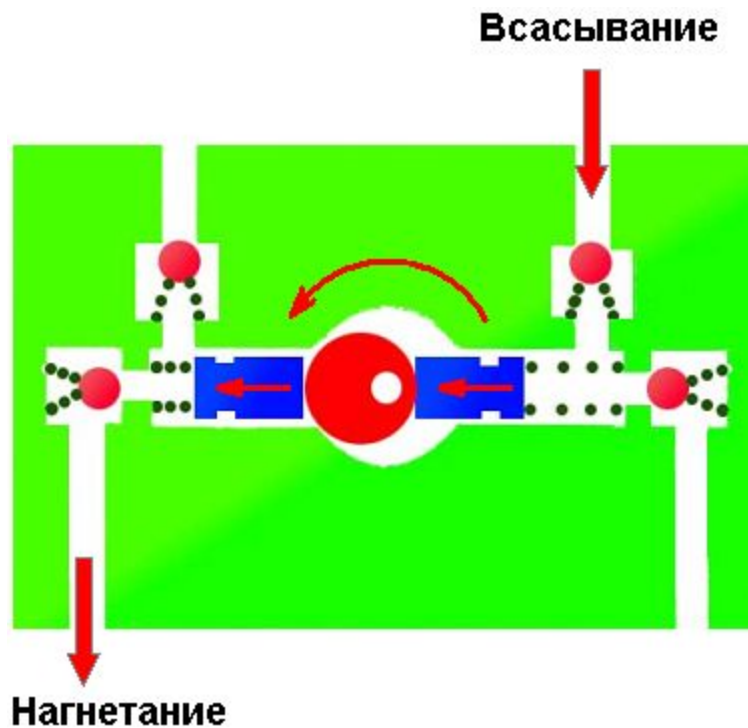
- Как и гидравлический, электромагнитный челночный клапан системы TCS, располагается между главным тормозным цилиндром и портом всасывания насоса.
- При отсутствии давления со стороны педали тормоза, **гидравлический** челночный клапан открыт, но закроется как только давление повысится до величины 1.5 - 2.5 bar. При давлении на входе в насос ниже 1.5 bar, гидравлический челночный клапан автоматически открывается.
- **Электромагнитный** челночный клапан закрыт всегда, независимо от величины давления, и открывается только по сигналу от ЭБУ.

Гидравлический и электромагнитный челночный клапан

Причины замены гидравлического челночного клапана на электромагнитный

- Как известно, при необходимости вмешательства ESP, включается насос и сообщает необходимое давление тому тормозному цилиндру, давление в котором необходимо регулировать для обеспечения курсовой устойчивости.
- Если водитель сильно нажимает на педаль тормоза, и в это же время необходимо вмешательство ESP, то возникает ситуация, когда надо удалить избыточное давление от воздействия педали, а насос не может этого сделать из-за того, что гидравлический челночный клапан в это время закрыт большим давлением от педали тормоза. Электромагнитный клапан позволяет решить этот вопрос и открывается даже если в этот момент используется педаль тормоза.

4.4 Насос



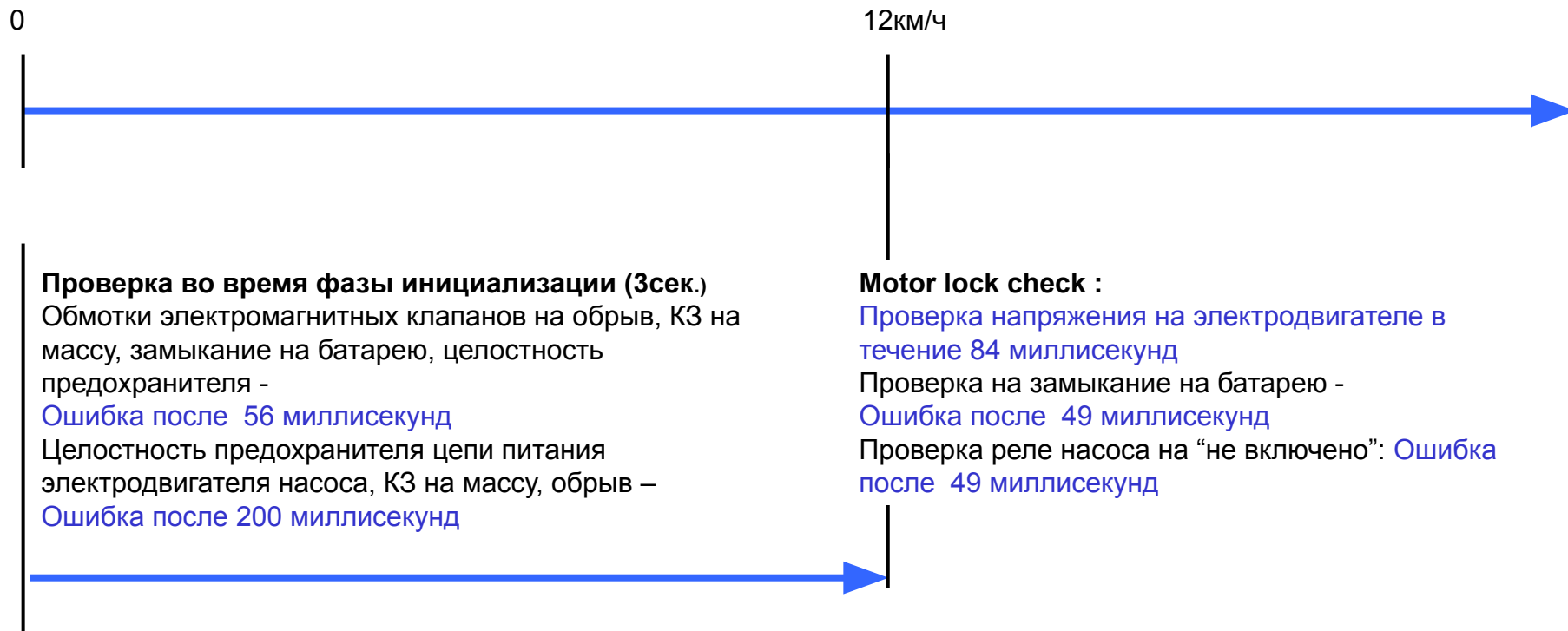
Всасывание (правая часть насоса)

При повороте эксцентрика электродвигателем и под действием пружины, правый поршень насоса движется влево. Создавая разрежение преодолевает сопротивление пружины верхнего клапана открывает его и всасывает жидкость.

Нагнетание (левая часть насоса)

В это же время левый поршень под действием эксцентрика перемещается влево, создавая давление, преодолевает сопротивление пружины бокового клапана, открывает его и выпускает порцию жидкости в магистраль.

Проверка электромагнитных клапанов и насоса ЭБУ



Замена гидрожидкости и прокачка (удаление воздуха).

Замена гидрожидкости и прокачка с использованием вакуумного приспособления высокого разрежения

При заполнении тормозной системы автомобиля оборудованного ESP, помимо 4-х выпускных клапанов, должен быть открыт и электромагнитный челночный клапан. Открытие происходит блоком ЭБУ, через команду с диагностического оборудования. В противном случае, полость между портом всасывания насоса и электромагнитным челночным клапаном не будет заполнена, и в системе останется воздух. Клапаны не должны находиться в открытом состоянии более 90 секунд. Если же всё-таки необходимо держать клапаны открытыми более 90 секунд, то делать это необходимо в пульсирующем режиме с частотой 0.5 Гц.

Заполнение гидрожидкостью и прокачка при попадании воздуха в систему на производстве

