

Sistemas de Segurança Activa

Nelson Rocha
Nº 1011034
1011034@isep.ipp.pt

António Rocha
Nº 1010584
1010584@isep.ipp.pt

Abstract

Este trabalho surgiu do desejo de realizar um estudo sobre os actuais Sistemas de Segurança Activa no âmbito da cadeira de Sistemas Automóveis do 2º ano, 1º semestre do Mestrado em Eng. Electrónica e Computadores – Ramo de Automação.

1. Introdução.

A segurança do automóvel tem como objectivo evitar acidentes do mesmo ou minimizar os efeitos prejudiciais que deles surjam, especialmente protegendo a vida dos ocupantes e peões.

2. Segurança Activa.

A Segurança activa procura minimizar as possibilidades de virmos a ter um acidente quando circulamos numa via. Fazem parte da segurança activa todo o conjunto de componentes e possibilidades que o veículo põe à disposição do condutor para evitar o acidente. Os Sistemas de Segurança Activa são dispositivos que através do conhecimento do estado do veículo, têm a possibilidade de evitar a existência e minimizar o efeito de um acidente. Incluem-se nestes a travagem assistida (ABS, EBD, EBA), sistemas de controlo de tracção (ASR ou TCS) e controlo electrónico de estabilidade (ESP), que interpretam sinais de vários sensores para uma eficaz ajuda ao condutor na condução do veículo.

Como exemplos de elementos que contribuem para a segurança activa podemos referir os seguintes:

- bons travões
- bons pneus
- boa suspensão
- boa visibilidade
- boas escovas de limpeza dos vidros
- bom posto de condução
- sistemas de apoio à dinâmica de condução
- sistemas de apoio à travagem
- aerodinâmica do veículo
- prestações dinâmicas do veículo
- kit mãos-livres para uso do telemóvel
- comando satélite do autorádio

Podemos facilmente concluir pela lista apresentada, que a segurança activa engloba inúmeros factores que fazem toda a diferença entre evitar ou não o acidente.

3. Sistemas de travagem assistida.

Vamos agora descrever os sistemas activos de auxílio à travagem de emergência: ABS, EBD, EBA.

3.1. ABS (Anti-lock Braking System).

O ABS previne o bloqueio das rodas durante a travagem de emergência, mantendo a direcção controlável para o condutor se desviar de obstáculos ou manter a trajectória actual no momento da travagem. Na figura seguinte percebe-se a diferença entre a travagem com e sem ABS.

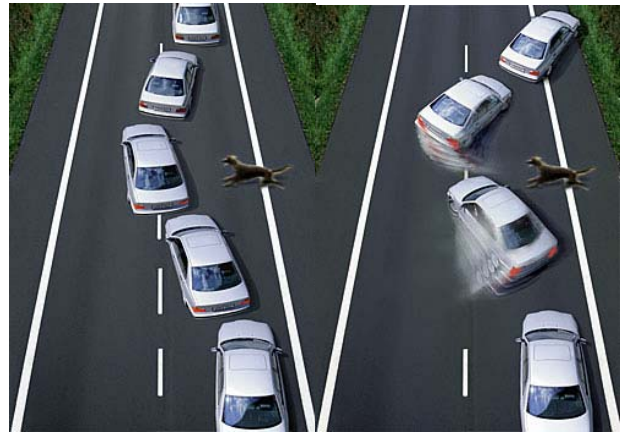


Figura 1: Travagem com ABS vs Travagem sem ABS

3.1.1. Funcionamento

O princípio de funcionamento do ABS baseia-se no seguinte: quando se trava normalmente, sem que nenhuma das rodas derrape até parar o carro, estamos numa situação em que a Resistência de travagem é inferior à Resistência entre os pneus e a estrada; quando se trava a fundo e uma ou mais rodas derrapa significa que a Resistência entre os pneus e a estrada se tornou inferior à Resistência de travagem, o que quer dizer que nesta situação perdemos o controlo da(s) roda(s) que se encontra(m) a deslizar.

Convém agora referir uma relação muito importante, pela qual se rege o funcionamento do ABS, a *Relação de*

Escorregamento: é o quociente entre a velocidade do veículo menos a velocidade das rodas, pela velocidade do veículo a multiplicar por 100 para obtermos um valor percentual.

Os componentes do ABS são:

- sensores de velocidade (um por roda).
- válvulas.
- bomba.
- controlador electrónico (ECU).

Podemos ver a localização dos mesmos na figura 2, e imagens de cada um dos sistemas nas restantes figuras 3, 4 e 5.

