

Sistemas de Segurança Activa

Cristiano Alves

José Silva

1080440@isep.ipp.pt

1080489@isep.ipp.pt

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores

Disciplina: Sistemas Automóveis

Resumo

Este trabalho surgiu do desejo de realizar um estudo sobre os Sistemas de Segurança Activa actuais. Este enquadra-se no âmbito da cadeira de Sistemas Automóveis do 1º semestre, 1º ano do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores – Automação e Sistemas.

1. Introdução

A mobilidade é uma das conquistas da sociedade moderna. A partir dela, surge a necessidade de encontrar meios que proporcionem mais segurança aos cidadãos. O aumento do número de fatalidades nas estradas tem levado os países a discutir de forma mais profunda a prevenção de acidentes, e a consequente melhoria nas condições de segurança dos ocupantes dos automóveis.

Os fabricantes de automóveis, de uma forma geral, incorporam em cada um dos seus novos modelos inovações tecnológicas, que derivam tanto da sua experiência em modelos anteriores como das pesquisas sobre as preferências do mercado. Grande parte destas inovações tecnológicas está relacionada, de uma forma mais ou menos directa, com a segurança dos automóveis. Uma relacionada com a melhoria dos sistemas de segurança activa e /ou passiva e outras com o aumento do conforto e o atendimento às necessidades ergonómicas do condutor e dos restantes passageiros. Neste último caso, tudo o que incida na redução do esforço e no aumento da comodidade do condutor (comandos do rádio no volante, bancos ergonómicos, entre outros) diminuirá a fadiga e, por consequência, favorecerá a concentração do condutor na condução, reduzindo assim o risco de acidente.

Os sistemas de segurança passiva são aqueles que em caso de acidente, procuram minimizar os danos causados aos ocupantes do veículo (idealmente pretendem eliminar estes possíveis danos). São exemplos destes sistemas, os airbags, os pré-tensores do cinto de segurança, os encostos de cabeça reguláveis em altura e as estruturas da carroçaria com zonas de deformação programada (que absorvem a energia do embate mantendo, dentro do possível, a zona do habitáculo indeformada).

Os sistemas de segurança activa são dispositivos que através do conhecimento do estado do veículo, actuam na prevenção da ocorrência de acidentes. Incluem-se nestes a travagem assistida (ABS, EBD e EBA), o controlo de tracção (EDS, MSR e ASR) e o controlo de estabilidade (ESP). Note-se que por vezes os fabricantes de automóveis utilizam siglas diferentes para descrever sistemas iguais aos que aqui serão abordados.

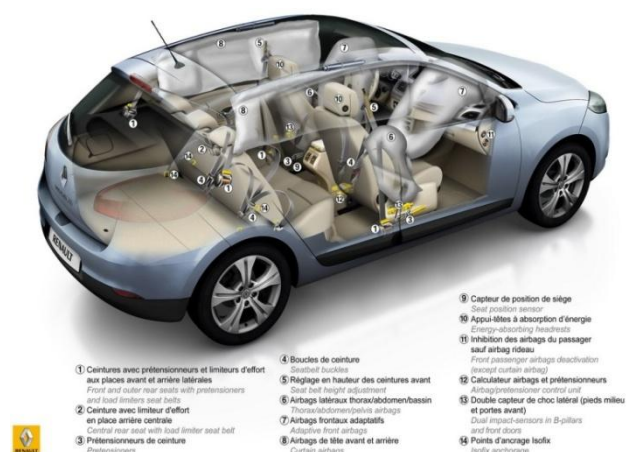


Figura 1 – Exemplo de sistemas de segurança de um veículo [1]

Todos os sistemas que o veículo possui e que actuam durante a condução ou numa situação de perigo eminente podem ser englobados nos sistemas de segurança activa. Assim, temos como sistemas de segurança activa:

- **sistemas de ajuda à travagem** - ABS, travões, arrefecimento da travagem, ...
- **equipamentos de apoio à visibilidade** - limpa pára-brisas, desembaciadores dos vidros, faróis, retrovisores, pala de sol, ...
- **equipamentos de apoio ao conforto e navegação** – GPS (*Global Positioning System*), posto de condução, climatização, painel de instrumentos, ...
- **sistemas de apoio à dinâmica de condução** - ESP, ASR, MSR, EDS ...
- **prestações dinâmicas do veículo** - sistemas de distribuição e alimentação, turbo-compressores, diferenciais, aerodinâmica, ...

- **sistemas de direcção, pneumáticos e suspensão**
- **entre outros.**

De salientar ainda, que apesar da existência de todos estes sistemas de segurança, a segurança do automóvel depende maioritariamente do condutor, isto é, se ultrapassarmos os limites físicos que caracterizam a segurança nos automóveis de nada servirão estes sistemas.

Este trabalho incidirá no estudo dos sistemas de segurança activa, nomeadamente dos de última geração.

2. Conceitos Fundamentais

As leis do movimento, de Newton, estabelecem postulados físicos relativos ao estado de movimento de um corpo e a sua resistência à variação de movimento (inércia), à relação entre a força aplicada e a aceleração obtida e ao princípio da acção-reacção.

Para que o movimento de um corpo seja alterado, tem de ser aplicada uma força. Quanto maior for a intensidade da força aplicada maior será a aceleração obtida.

A relação entre massa e aceleração é dada pela seguinte expressão:

$$a = \frac{F}{m}$$

A distância de travagem de um veículo depende principalmente dos seguintes factores:

- Velocidade
- Massa
- Declive da via
- Atrito

A velocidade (v) é o factor mais importante. Independentemente das forças que actuam numa massa ou corpo em movimento, e da dissipação da energia, a Cinemática demonstra claramente que um ponto cinemático (com movimento) deslocando-se a maior velocidade necessita duma distância (d) maior para travar, para o mesmo valor de desaceleração (a), do que outro que se desloque a uma velocidade inferior por conseguinte mais próximo da velocidade final que é igual a zero (paragem do veículo).

Para se saber a distância (d) percorrida por um veículo durante uma travagem até à sua imobilização, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$d = \frac{v^2}{2 * a}$$

O atrito é uma força de resistência, ou seja, contrária ao sentido do deslocamento de um veículo. Para haver atrito, dois materiais ou duas superfícies de contacto têm de coexistir fisicamente. Um veículo sobre uma via

está sujeito à força de atrito que se desenvolve entre a área de contacto dos pneus e a superfície da via.

Basicamente, distinguem-se dois tipos de atrito diferentes:

- **Atrito estático:** é aquele que existe entre duas superfícies sem movimento relativo, como seja entre a borracha do pneu do automóvel e o piso da via em que ele se encontra. É o atrito que existe quando há aderência do pneu ao piso, ou seja, quando não há derrapagem. O atrito estático verifica-se tanto em situações em que o veículo está imobilizado, como quando o veículo está em movimento;

- **Atrito cinético:** existe quando as superfícies de contacto têm, entre elas, movimento relativo de deslizamento. Esse movimento relativo é também chamado derrapagem.