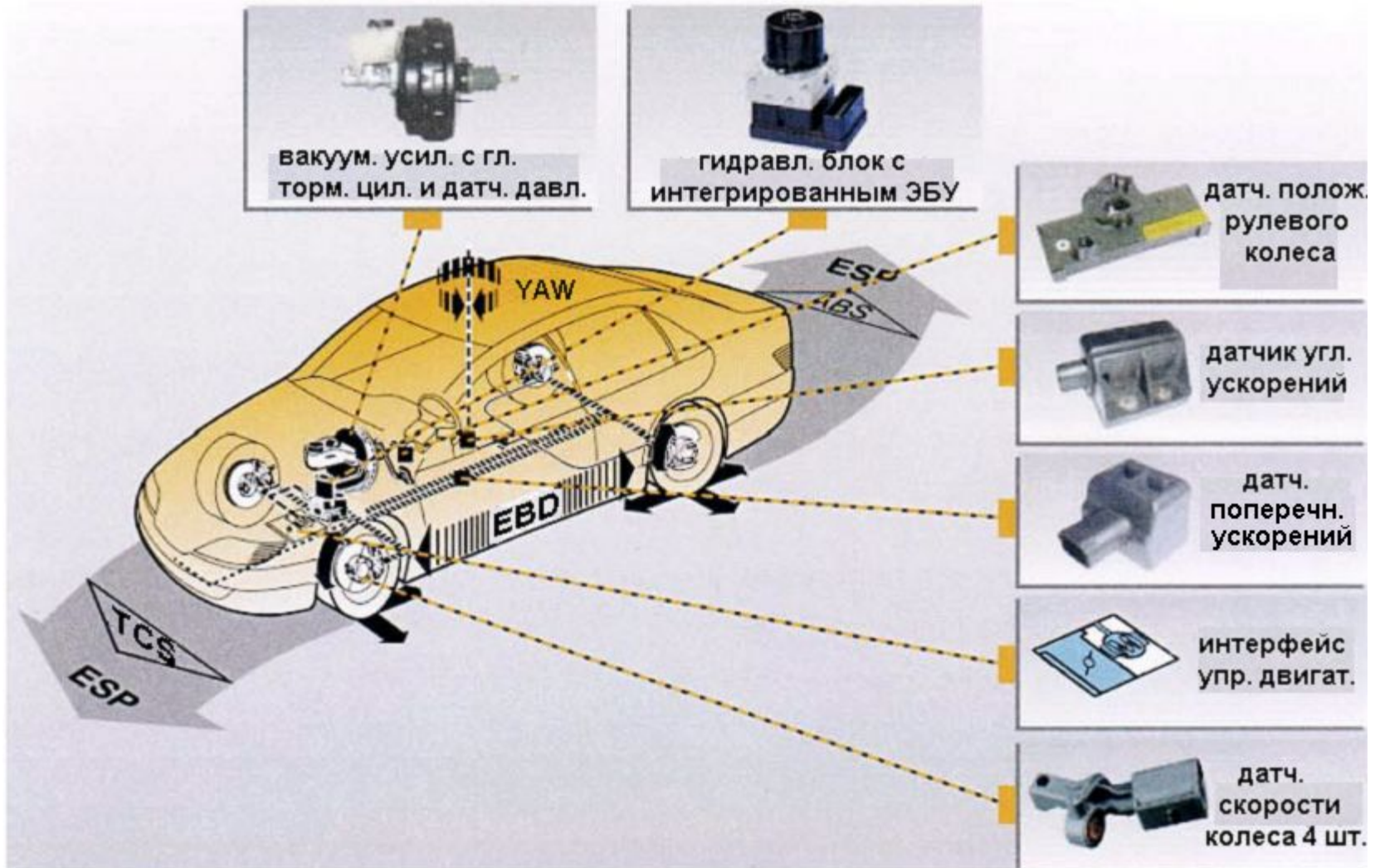
При необходимости повторной прокачки тормозной системы в процессе доводки автомобиля на производстве, при прокачке второго контура, электромагнитные клапаны должны быть открыты вместе с изолирующими клапанами. При закрытых челночных клапанах, насос ABS не в состоянии забрать гидрожидкость из резервуара.

Замена гидрожидкости и прокачка в условиях сервисной станции

При замене гидравлического блока в условиях сервисной станции, никаких дополнительных действий не требуется, т.к. в новые запчасти блок поставляется предварительно заполненным гидрожидкостью, так что **магистраль насоса** не требует прокачки.

Примечание: **Прокачка возможна при использовании HI-SCAN!**

4.5 Расположение компонентов на автомобиле



5.0 Входные и выходные сигналы

Входной сигнал

Датч. скор. колеса (FL)

Датч. скор. колеса (FR)

Датч. скор. колеса (RL)

Датч. скор. колеса (RR)

Датч. угла поворота
рулев. колеса

Yaw & Lateral G
Sensor

Датчик давления

Выкл. стоп – сигн.

Выкл. ESP / TCS

Э
Б
У

Е
S
P

Выходной сигнал

Насос АБС

Электромагнитные
клапаны

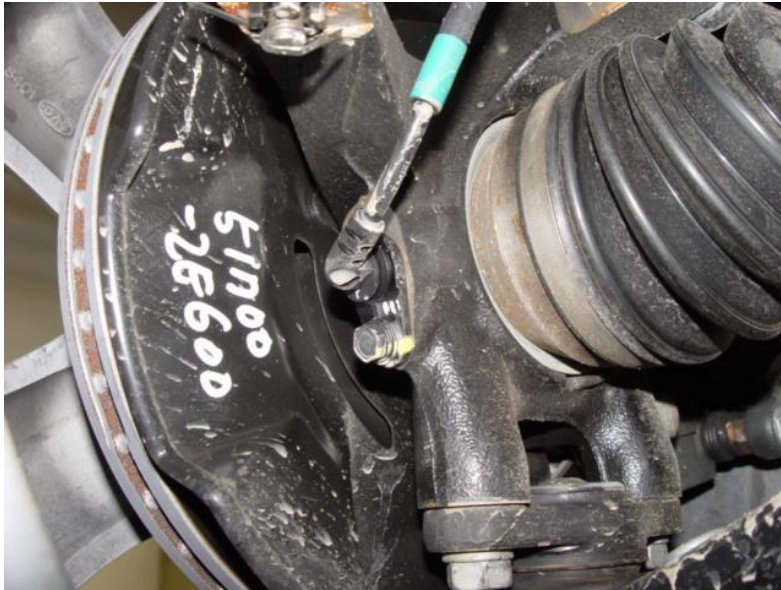
ABS,EBD W/L

TCS/ESP W/L

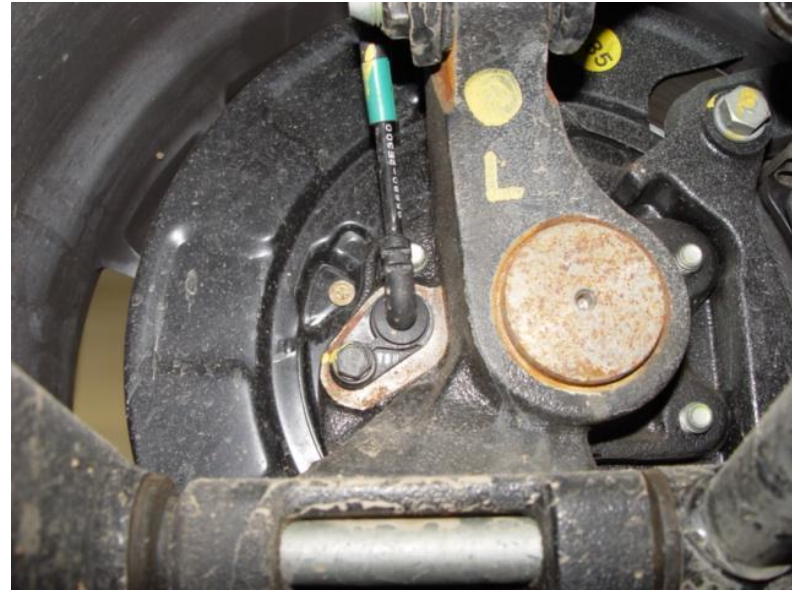
TCS/ESP F/L

CAN обмен между
ECM & TCM

5.1 Датчики скорости колеса



[Датчик скорости переднего колеса]



[Датчик скорости заднего колеса]

- **Расположение:**

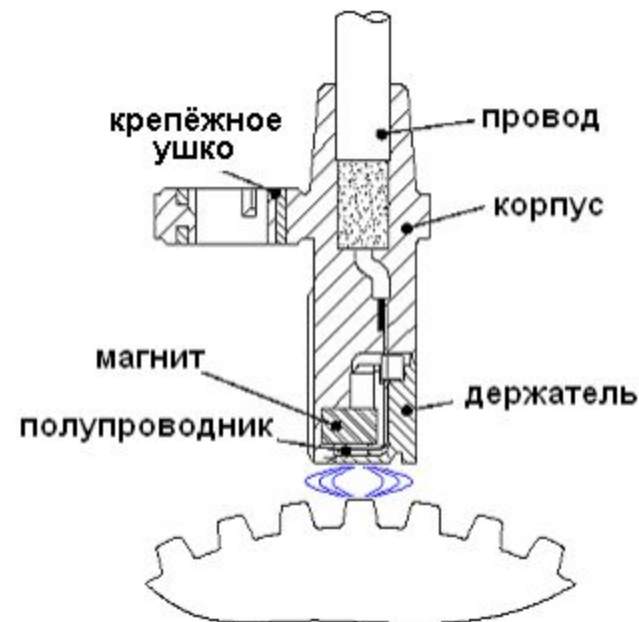
Датчик - на кулаке, задающий диск –на ступице

Зазор не замеряется и не регулируется!

Датчик скорости колеса

- Тип : датчик Холла
- Компоненты: микросхема Холла, конденсатор, постоянный магнит
- Выходной сигнал: цифровой (транзистор с открытым коллектором).
- Хорошие характеристики в части независимости от изменений температуры и стойкости к помехам.
- Высокая чувствительность при низких скоростях вращения колеса: фиксация 0 об/мин.
- Чувствительность к изменению зазора: низкая - стабильный выходной сигнал.
- Напряжение питания: DC 12В

Выходной сигнал		MAX	норма	MIN
Верхний сигнал	I_{Low} (mA)	5.9	7	8.4
Нижний сигнал	I_{High} (mA)	11.8	14	16.8
Отношение сигналов	I_{High} / I_{Low}	1.85 или более		
Рабочий диапазон частот		1 ~ 2500 Гц		
Скважность		30~70%		



Генерируемый выходной сигнал датчика – синусоида. Уровень сигнала 7mA (логический 0), 14mA (логическая 1). Таким образом, для проверки датчика необходим осциллограф.

Каждый раз при включении, ABS или ESP проверяет состояние датчиков скорости колёс. Даже во время движения происходит постоянный опрос. При наличии неисправности или абнормальной форме сигнала, системы ABS и ESP отключаются, а на панели приборов загораются контрольные лампы: **ABS** и **ESP OFF**.



Принцип работы датчика скорости



Работа датчика

При прохождении зуба диска-задатчика колеса мимо полупроводников А и В, в них возникает ЭДС Холла. При прохождении зуба между двумя полупроводниками, ЭДС в них равна 0.