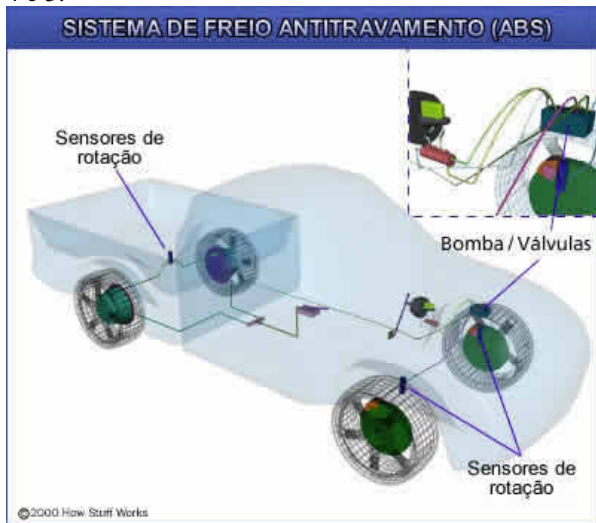


Figura 2: localização dos componentes do ABS.

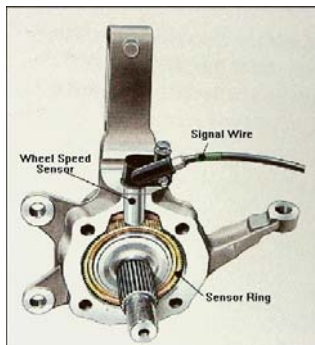


Figura 3: Sensor de velocidade



Figura 4: unidade controlo hidráulica – cilindro mestre.



Figura 5: unidade de controlo electrónico (ECU).

A unidade de controlo hidráulica (válvulas + bomba) consiste em uma válvula bloqueadora de controlo da pressão do travão, uma bomba e uma unidade de reservatório de controlo hidráulico com indicador de nível. Durante condições normais de travagem, o fluido vindo do cilindro mestre entra na unidade de controle através de 2 canais e passa através de 4 outras válvulas, uma para cada roda. Estas válvulas normalmente estão abertas. Quando o módulo de controle sente que uma roda está por travar a unidade de controle fecha a válvula específica para aquela roda. Isto previne que qualquer fluido adicional entre no travão afectado. Se o módulo determina que a roda ainda permanece a desacelerar, o módulo abre a válvula de saída, a qual sangrará o excesso de pressão no travão afectado.

Os Sensores de velocidade do sistema ABS consistem em 4 sensores de "relutância-variável" a monitorizar a velocidade rotacional. (O termo relutância é usado para indicar a quantidade de resistência à passagem das linhas de força do fluxo de campo-magnético através de um material qualquer). Cada sensor contém uma pequena bobina indutora que gera um campo electromagnético. Quando aposto a um sensor de anel dentado o qual interrompe este campo enquanto as rodas giram, cada sensor gera um sinal analógico e contínuo de baixa voltagem. Este sinal aumenta ou diminui proporcionalmente à velocidade de rotação e é constantemente monitorizado pelo módulo de controle, convertido em informação digital dentro do módulo e então processado.

O Módulo de Controlo (ECU) é o cérebro do ABS. Ele constantemente monitoriza os sinais analógicos de entrada vindo dos 4 sensores de roda, converte os sinais para formato digital, processa as informações pela comparação de um mapa ou programa, faz decisões, converte estas decisões noutros sinais e envia-os para a unidade de controlo hidráulica, a qual irá abrir ou fechar as válvulas dos circuitos como necessário. O Módulo também tem capacidade de auto diagnostico e opera em

condições normais como também com o sistema ABS em funcionamento. Se uma má função ocorrer, uma luz indicadora vermelha BRAKE ou CHECK ANTI-LOCK BRAKES ascenderá no painel de instrumentos.



Figura 6: luz avisadora de anomalia no ABS.

A unidade electrónica (ECU) vai efectuar, durante a travagem de emergência, as leituras e actuações necessárias para garantir que está a aplicar a máxima eficácia na travagem, isto é, garantir que está a travar entre a 10% a 30% do valor de relação de escorregamento. Na figura seguinte podemos ver o gráfico da relação de escorregamento, onde evidentemente se percebe qual o melhor valor de travagem.