Uma coisa fundamental a reter é que na interacção pneu-piso, o atrito cinético é sempre inferior ao atrito estático. Isto significa que a força de travagem máxima com bloqueio das rodas (com derrapagem) é sempre menor do que sem derrapagem. Por conseguinte, a distância de travagem resultante, em situação de derrapagem, é sempre maior.

Em linguagem corrente é frequente falar-se do peso do veículo, confundindo-se o mesmo conceito com o de massa. A massa representa uma quantidade de matéria, e é expressa, no Sistema Internacional, em kg (ou quilograma-massa). O peso é uma força, a força com que a Terra atrai a massa. A unidade de peso é kgf (ou quilograma-força).

O declive da via tem alguma influência na travagem, na medida em que a componente do peso do veículo paralela ao plano da via é uma força presente que favorece ou desfavorece a travagem, conforme o sentido da deslocação em relação ao declive.

Na descida, o peso do veículo é um factor desfavorável à travagem, o que produz um aumento da distância de travagem, produzindo ainda uma sobrecarga nos travões, podendo levar ao seu sobreaquecimento precoce e à consequente perda de eficiência.

Já na subida, a tendência é oposta, ou seja, de redução da velocidade, pelo que o declive é, nesta circunstância, um factor favorável à travagem.

A forma de operar o sistema de travagem e a eficiência do sistema de travagem, também influenciam de forma directa a distância de travagem.

3. Sistemas de assistência à travagem

Os sistemas de assistência à travagem possuem um papel fundamental para a segurança dos motoristas. Os sistemas de travagem actuais, possuem circuitos independentes que permitem parar o veículo em segurança, em situações de travagem de emergência.

É pretendido com a utilização deste tipo de sistemas de segurança activa, a redução da distância de travagem, prevenindo ainda o bloqueio das rodas, mantendo a direcção controlável para o condutor se desviar de obstáculos ou manter a trajectória actual no momento da travagem.

A seguir, iremos descrever o princípio de funcionamento de alguns dos sistemas de assistência à travagem mais utilizados, são eles: ABS, EBD e EBA.

3.1. ABS (Anti-lock Braking System)

Em situações de emergência, a maioria dos condutores reage da mesma forma: carregar no pedal do travão com a máxima força, resultando por vezes no bloqueio das rodas. Quando a superfície da estrada está molhada ou escorregadia, as rodas podem bloquear mesmo quando os travões são aplicados apenas parcialmente.

Enquanto uma roda estiver a rodar, o pneu tem aderência tanto longitudinal como transversalmente, mas quando uma roda bloqueia, o pneu desliza (figura 2) e perde a sua aderência em todas as direcções.

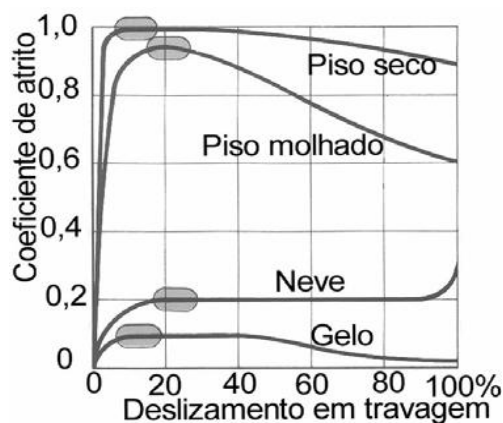


Figura 2 – Deslizamento em travagem [2]

As zonas da figura 2 que se encontram assinaladas representam as margens de actuação do ABS, isto é, este evita que em condições extremas não surjam deslizamentos dos pneus superiores a aproximadamente 30%. Estudos demonstram que o ideal seria manter este valor por volta dos 15%.

Note-se que num deslizamento de 100%, que acontece quando as rodas ficam completamente bloqueadas (veículos sem ABS), o condutor pode perder o controlo do automóvel. É como se os pneus tivessem reduzido a zero o seu coeficiente de atrito, ficando o veículo sem ponto de apoio.

Quando só as rodas dianteiras bloqueiam, deixa de haver direcção, ou seja, o carro mantém a direcção que levava antes de as rodas bloquearem. Quando apenas as rodas traseiras bloqueiam, a traseira do carro fica sem controlo e tende a fugir. Quando todas as rodas ficam bloqueadas, perde-se o controlo total do veículo.

Para se evitar qualquer destas situações, o condutor deve “bombear” o pedal do travão. Contudo, numa situação de emergência ou de pânico, isto é facilmente esquecido. Por isso, foi concebido o sistema de anti-bloqueio dos travões (ABS), como se pode visualizar na figura 3.

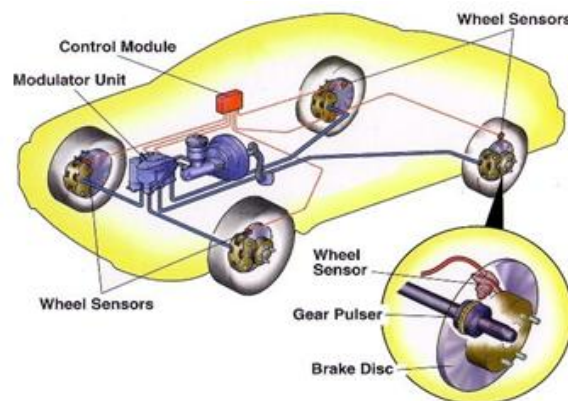


Figura 3 – Representação do sistema ABS [3]

3.1.1 Funcionamento

Com este sistema, reduz-se a pressão de travagem na roda que estiver a bloquear, para que a roda continue a rodar. Quando nenhuma das rodas bloqueia numa travagem a fundo, o condutor pode manter o controlo do carro e, eventualmente, contornar um obstáculo.

Esta é a finalidade principal dos sistemas ABS: manter o controlo do carro.

Ao contrário do que, geralmente, se pensa, os sistemas ABS não reduzem, necessariamente, a distância de travagem.

Controlo anti-bloqueio

Sem ABS, quando o pedal do travão é pressionado durante a condução, as rodas podem bloquear antes de o veículo parar. Se as rodas dianteiras bloquearem, a capacidade de manobra do veículo ficará reduzida, se forem as rodas traseiras a bloquearem a estabilidade do veículo ficará reduzida, criando uma situação de extrema instabilidade.

Com ABS, o sistema controla de uma forma precisa a relação de escorregamento das rodas para assegurar a máxima força de aderência dos pneus e assegurar, desta forma, a capacidade de manobra e estabilidade do veículo. O ABS calcula a relação de escorregamento das rodas, com base na velocidade das quatro rodas e, em seguida, controla a pressão do fluido dos travões para atingir a relação de escorregamento alvo.