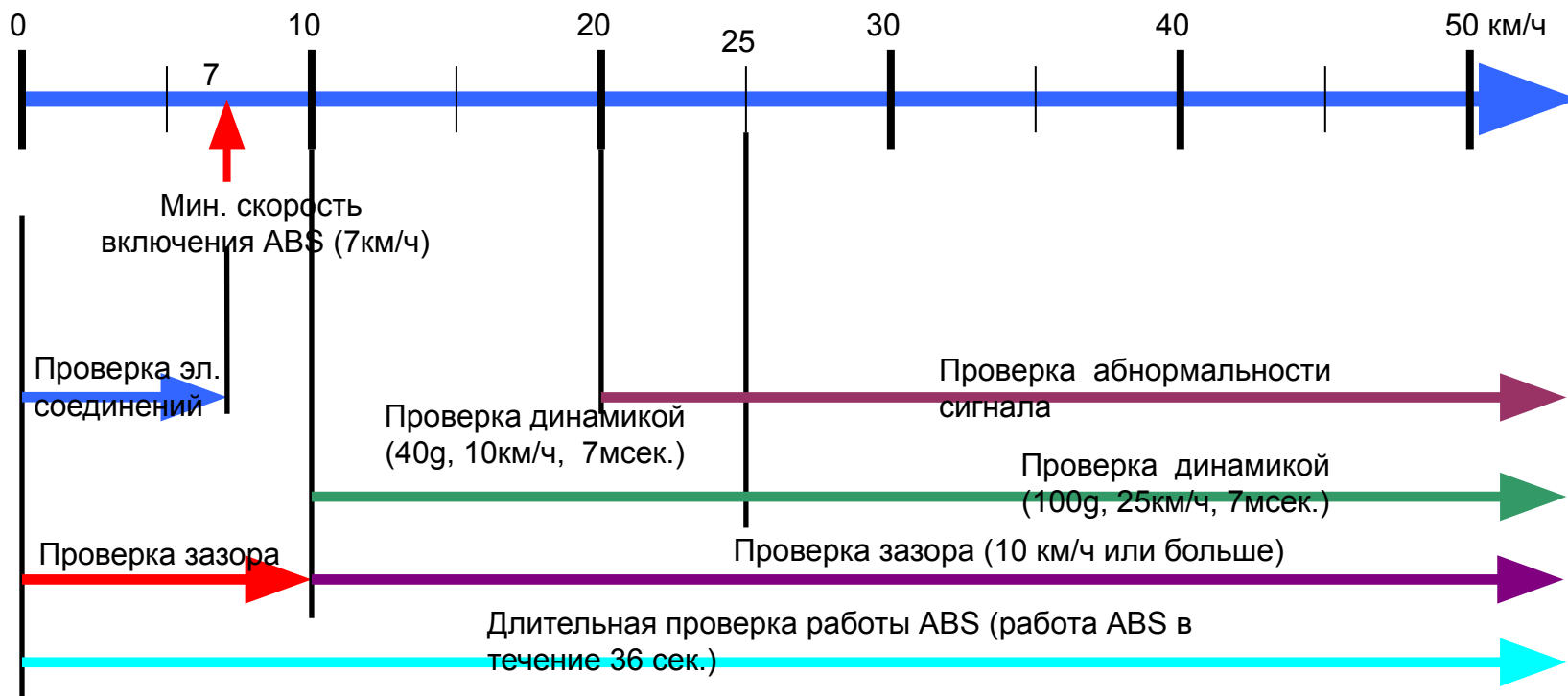
Ширина зубьев диска равна расстоянию между полупроводниками. Точки пересечения с осью являются опорными, а сами полупроводники элементами измерительного моста. Синусоидальный сигнал преобразуется в прямоугольный и может напрямую обрабатываться ЭБУ ABS.

Датчик скорости колеса

Алгоритм проверки датчика скорости ЭБУ

Работоспособность датчиков скорости колёс постоянно проверяются ЭБУ при запуске двигателя.

Помимо этого, сигналы датчиков контролируются и при движении автомобиля. Если фиксируется неисправность или абнормальный сигнал, функция ABS отключается и загорается лампа-сигнализатор.



Сравнение старого и нового датчиков скоростей

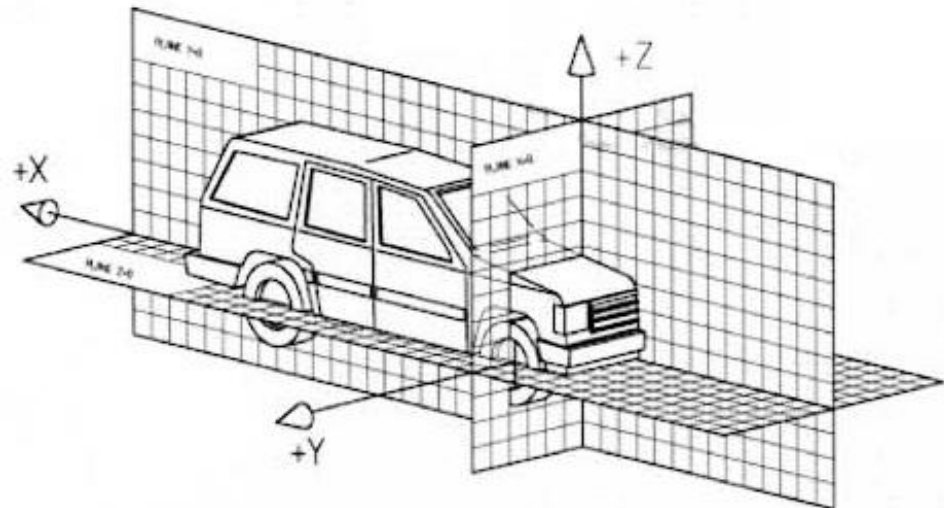
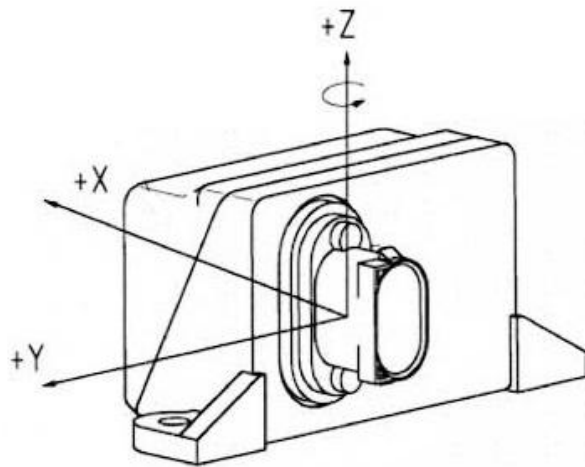
Характеристика	Индуктивный датчик	Датчик Холла
геометрич. размеры	больше	меньше (до 40~50%)
возможность размещения в одном кристалле	невозможно	возможно
масса	средняя	небольшая
определение малых скоростей	невозможно при скоростях менее 3км/ч	возможно, вплоть до 0 км/ч
диапазон рабочих температур.	-40 ~ +125 °C	-40 ~ +150 °C
чувствительность к изменению зазора	чувствительный $U \sim 1/(\text{зазор})^2$ максимум.: 1.3мм	Затухающий (амплитуда) максимум: 3.0мм
помехоустойчивость	слабая	хорошая



5.2 Датчики угловой скорости, и поперечного ускорения

Датчики угловой скорости, и поперечного (бокового) ускорения являются основными компонентами ESP и расположены в одном корпусе.

Датчики подключены к ЭБУ и CAN шине обмена данными.

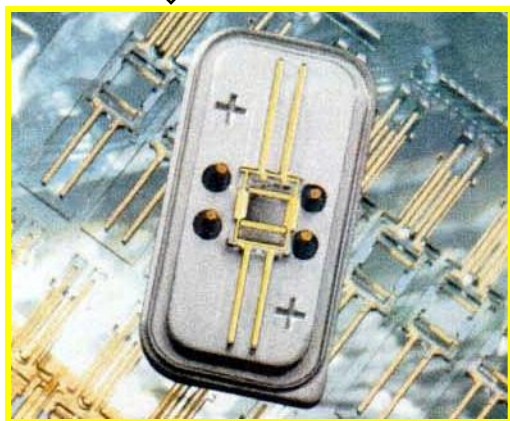
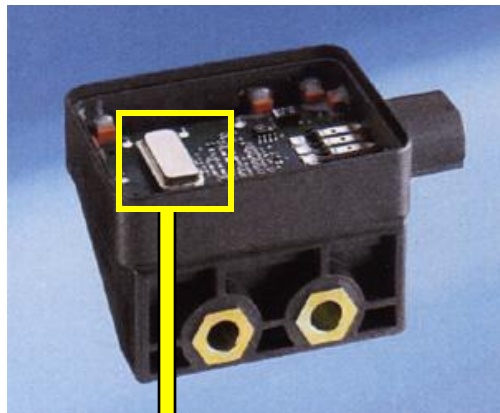


Датчик угловой скорости

[Расположение: под центральной консолью]



Датчик угловой скорости. Yaw Rate

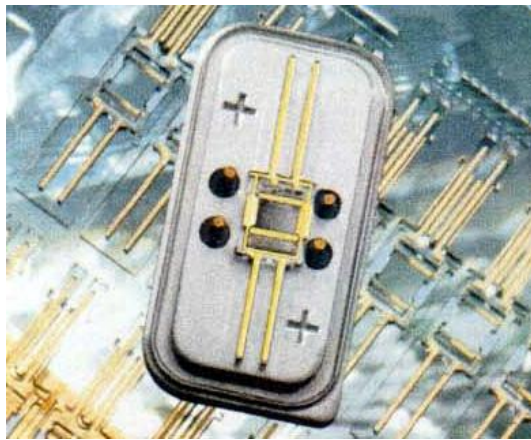


Назначение

Определяет угловую скорость автомобиля, инициируя включение ESP при её величине около 4° /сек (один полный оборот за 90 сек)

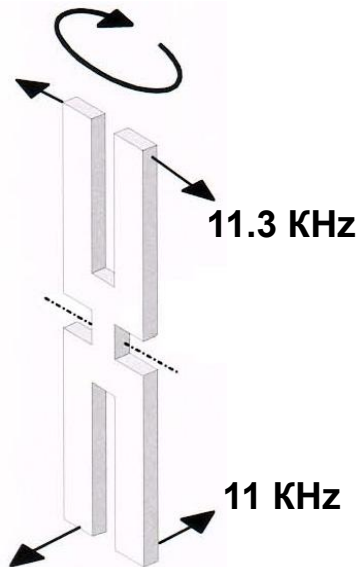
Монтажное положение

- Вибрирующие вилки вертикально
- Необходимая точность монтажа: max. $\pm 3^{\circ}$
- Ошибка в положении при монтаже вызовет ошибочную оценку сигнала датчика и ассиметричный контроль.



Конструкция и работа

Работа датчика основана на эффекте Кориолиса. Сам датчик представляет собой миниатюрный механический прибор. Колеблющиеся массы на подвесе движутся в противоположных направлениях. По сути датчик работает также как и механический гироскоп (плоскости в которых вибрируют части вилки не меняются относительно мирового пространства). При повороте автомобиля относительно своей вертикальной оси, возникает ускорение Кориолиса, вызывающее отклонение колеблющихся масс вилки и изменение расстояний. Т.к. датчик имеет гребенчатую конструкцию и фактически представляет собой конденсатор, то разность расстояний означает разность ёмкостей, которая прямо пропорционально углу поворота. Это отклонение и отслеживается электроникой.



Безопасность

В целях исключения ошибочных сигналов от неисправного датчика, в случае каких-либо отклонений датчик отключается и не выдаёт никакого сигнала, т. е. напряжение на выходе = 0В.

Технические характеристики

- Напряжение питания: $5\text{В} \pm 0.25\text{В}$
 - Диапазон рабочих температур: $-40^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$
 - Диапазон фиксируемых ускорений:
датчик боковых ускорений: $-1.5 - 1.5\text{g}$
- датчик угловой скорости: $-75 - +75^{\circ}/\text{сек}$
- Напряжение нулевого выходного сигнала: 2.5В
- Диапазон выходных напряжений: 0.5В – 4.5В

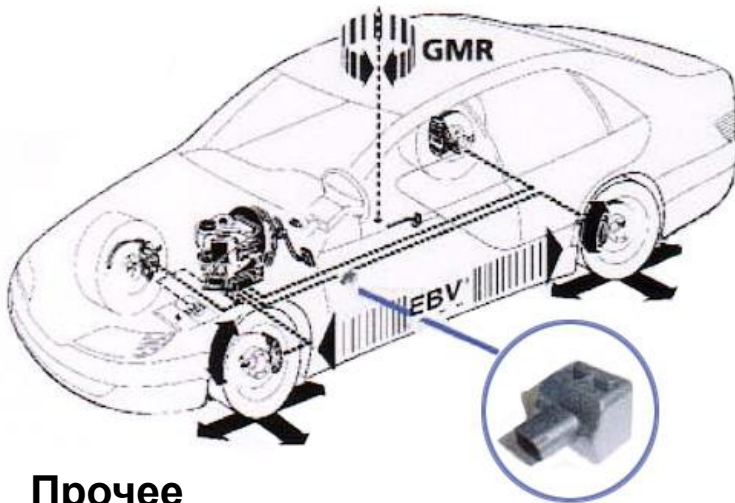
Датчик поперечных ускорений (lateral G)

Назначение

Измерение боковых ускорений автомобиля

Конструкция

Внутри датчика находится консольно закреплённый пластинчатый пружинный элемент с небольшой массой на конце, отклоняющийся при возникновении поперечных ускорений.



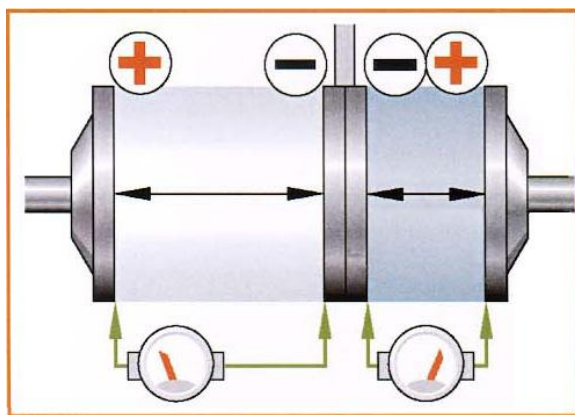
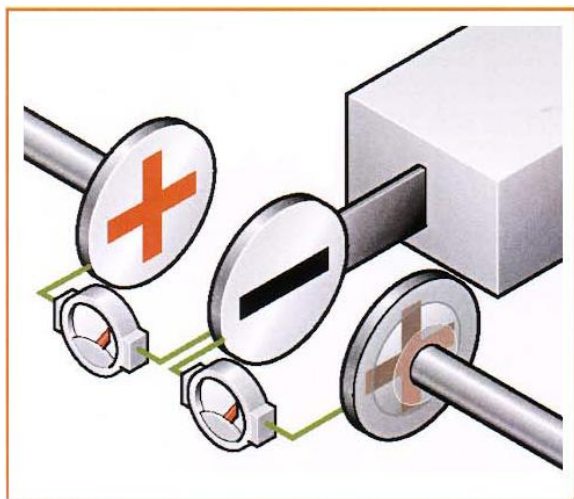
Прочее

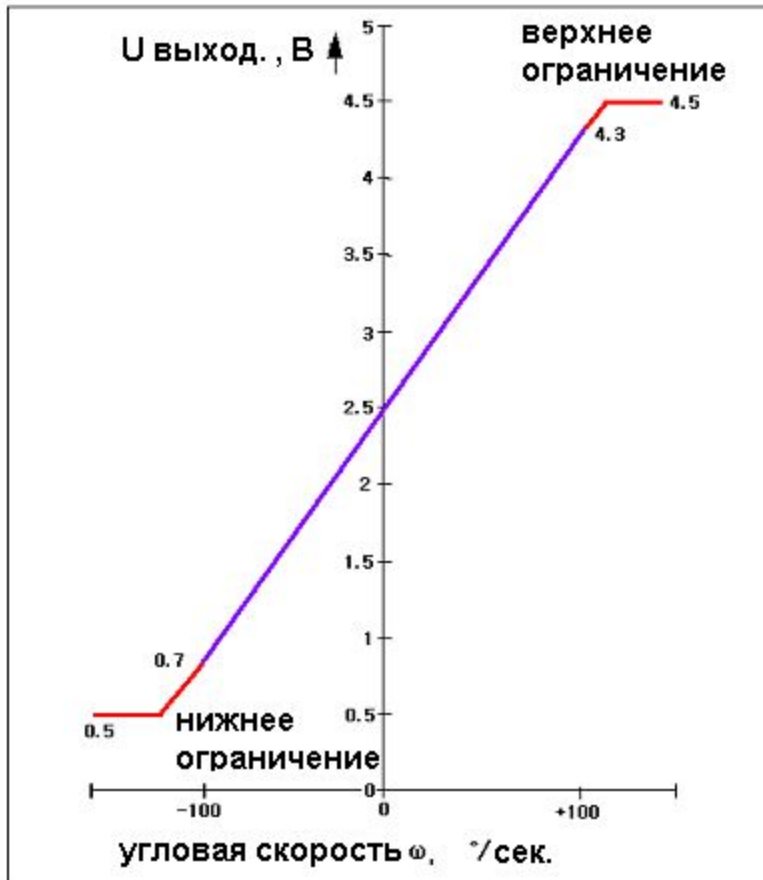
- Сам по себе сигнал с датчика боковых ускорений не может инициировать вмешательство ESP. Основное назначение сенсора - оценка коэффициента сцепления автомобиля с дорогой.
- Датчик боковых ускорений (lateral G sensor) очень критичен к местоположению при монтаже, даже по сравнению с датчиком угловых ускорений (yaw sensor).
- При замене датчика или ремонте необходимо строго придерживаться установочного места и положения.