Controlo principal

A unidade de controlo detecta a velocidade das rodas com base nos sinais recebidos dos sensores das rodas e, em seguida, calcula a velocidade do veículo,

com base na velocidade das rodas detectada. A unidade de controlo detecta a velocidade do veículo, durante a desaceleração, com base na taxa de desaceleração.

A unidade de controlo calcula a relação de escorregamento de cada roda e transmite o sinal de controlo à válvula solenóide da unidade moduladora, quando a relação de escorregamento é elevada.

O controlo hidráulico tem três modos: Intensificação da pressão, redução da pressão e retenção da pressão.

Unidade moduladora

O modulador do ABS é constituído por uma válvula solenóide de admissão, uma válvula solenóide de saída, um reservatório, uma bomba e por um motor da bomba e da câmara de amortecimento. O modulador reduz directamente a pressão do fluido da pinça. Trata-se de um modulador do tipo circulação, dado que o fluido dos travões circula através da pinça, do reservatório e da bomba principal.

O controlo hidráulico tem três modos de funcionamento como foi descrito atrás. O circuito hidráulico é um sistema independente de quatro canais, isto é, possui um canal para cada roda.

Funcionamento do sistema ABS

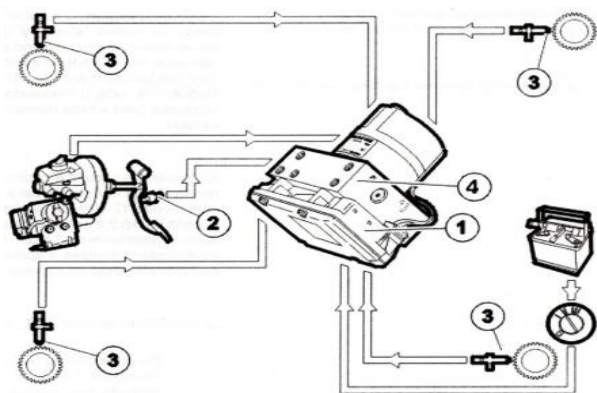


Figura 4 – Elementos constituintes do sistema ABS ^[4]

A figura 4 representa os constituintes do sistema ABS. O módulo de comando dos travões (1) regista a aceleração e a desaceleração das rodas. Os 4 sensores das rodas (3) (um em cada roda) dão ao módulo de comando dos travões informações sobre a velocidade de rotação das rodas. O módulo de comando dos travões utiliza estas informações para calcular a velocidade do veículo. O módulo de comando transmite o sinal na rede da área do controlador (CAN) onde este pode ser acedido por outros sistemas.

Durante a travagem, o módulo de comando dos travões (BCM) recebe um sinal da rede CAN do módulo de comando do motor (ECM) e do interruptor da luz de stop (2) a indicar travagem. O módulo de comando dos

travões vai depois para dentro do módulo “stand-by” do comando do sistema ABS. O sinal do interruptor da luz de stop não é necessário para o comando do sistema ABS, mas proporciona um comando mais suave no início do comando do sistema ABS.

Se o módulo de comando dos travões detecta que existe um risco de bloqueio da roda, o modulador hidráulico do sistema ABS (4) é afectado e a prensa hidráulica para a roda relevante é adaptada para que o bloqueio da roda seja evitado.

A pressão no circuito é controlada para que a força de travagem máxima possível seja transferida para a superfície da estrada, o que significa que a roda gira com menos 12-20% de patinagem na superfície.

O sistema ABS é activo quando a velocidade do carro ultrapassa aproximadamente os 7 km/h. Isto significa que as rodas podem bloquear a velocidades inferiores a aproximadamente 7 km/h. Isto tem, na prática, pouco efeito no funcionamento do sistema ou do ponto de vista do condutor.

O controlo do sistema ABS pode ser dividido em três fases:

- Posição aberta (aumento de pressão)

Esta é a posição normal durante a travagem. A válvula de admissão está aberta e a válvula de saída está fechada. Isto permite a passagem da pressão dos travões do cilindro principal para a roda.

- Fase de manutenção de pressão

Se o módulo de comando dos travões detectar que uma das rodas está a rodar muito devagar, o módulo de comando dos travões fecha a válvula de admissão. Isto pára o aumento da pressão dos travões à roda, mesmo que o condutor aumente a pressão no pedal do travão. Se a velocidade de rotação da roda continuar a descer, o controlo muda para a fase de redução de pressão.

- Fase de libertação de pressão

A válvula de admissão continua fechada. O módulo de comando dos travões abre a válvula de descarga e põe a bomba em funcionamento. Esta situação transfere o fluido dos travões da roda, reduzindo a pressão dos travões. Quando a velocidade de rotação aumenta o suficiente, o módulo de comando fecha a válvula de saída, abre a válvula de admissão e o controlo volta para a posição aberta.

3.2. EBD (*Electronic Brake Distribution*)

O sistema EBD (Distribuição Electrónica da Força de Travagem) complementa o ABS de forma a que o esforço de travagem seja distribuído entre as rodas dianteiras e traseiras. Os dois sistemas compartilham um grande número de componentes. Esta tecnologia varia automaticamente a quantidade de força aplicada a cada um dos travões de um veículo, com base nas condições da estrada, velocidade, carga, etc.

3.2.1. Funcionamento

O EBD aplica mais ou menos pressão de travagem em cada roda, a fim de maximizar o poder de bloqueio, mantendo o controlo do veículo. Normalmente, a extremidade dianteira carrega o maior peso, logo o EBD distribui a pressão de travagem menor para os travões traseiros, tentando minimizar o risco de ocorrência de derrapagem.

Evitando o excesso de força nas rodas traseiras, o sistema ajuda a evitar a perda de eficiência dos travões resultante do sobreaquecimento dos mesmos. Reduz drasticamente a distância de travagem (Figura 5) e mantém a estabilidade, mesmo durante travagens e manobras bruscas.

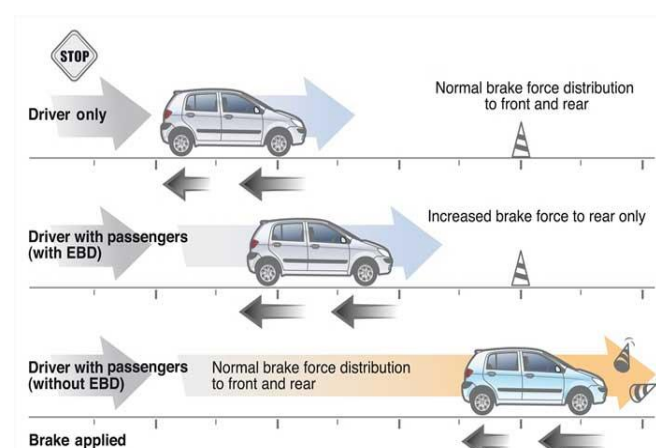


Figura 5 – Distância de travagem com e sem EBD [5]

3.3. EBA (Emergency Brake Assist)

O sistema EBA (Assistência à Travagem de Emergência) é um sistema otimizado de travagem que proporciona uma menor distância de travagem.

A assistência à travagem de emergência compensa as deficiências na acção do condutor sobre o pedal do travão. Os condutores em situações de emergência tendem a aplicar pressão insuficiente, ou de liberação de pressão de travagem muito cedo. Alguns estudos experimentais mostram que a assistência à travagem de emergência pode reduzir as distâncias de paragem entre 5 e 9 metros em piso seco.

3.3.1. Funcionamento

A velocidade de accionamento do pedal do travão é medido e, se for detectada uma situação de emergência, um amplificador aumenta a pressão no circuito do travão (Figura 6). Esta pressão extra é realizada até que o condutor liberte o pedal do travão. Em desaceleração muito acentuada, as luzes de aviso de emergência ligam automaticamente.

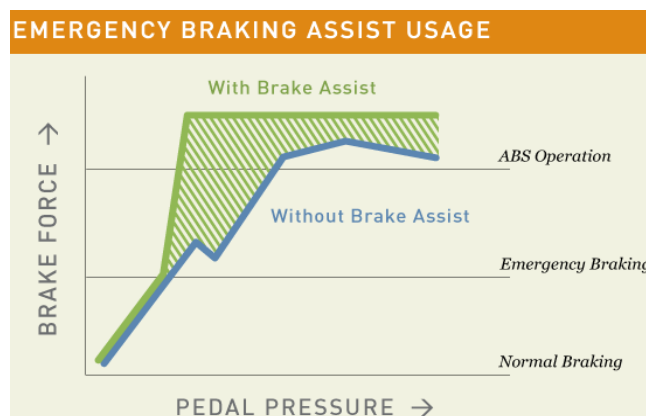


Figura 6 – Gráfico representativo do sistema EBA [6]

4. Sistemas de controlo de tracção

Os sistemas de controlo de tracção têm como objectivo impedir que as rodas motrizes percam tracção (aderência entre os pneus e o piso da estrada), pela gestão da quantidade de torque (binário) transmitido às rodas. Por outras palavras, sempre que numa aceleração os sensores do sistema detectem que uma das rodas motrizes está a patinar (com falta de tracção) o sistema reduz o binário motor e, caso seja necessário, é accionado o travão da roda que está a patinar.

O princípio de funcionamento é idêntico ao do sistema de travagem anti-bloqueio (ABS), mas operando de forma inversa, ou seja, aplicado à aceleração/tracção.

Os sistemas de controlo de tracção mais completos utilizam simultaneamente o EDS, o MSR e o ASR. O princípio de funcionamento destes sistemas será explicado de seguida.

4.1. ASR (Anti-Slip Regulation)

O controlo de tracção ASR (Sistema de Controlo Antipatinagem) baseia o seu funcionamento nos componentes do sistema de ABS. Na realidade o sistema ASR é praticamente o mesmo que o ABS, mas com mais alguns componentes, nomeadamente, alguns solenóides adicionais de controlo e uma bomba para aplicar pressão de travagem à roda que está a patinar. Pode-se então, dizer que o ASR complementa a função do ABS.

O sistema ASR evita que as rodas do veículo patinem durante o arranque ou aceleração, que facilmente poderia ocorrer em piso escorregadio ou molhado. Para que isto aconteça (rodas não patinarem), o binário de accionamento é reduzido individualmente em cada uma das rodas motrizes e/ou são activados os travões (sem necessidade de intervenção do motorista) impedindo o deslizamento das rodas e, conseqüentemente a perda de estabilidade do veículo.

4.1.1. Funcionamento

Enquanto o veículo está em movimento, os sensores de rotação das rodas geram sinais que são transmitidos para a unidade de comando do ASR. Quando a unidade de comando detecta um desvio significativo da velocidade nominal das rodas, é activado o travão da roda que está a patinar, paralelamente, a unidade de comando do motor intervém na borboleta, reduzindo o binário do motor. Para se proceder à redução do binário motor, a ECU (unidade electrónica de comando) atrasa o ponto de ignição e altera a composição da mistura (nos carros a gasolina) ou atrasa o ponto de injeção e diminui o débito de combustível (nos veículos a diesel).

Para que o ASR possa actuar no controlo do acelerador independentemente do comando do motorista, é necessário que o veículo esteja equipado com um acelerador electrónico, uma vez que o acelerador electrónico dá prioridade aos sinais de comando do ASR.

Em suma, o sistema de controlo de tracção ASR melhora a tracção e aumenta a segurança do veículo, evitando situações de instabilidade, dentro dos limites da física.

4.2. MSR (*Moment System Regulation*)

O sistema MSR (Regulação do Binário Resistente do Motor) complementa o funcionamento do sistema ASR. De facto, o funcionamento deste sistema é em tudo semelhante ao funcionamento do ASR, porém para a situação inversa, isto é, para que sempre que fizermos uma redução de caixa de velocidades ou quando tirarmos o pé do acelerador, as rodas motrizes não percam tracção.

4.2.1. Funcionamento

Quando o sistema MSR detecta que determinada roda perdeu tracção, aumenta por instantes o binário transmitido às rodas de modo a que a desaceleração seja mais suave e progressiva. Por outras palavras, nas reduções de caixa de velocidades e/ou desacelerações, o sistema de controlo de tracção MSR acelera ligeiramente o motor de forma a atenuar a variação do regime do motor.

4.3. EDS (*Electronic Differential System*)

O sistema EDS (Sistema de Bloqueio Electrónico do Diferencial) baseia-se no funcionamento do sistema ABS e tem como missão bloquear electronicamente o

diferencial, melhorando a tracção dos veículos de tracção às duas rodas.

Este sistema trabalha em conjunto com o sistema ABS, transferindo o binário motor das rodas motrizes que patinam para as que têm melhor aderência (num dado momento), travando electronicamente a(s) roda(s) que patina(m).

O sistema EDS apresenta, face ao sistema ABS, alguns componentes adicionais (Figura 7), são eles:

- bloco de válvulas (2 válvulas electromagnéticas de corte com limite de pressão e 2 válvulas de comutação hidráulica nos circuitos de travagem das rodas dianteiras),
- unidade de electrónica de comando mais ampla que a do sistema ABS.