Датчик поперечных ускорений (lateral G)

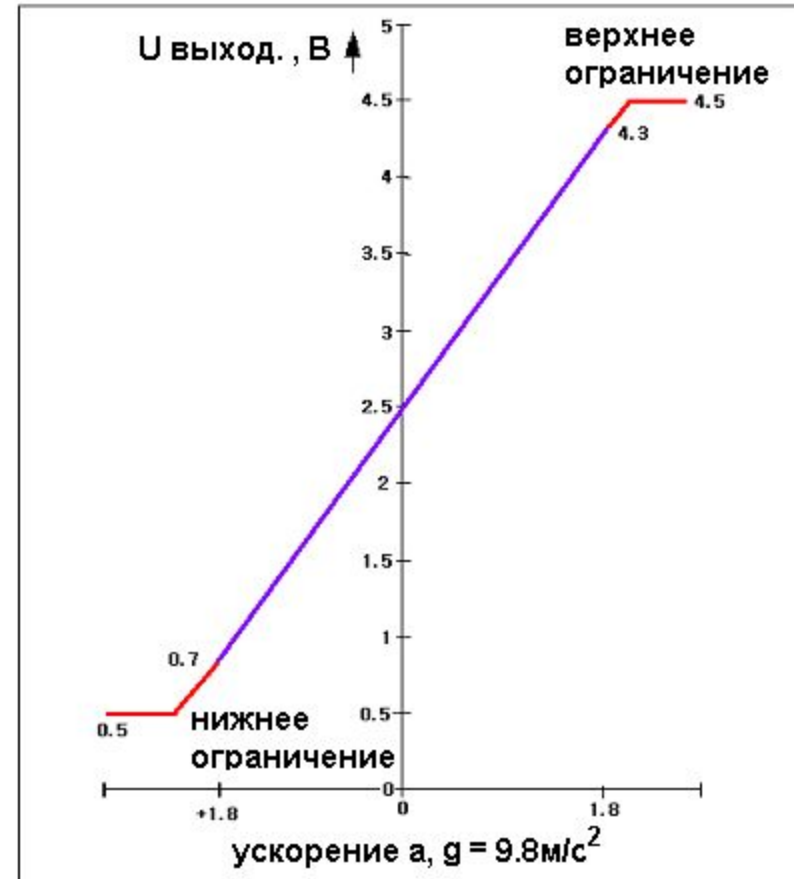
Работа датчика

- Между двумя стационарными и положительно заряженными дисками расположен третий, кремниевый, отрицательно заряженный и закреплённый на пластинчатом пружинном элементе.
- Три диска образуют обкладки двух конденсаторов C1 и C2, создающих два электрических поля.
- Изменение ёмкостей C1 и C2 вызванное изменением расстояния между обкладками под действием сил порождающих поперечное ускорение автомобиля, используется для определения величины и направления бокового ускорения.
- Точно такой же датчик может использоваться для определения величины и направления продольного ускорения с той разницей, что ориентирован он по направлению движения автомобиля (продольной оси).
- При величине ускорения $0g$ напряжение на выходе датчика составляет 2.5В.





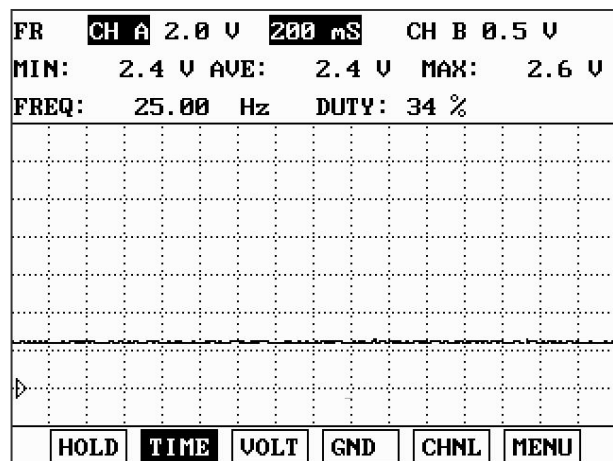
сигнал датчика Yaw Rate



При поперечном ускорении

Поворот налево сопровождается большей величиной выходного сигнала

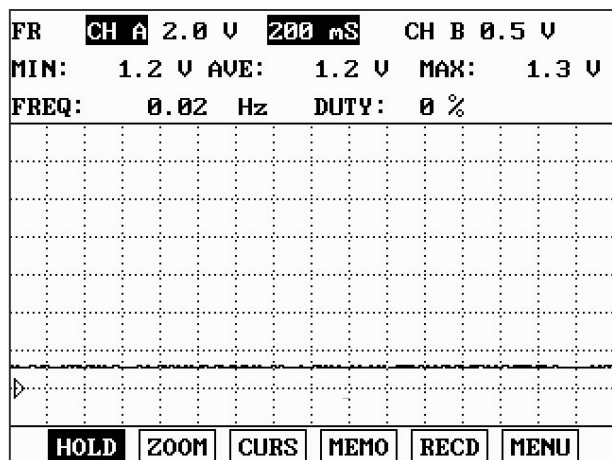
Формы сигналов



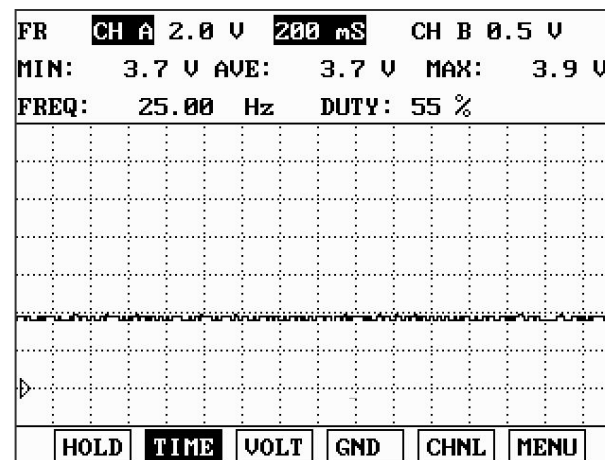
Опорное напряжение (движение по прямой)



Выходной сигнал Yaw Rate sensor



выходной сигнал Lateral G – смещение влево



выходной сигнал Lateral G - смещение вправо

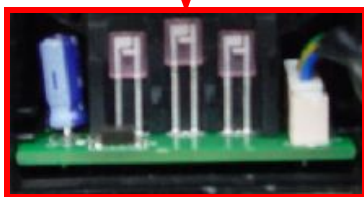
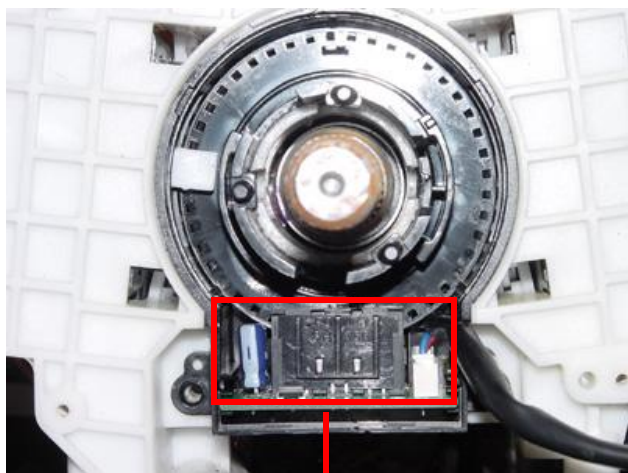
5.3 Датчик поворота рулевого колеса

Сигнал с датчика угла поворота рулевого колеса, как уже говорилось, используется как входящий, для определения курса автомобиля и распознавания намерений водителя. В датчике используются 3 светодиода повышенной яркости (LED) и 3 фототранзистора: (ST1), (STN), (ST2), между которыми вращается закреплённый на валу рулевого колеса перфорированный диск (45 отверстий). При попадании света от светодиода на фототранзистор, проводимость последнего резко увеличивается, что приводит к протеканию эл. тока в цепи. Входящий импульсный сигнал используется электронным блоком управления для подсчёта направления, величины и скорости поворота рулевого колеса. По последовательности возникновения тока в цепях фототранзисторов определяется направление, по частоте следования импульсов – скорость, по количеству импульсов – угол. Третий фототранзистор (STN) необходим для определения нейтрального положения.



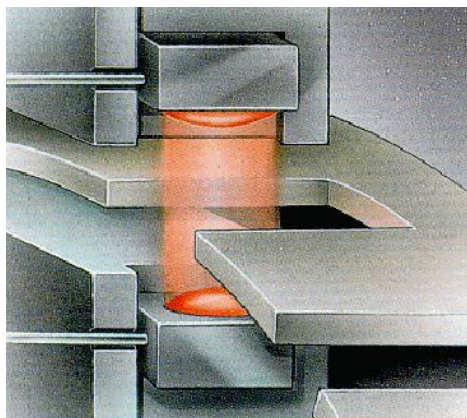
Расположение:

- на рулевом валу, внутри ступицы рулевого колеса



Техническая характеристика:

- тип : фотоэлектронный
- Выходной сигнал: цифровой (транзистор с открытым коллектором).
- количество импульсов :45, (1 импульс соответствует повороту рулевого колеса на 8°)
- Скважность : $50 \pm 10\%$
- разность фаз выходных сигналов : $2.0 \pm 0.6^{\circ}$
- напряжение питания : IGN1(8~16V)
- выходное напряжение: $1.3 \leq U_{OL} \leq 2.0V$,
 $3.3 \leq U_{OH} \leq 4.0V$
- максимальная фиксируемая угловая скорость : $1,500^{\circ}/\text{сек}$



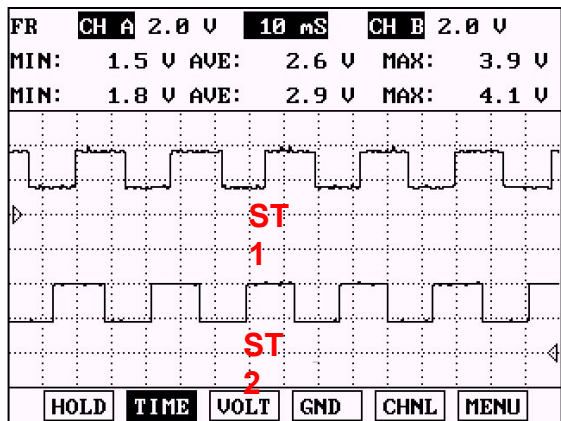
При положении когда фототранзистор закрыт диском, его проводимость практически нулевая, и +3.5В попадают на вход операционного усилителя, (1.5В гасятся на резисторе).

При попадании света на поверхность фототранзистора, его р-п переход открывается, и практически весь ток течёт через него. Напряжение на входе усилителя не более 0.5В.