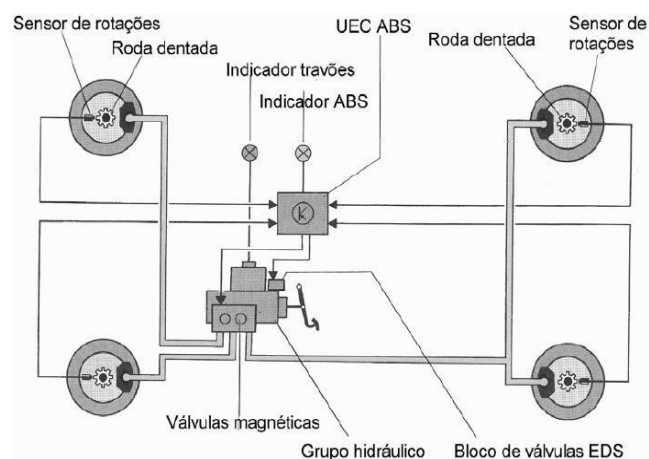


Figura 7 – Constituintes do sistema EDS [2]

4.3.1. Funcionamento

O sistema EDS apenas funciona a velocidades inferiores a 40 km/h (80 km/h nos 4x4). Este é actuado quando, surge entre as rodas motrizes uma diferença de rotação superior a um valor pré-definido, habitualmente entre as 100 rpm (rotações por minuto) e as 120 rpm. O sistema bloqueia então a roda que estiver a patinar sendo a sua potência transferida para a roda que tem melhor aderência, resultando assim numa melhoria da tracção do veículo.

Este sistema desactiva-se automaticamente quando é reposta a estabilidade do veículo ou quando é ultrapassada a velocidade pré-definida para desactivação do sistema ou ainda, após uma longa intervenção do sistema (que pode provocar o sobreaquecimento do sistema de travagem).

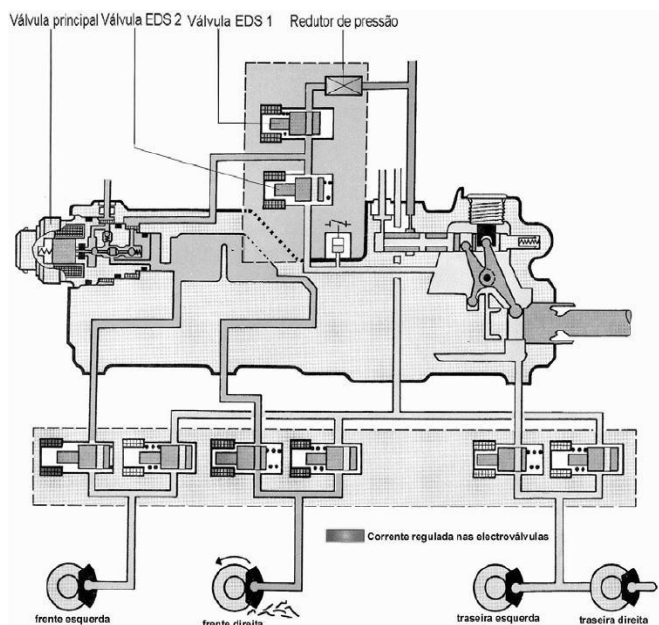


Figura 8 – Funcionamento do sistema EDS [2]

Se durante o movimento do veículo, a unidade electrónica de comando do ABS/EDS identificar, a partir dos sinais recebido dos sensores de rotação, que uma das rodas motrizes está a patinar, o sistema EDS é actuado. A unidade electrónica de comando faz abrir imediatamente a válvula EDS nº1 e a válvula principal, fechando simultaneamente a válvula EDS nº2.

O fluido dos travões, que se encontra no acumulador manométrico a uma pressão de aproximadamente 180 bar, passa através de um redutor de pressão, a 60-70bar, atravessando de seguida a válvula EDS nº1 e a válvula principal. Nesse mesmo instante a válvula que acciona o travão da roda que não se encontra a patinar é fechada, impedindo que esta seja travada. Por sua vez, o par de válvulas magnéticas, pertencentes à roda que está a patinar, num primeiro momento mantém a sua posição de repouso, entrando depois em acção até que a roda deixe de patinar, isto é, a roda é travada até que se atinja o mesmo binário motor da roda que tinha maior aderência.

5. Sistemas de controlo de estabilidade

Os sistemas de controlo de estabilidade, também conhecidos por “*anti-roll*”, permitem corrigir desvios de trajectórias (sejam elas provocadas por uma subviragem ou sobreviragem) assim como problemas de falta de tracção em acelerações ou desacelerações bruscas.

Estes sistemas são, geralmente, complexos e dispendiosos, porém constituem um notável avanço no campo da segurança activa, uma vez que são responsáveis por autênticos “milagres”, evitando despistes e colisões à partida inevitáveis.

O sistema de controlo de estabilidade, comumente, designado por ESP (Programa Electrónico de

Estabilidade) é um sistema de controlo de estabilidade dinâmica, destinado a ajudar o motorista a manter o controlo do veículo em manobras bruscas, feitas em situações de emergência, como mudança de faixa ou manobras de desvio de obstáculos, e no limite corrigir situações de subviragem e sobreviragem (Figura 9), assim como problemas de falta de tracção em acelerações ou reduções bruscas.

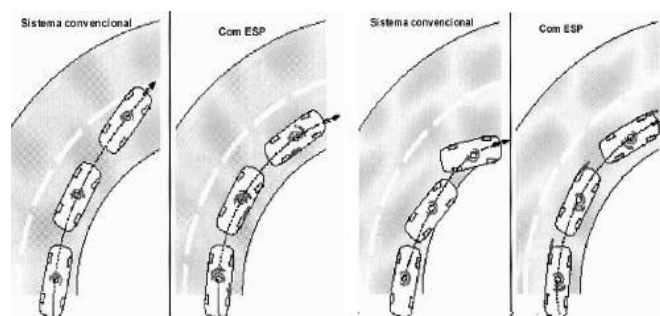


Figura 9- Actuação do sistema ESP [2]

O ESP integra as funções do ABS e do TCS, além de adicionar recursos de controlo do torque, função que evita derrapagens laterais, conforme se pode observar na Figura 10:



Figura 10- Comparação entre ABS/TCS/ESP [7]

Este é controlado pela unidade electrónica de comando (ECU) do ABS necessitando contudo de alguns sensores adicionais. Temos então como componentes do ESP (Figura 11):

- sensores de velocidade das rodas;
- sensor de ângulo de direcção;
- sensor de aceleração angular e aceleração lateral;
- modulador hidráulico com ECU;
- comunicação com o ECU do motor;
- sistema de travagem assistida.



Figura 11- Componentes do sistema ESP [8]

Funcionamento do ESP

A entrada em funcionamento deste sistema está condicionada pelo comportamento do veículo, isto é, pelo comportamento teórico (o que se deve verificar em condições de estabilidade do veículo) e pelo comportamento efectivo (o que se verifica em cada instante).

Com base na velocidade das rodas e no ângulo de rotação do volante, a ECU (unidade electrónica de comando) do ABS calcula a velocidade transversal teórica do veículo (comportamento do veículo em condições de estabilidade). Através das informações provenientes dos sensores de aceleração angular, de aceleração lateral, de ângulo de direcção (ângulo de viragem do veículo) e de velocidade das rodas, a ECU do ABS calcula o comportamento efectivo do veículo.

Com estes valores, a ECU do ABS calcula o desvio entre o comportamento efectivo do veículo e o comportamento teórico. Com base neste desvio, o sistema entra em funcionamento, travando selectivamente as rodas e/ou reduzindo o poder do motor consoante a necessidade de ajudar a corrigir situações de subviragem ou sobreviragem, através da actuação da borboleta auxiliar do TCS.