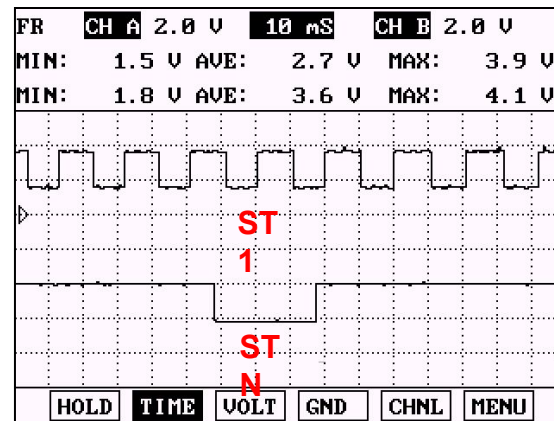
- фото-транзистор вкл: напряжение на выходе 0.5В или меньше
- фото-транзистор выкл: напряжение на выходе около 3.5В



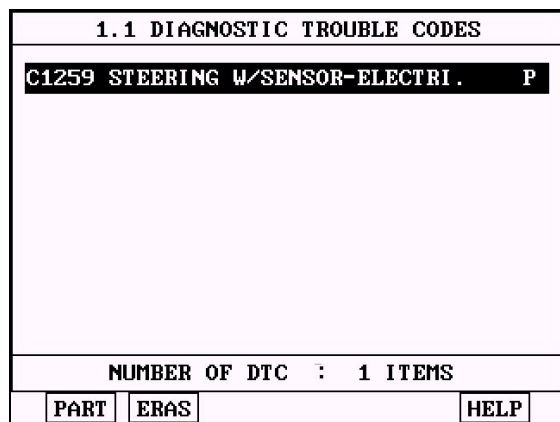
Просмотр сигнала и данных с помощью HI-SCAN



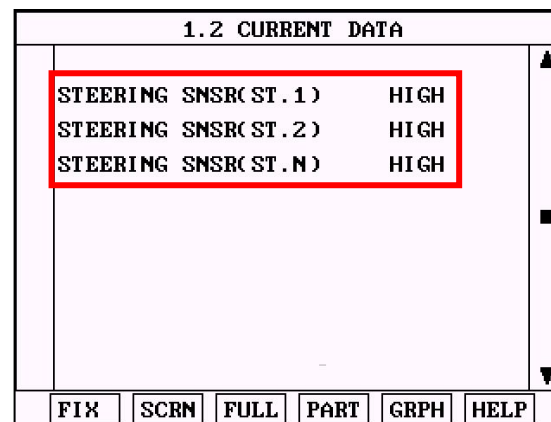
[Выходной сигнал с фототранзисторов ST1/ST2]



[Выходной. сигнал с фототранзисторов ST1/STN]

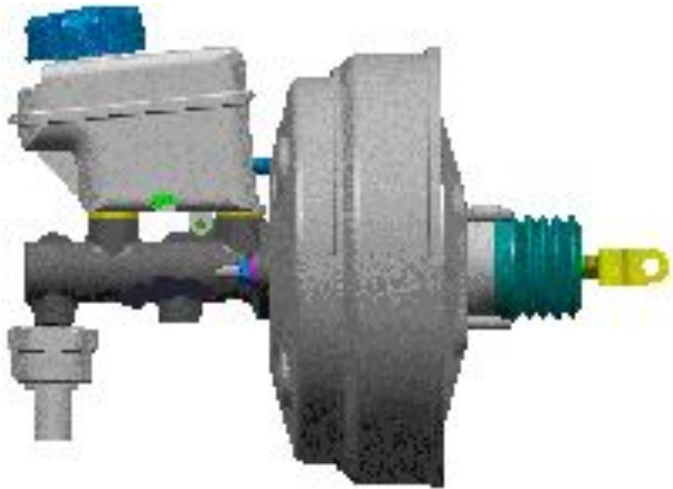


[Обрыв в датчике]



[меню Current data при обрыве в датчике]

5.4 Датчик давления



Назначение

- Распознавание намерений водителя (сила нажатия на педаль, во время работы ESP)

Конструкция

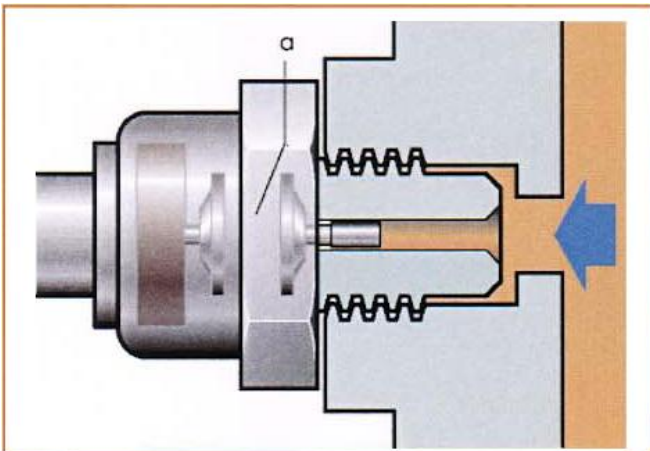
Датчик представляет собой два керамических диска, один из которых стационарно закреплён, а другой имеет возможность осевого перемещения. При возрастании давления в гидравлическом контуре, диски сближаются.

Безопасность

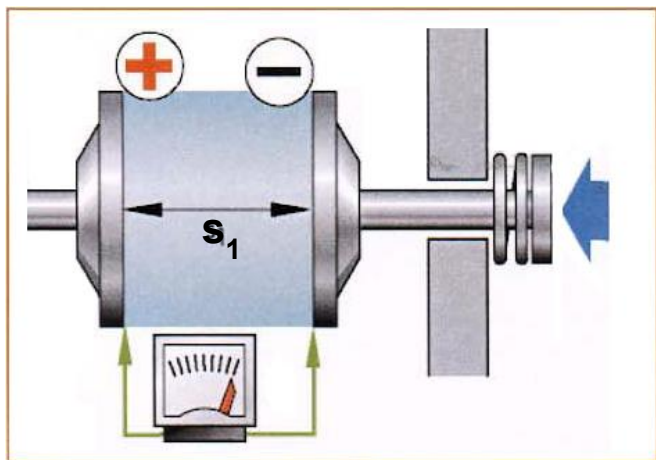
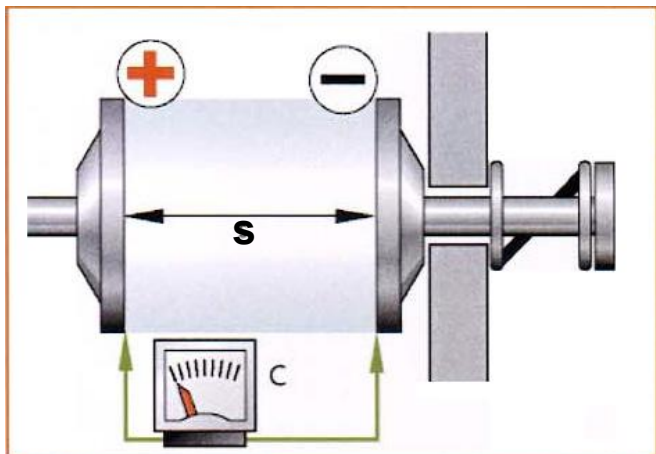
Обеспечивается резервированием

Расположение

На главном тормозном цилиндре (в районе первой камеры)



Датчик давления



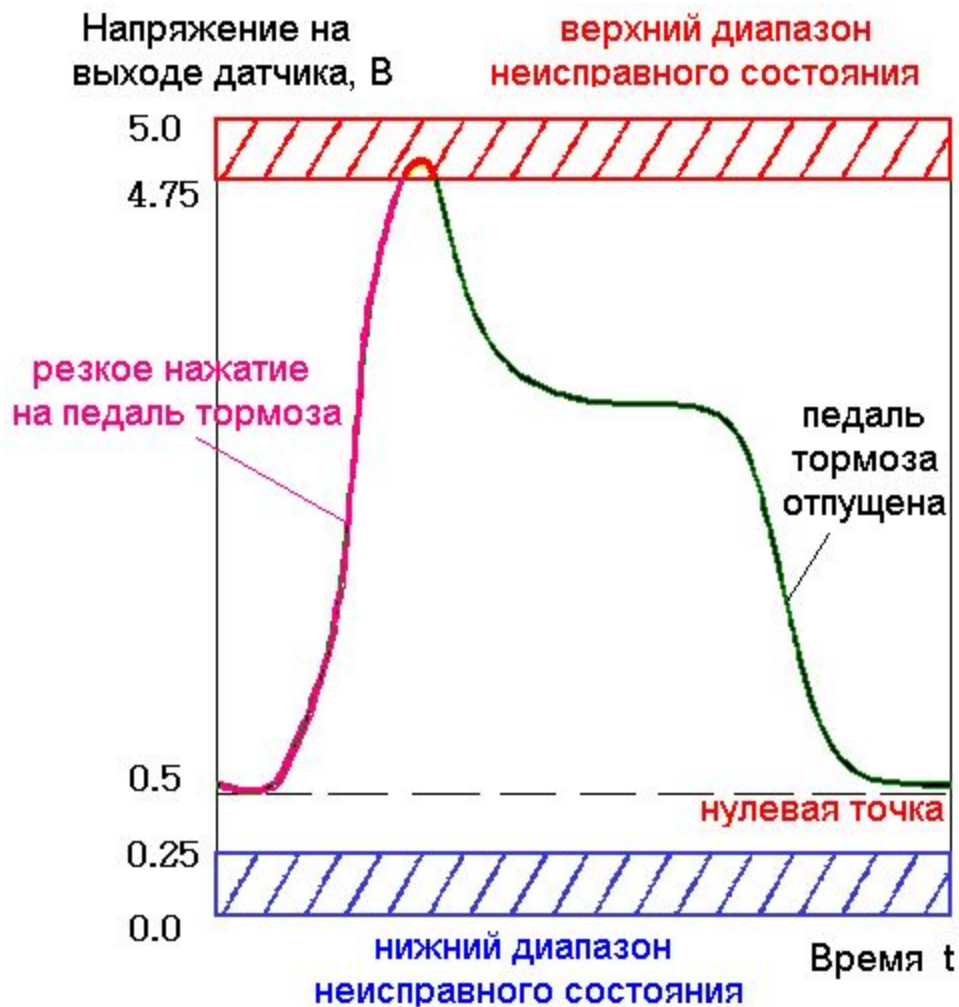
Работа датчика

- Датчик давления представляет собой конденсатор переменной ёмкости.
- Ёмкость конденсатора зависит от расстояния между обкладками (s), и прямо пропорционально давлению в первом контуре главного тормозного цилиндра.
- Влияние от изменения объёма сенсора при перемещении диска на величину давления незначительно.