No caso de sobreviragem (situação em que, numa curva, o veículo tende a fugir de traseira), o ESP acciona momentaneamente o travão da roda dianteira “exterior à curva”. Em caso de subviragem (situação em que o veículo, numa curva, tende a sair de frente), o ESP acciona automaticamente o travão da roda traseira “interior à curva”.

O funcionamento do sistema ESP não depende do condutor, isto é, funciona mesmo que o condutor não accione o pedal do travão.

Os veículos equipados com ESP possuem, habitualmente, um interruptor no painel de instrumentos que permite ligar ou desligar o sistema, conforme se pode visualizar na Figura 12.



Figura 12- Botão para activar/desactivar o ESP ^[9]

Recentemente a Renault apresentou uma evolução do ESP. Os sistemas conhecidos até agora limitavam-se a travar uma roda, sendo no sistema ESP patenteado pela Renault, acrescentada uma outra função que trava as quatro rodas em simultâneo de

modo a reduzir a velocidade do veículo e aumentar a eficácia do ESP.

6. Suspensão e Pneumáticos

6.1 Suspensão

Um bom sistema de suspensão deve incluir molejamento e amortecimento. O primeiro consiste na resistência elástica a uma carga e o segundo na capacidade de absorver parte da energia de uma mola após esta ter sido comprimida. Se esta energia não for absorvida, a mola ultrapassará bastante a sua posição original e continuará a oscilar para cima e para baixo até que termine essas oscilações. O amortecimento converte a energia mecânica em energia calorífica.

Para reduzir o ruído e aumentar a suavidade, as molas são montadas sobre borracha.

As dimensões das rodas constituem um factor importante para uma marcha suave. Uma roda grande transporá a maioria das irregularidades do pavimento, contudo nem sempre é viável a utilização de uma roda grande para anular os efeitos de todas essas irregularidades.

Com a ausência de suspensão, todas as irregularidades da superfície da faixa de rodagem seriam transmitidas aos ocupantes do veículo. No caso da ausência de amortecedores o automóvel oscilaria continuamente para cima e para baixo.



Figura 13 – Suspensão de um veículo ^[10]

Folgas e desgastes nos componentes da suspensão podem causar diversos problemas, tais como:

- perda de estabilidade;
- desconforto ao conduzir;
- redução da vida útil dos pneus;
- desalinhamento das rodas.

6.2 Pneumáticos

Os pneus para automóveis são normalmente classificados com base em três factores: desgaste do piso, aderência e resistência à temperatura.

O desgaste do piso mede a velocidade de desgaste do pneu.

A aderência representa a capacidade do pneu parar em pavimento molhado. A classificação baseia-se em testes de travagem "em linha recta" e não na capacidade de aderência em curva.

A temperatura representa a resistência do pneu à geração de calor.

Muitos pneus são projectados para atenderem às necessidades e performance especificadas por um modelo de automóvel em particular.

O projecto de um pneu pode levar meses de testes, inspecções e verificações de qualidade antes de entrar em linha de produção.

Uma combinação de 200 tipos diferentes de matéria-prima numa única mistura de química, física e engenharia, dá ao consumidor o mais alto nível de conforto, performance, eficiência, fiabilidade e segurança que a tecnologia moderna pode oferecer.

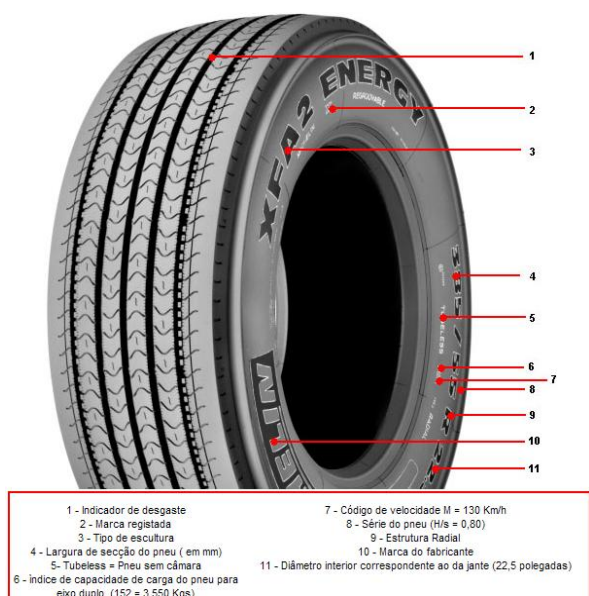


Figura 14 – Características de um pneu ^[11]

7. Outros sistemas de segurança activa

7.1 ACC (Adaptive Cruise Control)

O ACC (Controlo de Velocidade Cruzeiro Adaptativo) monitoriza o espaço à frente do veículo com a ajuda do sensor de radar (Figura 15). A distância, a direcção e velocidades dos carros à sua frente são calculadas através dos sinais reflectidos. Adicionalmente o ACC determina o curso do veículo com base na taxa de viragem e no ângulo de direcção e reconhece o carro para o qual deverá manter a distância. Se for detectado, na área de monitorização, um carro com uma velocidade mais lenta, o ACC trava automaticamente para que a distância pré-definida seja mantida. Se a área ficar novamente livre, o ACC acelera automaticamente para a velocidade pré-definida.

Funcionamento

Ao carregar no acelerador, o carro acelera normalmente. Se retirarmos o pé do acelerador, o ACC retorna automaticamente à velocidade seleccionada. Para desligar o sistema, basta pressionar o comando de operação ou tocar brevemente no pedal do travão.

O ACC é um sistema de conforto, ou seja a intensidade da aceleração e da travagem são mantidas deliberadamente moderadas. A segurança da condução permanece na responsabilidade do condutor. Isto é feito pelo ACC mediante a aplicação dos travões ou da redução do torque de accionamento. Nas curvas, o ACC também é capaz de detectar a posição do veículo da frente.



Figura 15 – Funcionamento do sistema ACC ^[12]

7.2 Sistema de reconhecimento de sinais de trânsito

O sistema de reconhecimento de sinais de trânsito é um sistema que contém uma câmara com quatro funções que lê e alerta para os sinais de limite de velocidade e de ultrapassagem proibida (Figura 16), mostrando o sinal detectado. O sistema fornece também ao condutor um aviso avançado de qualquer desvio de trajetória inadvertido, indicando continuamente a distância em relação ao veículo da frente e alertando o condutor caso se verifique o perigo iminente de colisão.

O sistema de reconhecimento de sinais de trânsito mantém o condutor informado em tempo real dos limites de velocidade, e informa-o acerca da validade dos mesmos. O sistema de reconhecimento de sinais de trânsito lê os sinais de limite de velocidade convencionais e de ultrapassagem proibida, mostrando-os imediatamente e sinalizando igualmente o fim desses limites.



Figura 16 – Sistema de reconhecimento de sinais de trânsito ^[13]

A câmara reconhece também a linha delimitadora da faixa de rodagem através da função de aviso de desvio de trajectória, que é activada instantaneamente quando o veículo transpõe inadvertidamente uma linha delimitadora da faixa de rodagem sem indicação do condutor. O aviso de desvio de trajectória emite um sinal sonoro e uma luz de emergência acende-se no painel de instrumentos, alertando imediatamente o condutor.

A indicação da distância de segurança mostra de forma constante, no painel de instrumentos, a distância em relação ao veículo da frente, ajudando a evitar multas por incumprimento da distância mínima de segurança. A função de alerta de colisão dianteira é activada quando o veículo circula a uma velocidade superior a 30 km/h, acendendo-se uma luz de emergência e sendo emitido um sinal sonoro em caso de eventual possibilidade de colisão.

7.3 Iluminação

Farol LED de iluminação diurna

O farol LED de iluminação diurna consiste numa luz LED que fica ligada durante todo o tempo em que o veículo estiver ligado, aumentando a visibilidade dos motoristas também durante o dia.



Figura 17 – Farol LED de iluminação diurna [14]

Faróis de xénon

A luz de xénon é gerada por lâmpadas a descargas gasosas, nas quais em vez do filamento da lâmpada de halogéneo surge um arco eléctrico. Este é inflamado e mantido na vertical entre dois eléctrodos posicionados de forma exacta. Para este processo é necessário um balastro. Em comparação com as lâmpadas de halogéneo, a luz de xénon oferece muitas vantagens:

- aumenta os contrastes e melhora a visibilidade. Permite avaliar antecipadamente cada situação e agir sem atrasos;
- oferece quase o triplo do fluxo luminoso com um consumo significativamente mais reduzido.

Devido ao facto de haver mais luz, a estrada é mais iluminada, abrangendo os faróis uma área maior. Os obstáculos que surgem perante a viatura e os perigos na berma da estrada são mais rapidamente reconhecidos, conforme pode ser observado na figura 18.

O alcance dos faróis é mantido constante pela regulação automática da altura dos faróis - independentemente da carga, travões e aceleração. O que não só permite uma iluminação homogénea da faixa de rodagem, mas aumenta também o conforto para os veículos que circulam em sentido contrário.

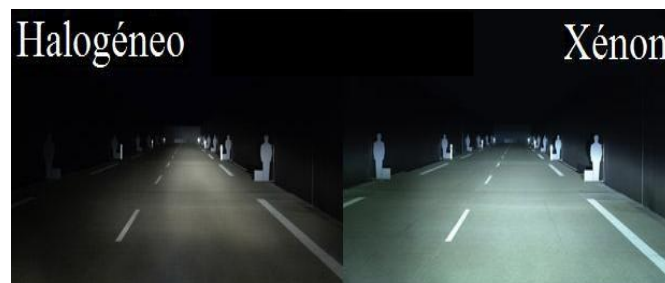


Figura 18 – Comparação entre faróis de halogéneo e de xénon [15]

Sistema de iluminação dianteira adaptativa

De forma a melhorar a condução nocturna, foi desenvolvido o avançado sistema de iluminação dianteira adaptativa. Este sistema é capaz de seleccionar automaticamente entre as diferentes funções de iluminação que possui.

Cada uma das diferentes funções de iluminação foi concebida para proporcionar a iluminação ideal em todas as situações de condução, sem causar encandeamento aos outros condutores.



Figura 19 – Sistema de iluminação adaptativa [13]

Um exemplo típico de configuração das diferentes funções de iluminação é:

- luzes da área envolvente (até 30 km/h);
- luzes de cidade (30–55 km/h);
- luzes de estrada secundária (55–100 km/h);
- luzes de auto-estrada (acima dos 100 km/h);
- luzes de más condições atmosféricas (até 70 km/h);
- luz de máximos assistida (a qualquer velocidade);
- luzes dinâmicas de curva (a qualquer velocidade);
- luzes estáticas de viragem (até 40 km/h e quando é engrenada a marcha-atrás);
- luzes de condução diurna LED.

7.4 Sensor de ângulo morto

Sensores de radar ou câmaras, vigiam o espaço de trânsito atrás e ao lado do próprio veículo, indicando opticamente perto do espelho retrovisor externo se se encontra um veículo em movimento no ângulo morto, conforme por ser observado na Figura 20.

Em alguns veículos o alarme é dado adicionalmente por vibrações no assento do condutor. Cada fabricante de automóveis soluciona segundo a sua própria filosofia a forma como o condutor é avisado. No entanto, é obrigatório existir um aviso perto do espelho retrovisor externo.



Figura 20 – Sensor de ângulo morto [16]

8. Novos sistemas de segurança activa

8.1 Detectores de sonolência

O objectivo principal destes aparelhos é evitar acidentes que podem ocorrer devido ao adormecimento do condutor.

De forma a reconhecer que o condutor entrou em estado de sonolência torna-se necessário a utilização de um dispositivo capaz de identificar o momento exacto em que tal acontece.

Alguns estudos já realizados comprovam que o sono surge de forma subtil após a distensão dos músculos. Sendo assim, para detectar o adormecimento do condutor pode ser utilizado um dispositivo que seja capaz de detectar estes sintomas físicos.

Comummente, os detectores de sonolência existentes no mercado, quando detectam o adormecimento do condutor, acendem uma luz e emitem um som, sendo ainda, em alguns desses sistemas, cortada a ignição.

Os elementos principais que constituem um detector de sonolência (Figura 21) são:

- 1 - sensor de distensão muscular;
- 2 - relé de comando;
- 3 - unidade electrónica de comando.

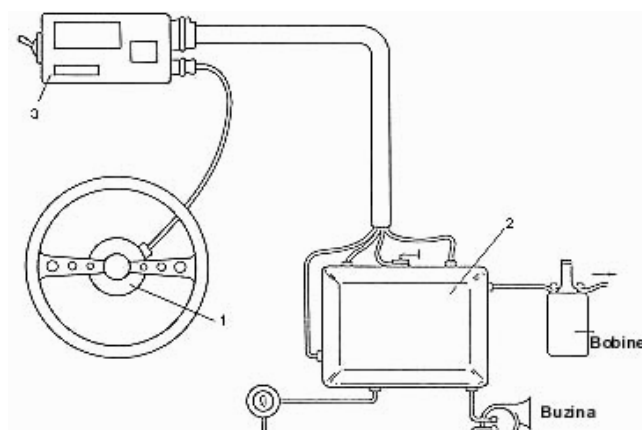


Figura 21 – Constituintes de um detector de sonolência [2]

Sensor de distensão muscular

O sensor de distensão muscular baseia-se em dois eléctrodos colocados em torno do volante. Desta forma, caso não haja passagem de corrente entre os dois eléctrodos (falta de contacto eléctrico entre os eléctrodos provocado pela retirada das mãos do condutor do volante), o detector de sonolência detecta a distensão dos músculos do condutor, acendendo uma luz e emitindo um som de aviso, podendo ainda cortar a ignição (em alguns destes sistemas). Na figura 22 pode ser observado o modo como se encontram dispostos os dois eléctrodos.