Техническая характеристика

- напряжение питания : $5V \pm 0.5V$
- диапазон измерений: 0-170bar
- максимальное давление(по условиям прочности): 350 bar
- диапазон рабочих температур: от $-40^{\circ}C$ до $125^{\circ}C$
- точность: $\pm 3\%$

График иллюстрирующий изменение выходного напряжения датчика при резком торможении



5.5 Клавиша ESP

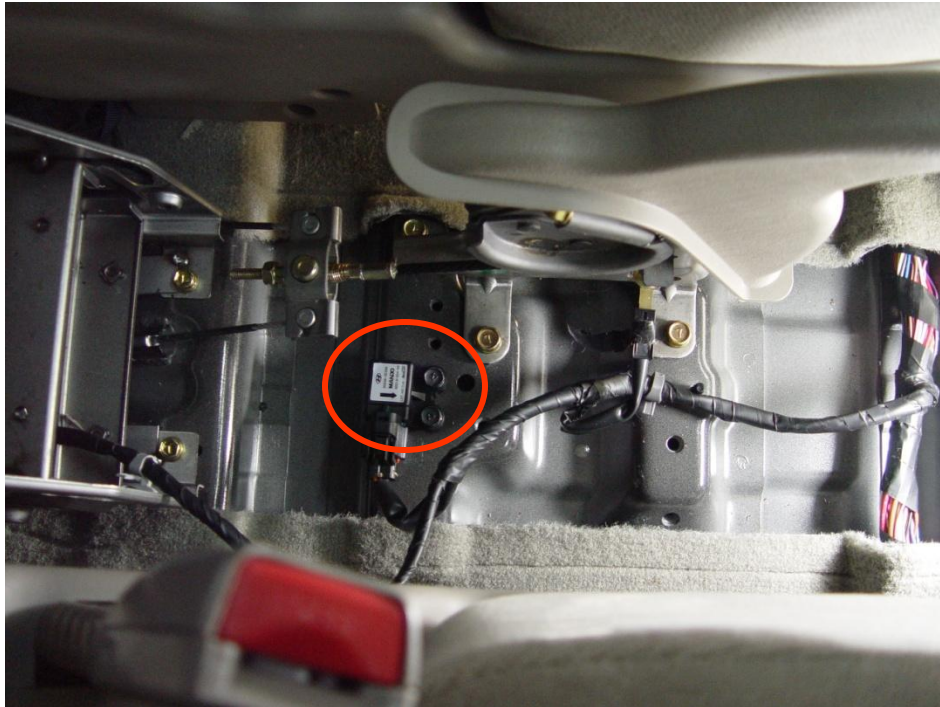


- Клавиша ESP принудительно отключает ESP и TCS.
- Располагается на торпедо слева от водителя.
- Каждый раз при запуске двигателя система сама активируется и отключается только при нажатии на клавишу.
- Если снова необходимо включить ESP и TCS, необходимо ещё раз нажать на клавишу.
- Отключение ESP и TCS не отключает ABS и никак отрицательно не влияет на её работу.
- Наличие ручного управления отключением систем ESP и TCS, помогает :
 - раскатать машину в глубоком снегу или на слабонесущем грунтенеобходимо:
 - во время езды с цепями противоскольжения
 - при выполнении теста на стенде проверки эффективности тормозной системы

5.6 Дополнительный G-Sensor для автомобилей с 4WD

Дополнительный G-сенсор обеспечивает дополнительный сигнал ЭБУ (HECU).

Если при включённом режиме 4WD возникает необходимость вмешательства ABS, то ЭБУ отключает питание от исполнительного электромагнита подключения заднего моста (EMC) системы TOD.



Расположение:

на тоннеле, между передними сиденьями

5.7 Контрольные лампы



a) Контрольная лампа EBD

b) Контрольная лампа ABS

c) Контр. лампа TCS/ESP выключен

d) Контр. лампа TCS/ESP

1. Контрольная лампа EBD



Лампа EBD горит :

- Во время фазы инициализации (3 секунды)
- В случае отключения функции EBD

2. Контрольная лампа ABS



Контрольная лампа ABS горит:

- Во время фазы инициализации (3 секунды)
- В случае отключения функции ABS
- Во время диагностики

3. Контрольная лампа TCS/ESP OFF



Контрольная лампа TCS/ESP отключен, горит :

- Во время фазы инициализации (3 секунды)
- В случае отключения функции TCS/ESP
- Во время диагностики

4. Контрольная лампа TCS/ESP



Контрольная лампа TCS/ESP горит:

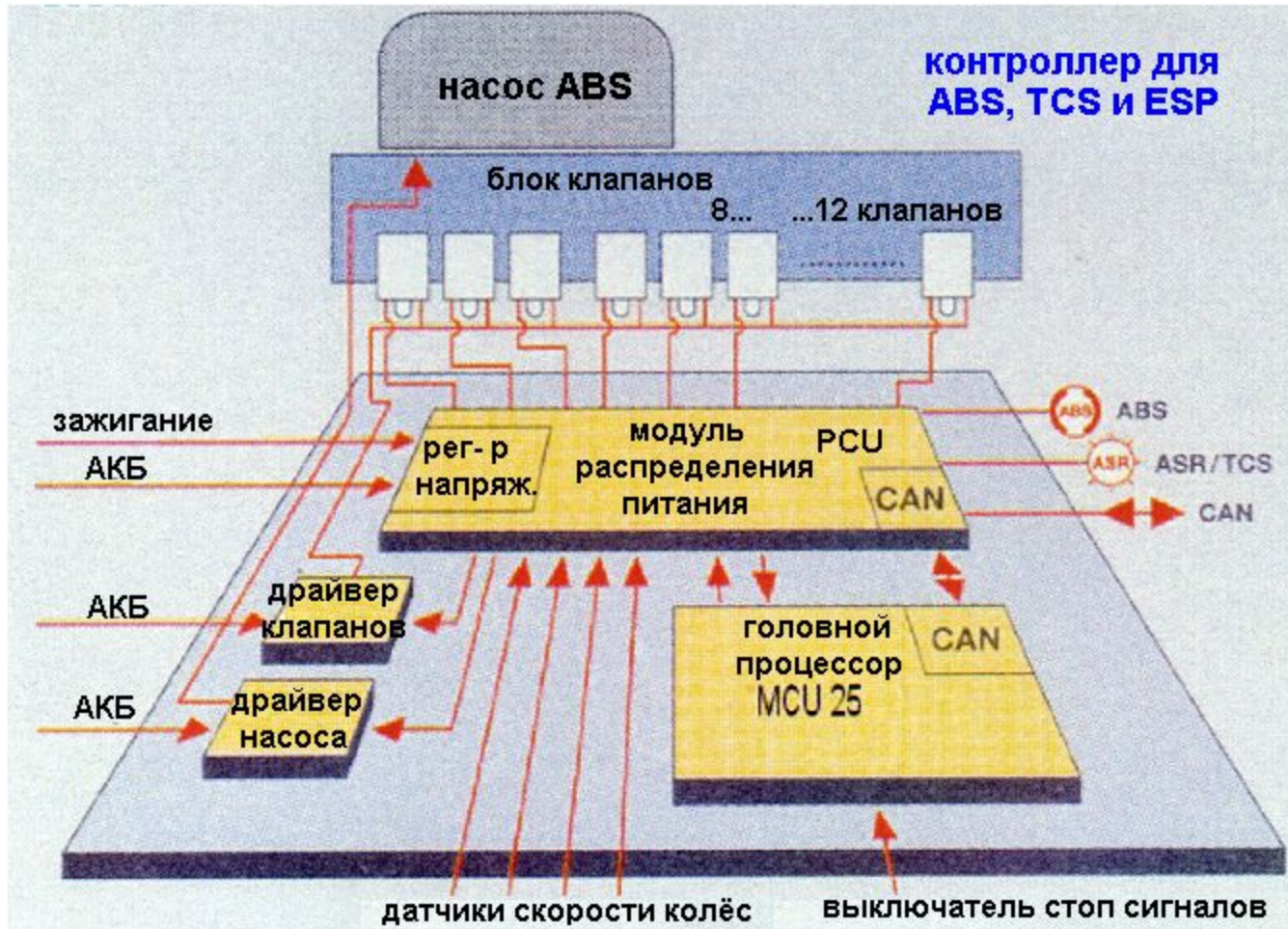
- Во время фазы инициализации (3 секунды)

Контрольная лампа TCS/ESP мигает:

- Во время работы TCS/ESP

6.0 Безопасность

6.1 Блок - диаграмма



6.2 Концепция безопасности реализованная в ЭБУ ESP

В крайних и экстремальных ситуациях жизненно необходимо, чтобы все компоненты ESP были абсолютно надёжны. По этой причине система ESP также содержит многочисленные функции гарантирующие работоспособность. Основные из них:

- функция самодиагностики ЭБУ
- функция диагностики периферийных устройств(датчики, исполнительные мех-мы).