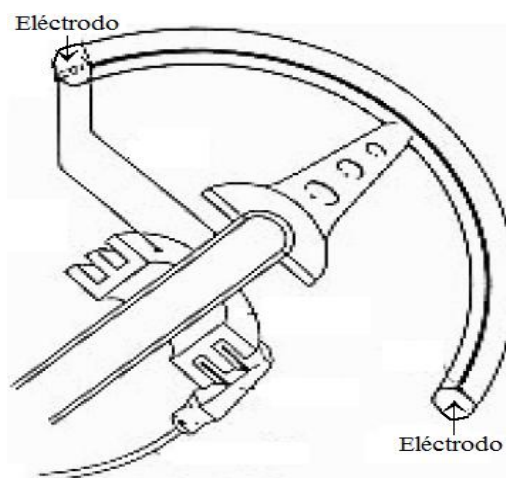


Figura 22 – Disposição do sensor de distensão muscular

Relé de comando

Trata-se de um dispositivo simples que funciona de acordo com as instruções da unidade electrónica de comando.

Unidade electrónica de comando

A unidade electrónica de comando é o elemento mais importante do detector de sonolência, uma vez que é responsável por controlar todo o processo. A sua função básica é activar a luz e a buzina de aviso e cortar a ignição (em alguns sistemas), caso as mãos sejam retiradas do volante

8.2 Alcolock

Trata-se de um aparelho montado no habitáculo do veículo (Figura 17) que obriga o condutor a fazer um “teste do balão” antes de ligar o carro. Caso acuse excesso de álcool, o *Alcolock* tranca-lhe a direcção.



Figura 23 – Alcolock da marca VOLVO ^[17]

8.3 Pre Sense Plus

Após detectar o perigo, o *Pre Sense Plus* acciona automaticamente o sistema de travões, modifica o posicionamento dos assentos, acciona os cintos de segurança dianteiros e fecha totalmente os vidros e o tecto solar, conforme pode ser visualizado na Figura 24.

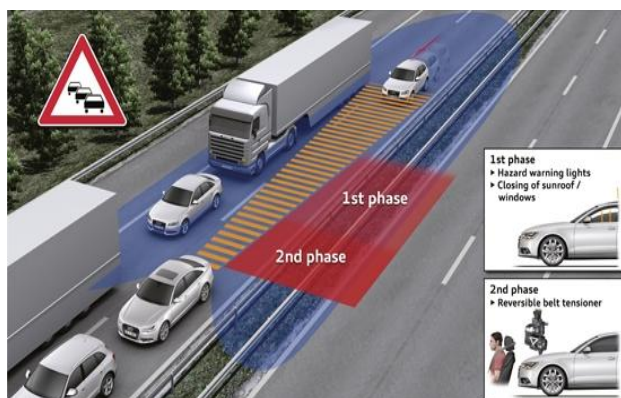


Figura 24 - Sistema Pre Sense Plus ^[18]

8.4 Lane Assist

O sistema *Lane Assist* avisa o condutor com uma vibração, caso o carro mude involuntariamente de faixa.

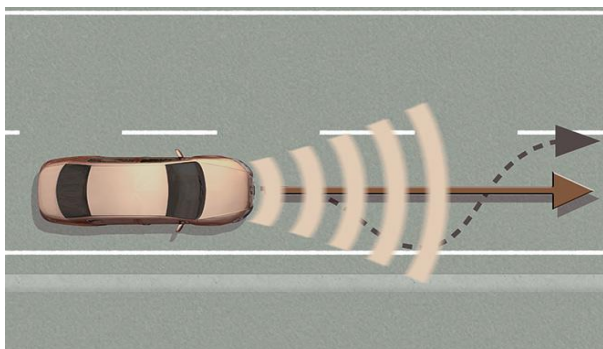


Figura 25 – Sistema Lane Assist ^[19]

9. Bibliografia

- [1] <http://br.taringa.net/posts/info/16511/Seguran%C3%A7a-activa-e-passiva-dos-ve%C3%ADculos.html>
- [2] http://portal.iefp.pt/xeobd/attachfileu.jsp?look_parentBoui=18491096&att_display=n&att_download=y, Páginas 17, 44, 48 e 73
- [3] <http://www.talleresqualityplus.com/taller1/servicios/reparacion-y-mantenimiento-de-sistemas-de-frenos-abs/>
- [4] Manuais Técnicos disponibilizados pela Volvo
- [5] http://www.hyundai.com.au/Images/UserUploadedImages/161/P&S_ER05.jpg
- [6] <http://oica.net/wp-content/uploads/2007/07/emergency-brake-assist.gif>
- [7] http://www.boschesperience.com.br/download/br/M1_5_4_flotte_nstudie_br.pdf, Página 3
- [8] <http://www.noticiasautomotivas.com.br/electronica-ajuda-na-seguranca-ativa-dos-carros/>
- [9] <http://carplace.virgula.uol.com.br/ford-transit-trabalho-diario-com-seguranca-e-conforto/>
- [10] <http://rowalcentroautomotivo.com.br/UserFiles/suspensao.jpg>
- [11] <http://www.michelintransport.com/ple/front/affich.jsp?codeRubrique=36&lang=PT>
- [12] http://www.driveandstayalive.com/images/safety%20equipment/volvo_adaptive-cruise-control_01a-25pc_p2003-2148.jpg
- [13] <http://www.opel.pt/veiculos/opel-gama/veiculos-passageiros/insignia-4-portas/indice.html>
- [14] <http://vamosfalarsobrecarros.blogspot.com/2011/01/audi-a1.html>
- [15] <http://www.virtualexibe.com/Lampadas-Xenon-H7-Kit-com-balastros-VECV01H-A22>
- [16] <http://www.ford.pt/VeiculosPassageiros/NovoFocus/automovel-seguro-proteccao>
- [17] <http://www.gizmag.com/go/7956/picture/37483/>
- [18] <http://boomsblog-maksom.blogspot.com/2011/10/audi-apresenta-sistema-pre-sense-plus.html>
- [19] <http://www.autoevolution.com/news-image/lane-keeping-assist-systems-explained-25459-1.html>
- [20] http://www.xl.pt/autopedia/seguranca/segur_activa.shtml
- [21] <http://www.forumbmwportugal.com/showthread.php?t=634>
- [22] http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_stability_control
- [23] <http://www.ford.com/technology/>
- [24] <http://www.citroen.pt/home/#/tecnologias/>
- [25] http://ave.dee.isep.ipp.pt/~mjf/act_lect/SIAUT/Trabalhos%202007-08/Trabalhos/SIAUT_SegActiva.pdf