6.3 Система безопасности и мониторинга за работой

Включение зажигания активирует функцию самодиагностики ЭБУ. После запуска двигателя активируется функция контроля и продолжительного наблюдения за состоянием эл. соединений.

Во время движения происходит постоянный опрос электромагнитных клапанов через определённый временной интервал при помощи серии холостых(не вызывающих срабатывание клапанов) импульсов. Также постоянно производится наблюдение за сигналами всех датчиков и производится их оценка. Применение отдельной диагональной схемы управления тормозной системой позволяет поддерживать функцию ABS даже при отказе одного контуров. Что обозначает сохранение работоспособности системы в целом, и так необходимой при экстремальном торможении ABS в частности.

Для сохранности информации обо всех неисправностях и отказах в целях дальнейшей диагностики и ремонта, вся информация хранится в энергонезависимой памяти ЭБУ ESP и доступна в условиях сервисной станции.

6.4 Система мониторинга

Следующие компоненты контролируются ЭБУ (ECU):

- 12 Электромагнитных клапанов
- насос ABS
- контрольные лампы ABS/ESP

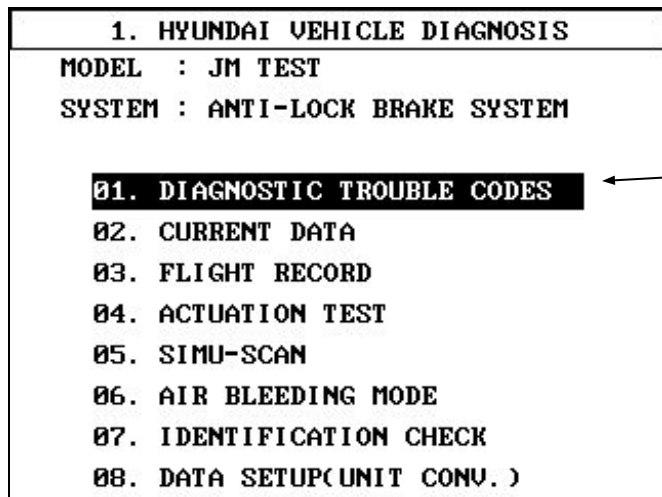
ЭБУ (ECU) осуществляет продолжительное наблюдение за работой следующих компонентов :

- самого себя (включая насос ABS и клапаны)
- датчики скорости колёс
- датчик угловых скоростей
- датчик поперечных ускорений
- датчик продольного ускорения (**только** полноприводные модификации)
- датчик давления
- напряжение бортовой сети
- CAN интерфейс

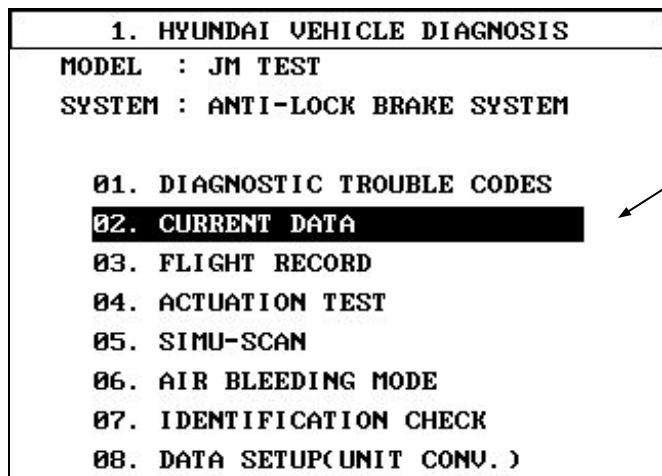
Датчик положения рулевого колеса контролирует сам себя и обменивается данными с ECU через CAN протокол обмена данными.

Работа контрольных ламп, выключателя стоп–сигналов и клавиши включения/выключения ESP (ESP on/off) не отслеживаются.

6.5 Что можно сделать при помощи HI SCAN



Считать коды неисправностей



Просмотреть текущие данные

1.2 CURRENT DATA	
Обороты двигателя 576 об/мин	
ENGINE RPM	576 rpm
VEHICLE SPEED	3.0 Km/h
ABSOLUTE THROTTLE POS.	1.6 %
SHIFT LEVER POSITION	P, N
BATTERY VOLTAGE	0.4 V
5 VOLT REFERENCE	0.2 V
FL WHEEL SPEED SNSR	8.0 Km/h
FR WHEEL SPEED SNSR	9.0 Km/h

FIX SCRN FULL PART GRPH HELP

1.2 CURRENT DATA	
Контрольная лампа EBD вкл.	
EBD WARNING LAMP	ON
TCS/ESP WARNING LAMP	ON
TCS/ESP OFF LAMP	ON
TCS/ESP SWITCH	OFF
BRAKE SWITCH	OFF
MOTOR RELAY	OFF
VALVE RELAY	ON
MOTOR	OFF

FIX SCRN FULL PART GRPH HELP

1.2 CURRENT DATA	
Задн. лев. датч. скорости: 10км/ч	
RL WHEEL SPEED SNSR	10.0 Km/h
RR WHEEL SPEED SNSR	11.0 Km/h
STEERING SNSR(ST.1)	-
STEERING SNSR(ST.2)	NOT SUPP.
STEERING SNSR(ST.N)	LOW
LONGITUDINAL G SENSOR	-1.76G
LATERAL G SENSOR	-0.04G
ABS WARNING LAMP	ON

FIX SCRN FULL PART GRPH HELP

1.2 CURRENT DATA	
Пер. лев. впускн. кл-н: ВЫКЛ.	
FL VALVE(IN)	OFF
FR VALVE(IN)	OFF
RL VALVE(IN)	OFF
RR VALVE(IN)	OFF
FL VALVE(OUT)	OFF
FR VALVE(OUT)	OFF
RL VALVE(OUT)	OFF
RR VALVE(OUT)	OFF

FIX SCRN FULL PART GRPH HELP

1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS

MODEL : JM TEST

SYSTEM : ANTI-LOCK BRAKE SYSTEM

01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES

02. CURRENT DATA

03. FLIGHT RECORD

04. ACTUATION TEST

05. SIMU-SCAN

06. AIR BLEEDING MODE

07. IDENTIFICATION CHECK

08. DATA SETUP(UNIT CONV.)

Включить исполнительный
механизм



1.4 ACTUATION TEST

MOTOR	Насос ABS
DURATION	2 SECONDS
METHOD	ACTIVATION
CONDITION	IG.KEY ON ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY !
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

FRONT RIGHT VALUE(IN)	Пер. прав. впускн. кл-н
DURATION	2 SECONDS
METHOD	ACTIVATION
CONDITION	IG.KEY ON ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY !
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

FRONT LEFT VALUE(IN)	Пер. лев. впускн. кл.
DURATION	2 SECONDS
METHOD	ACTIVATION
CONDITION	IG.KEY ON ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY !
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

REAR LEFT VALUE(IN)	Задн. лев. впускн. кл.
DURATION	2 SECONDS
METHOD	ACTIVATION
CONDITION	IG.KEY ON ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY !
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

REAR RIGHT VALVE(IN) Задн. прав. выпускн. кл-н.

DURATION 2 SECONDS

METHOD ACTIVATION

CONDITION IG.KEY ON
ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY ?
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

FRONT LEFT VALVE(OUT) Пер. лев. выпускн. кл-н

DURATION 2 SECONDS

METHOD ACTIVATION

CONDITION IG.KEY ON
ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY ?
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

FRONT RIGHT VALVE(OUT) Пер. прав. выпускн. кл-н

DURATION 2 SECONDS

METHOD ACTIVATION

CONDITION IG.KEY ON
ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY ?
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST

REAR LEFT VALVE(OUT) Задн. лев. выпускн. кл-н

DURATION 2 SECONDS

METHOD ACTIVATION

CONDITION IG.KEY ON
ENGINE OFF

PRESS [STRT], IF YOU ARE READY ?
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY

STRT

1.4 ACTUATION TEST	
REAR RIGHT VALVE(OUT) Задн. прав. выпускн. кл-н	
DURATION	2 SECONDS ← Длительность 2 секунды
METHOD	ACTIVATION ← Метод проверки - активация
CONDITION	IG.KEY ON ENGINE OFF ← Условия проверки: зажигание включено, двигатель выключен
PRESS [STRT], IF YOU ARE READY ! SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY	
[STRT]	

Нажмите кнопку [STRT], если вы готовы!
Выберите компонент для проверки, используя кнопку перемещения вверх/вниз

Система: ABS

Режим прокачки тормозов

1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS
MODEL : JM TEST
SYSTEM : ANTI-LOCK BRAKE SYSTEM
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES
02. CURRENT DATA
03. FLIGHT RECORD
04. ACTUATION TEST
05. SIMU-SCAN
06. AIR BLEEDING MODE
07. IDENTIFICATION CHECK
08. DATA SETUP(UNIT CONV.)