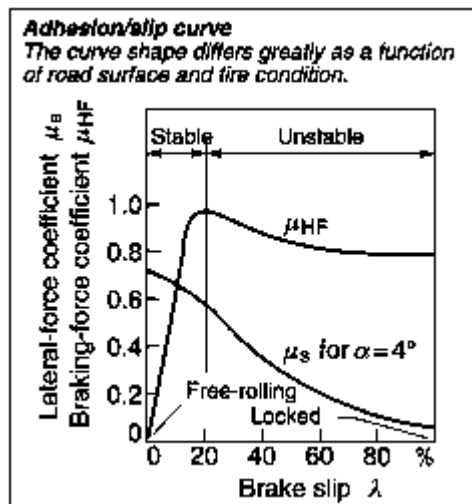


Figura 7: relação de escorregamento.

3.1.2. Eficiência

Em superfícies como asfalto, tanto secas como molhadas, a maioria dos carros equipados com ABS são capazes de atingir distâncias de travagem menores do que aqueles que não o possuem.

Contudo, quando existe grande quantidade de neve ou de pedras no piso, o ABS tende a aumentar a distância de travagem. Nestas superfícies, as rodas bloqueadas escavam o solo e param o veículo mais rapidamente, caso este não esteja equipado com este sistema. No caso do veículo possuir ABS, vai travar numa distância maior,

uma vez que este ao activar-se vai gerar ciclos de travagem e alívio de pressão fazendo com que os pneus agarrem ciclicamente, aumentando consequentemente a distância total de travagem.

	Sem ABS	Com ABS
Superfície seca	45 m	32 m
Neve	53 m	64 m
Gelo	255 m	404 m

Tabela 1: Distância de travagem dos 80km/h aos 0km/h.

3.2. EBD (Electronic Brake Distribution).

Quando descrevemos uma curva, a carroçaria do veículo inclina-se sempre para o lado de fora (força centrífuga), criando mais peso e aderência nessas rodas/pneus e menos aderência nas rodas/pneus interiores à curva.

Se travarmos no meio dessa curva, o acto de travagem inclina a carroçaria para a frente gerando mais aderência nos pneus do eixo da frente e alivia o peso da traseira retirando aderência aos pneus do eixo traseiro.

Por isso, o acto de travagem no meio de uma curva gera uma complexidade de forças com tendência para desgovernar o veículo se as rodas forem travadas com intensidades iguais – o que acontecia em todos os veículos até há pouco tempo.

Actualmente, a aplicação da electrónica para controlo individual da força de travagem de cada roda de acordo com a sua capacidade de aderência, torna esta manobra segura e acessível a qualquer condutor. O EBD aplica a força de travagem através de controlo electrónico: ele monitoriza constantemente as condições de condução, de travagem e de distribuição de peso. Juntamente com o ABS, o EBD usa sensores que determinam quais as rodas a aplicar a força de travagem máxima, sejam rodas da frente, trás, da esquerda ou da direita.

Em suma, a eficácia de travagem é a melhor em qualquer condição.

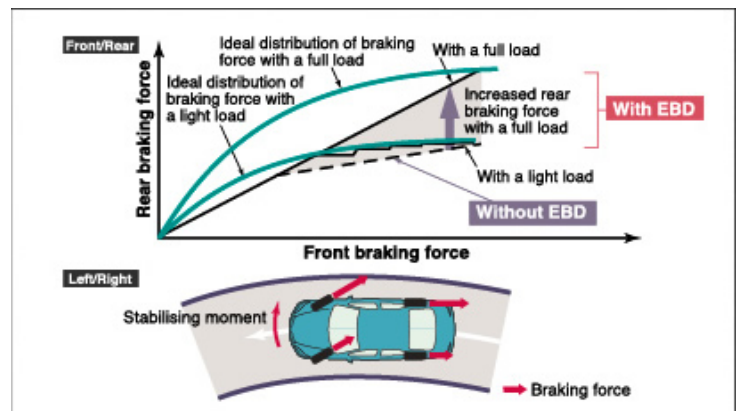


Figura 8: Funcionamento do EBD.

3.3. EBA (Electronic Brake Assist).

Este é um Sistema de apoio ao esforço aplicado pelo condutor no pedal do travão. Estudos científicos mostram que o esforço aplicado no pedal do travão pode não permanecer o suficiente ao longo de uma travagem. Neste caso o sistema de assistência de travagem electrónica aumenta o esforço de travagem compensando o aliviar do pedal.

Quando, repentinamente, nos surge um obstáculo que nos obriga a travar com toda a violência (urgência), os sensores do veículo detectam que o pedal de travão foi accionado mais rapidamente. Com esta informação, a força de travagem é multiplicada (cerca de 4 vezes - devido a uma característica especial do servo-freio, ver figura 9) immobilizando o veículo num espaço substancialmente mais curto.

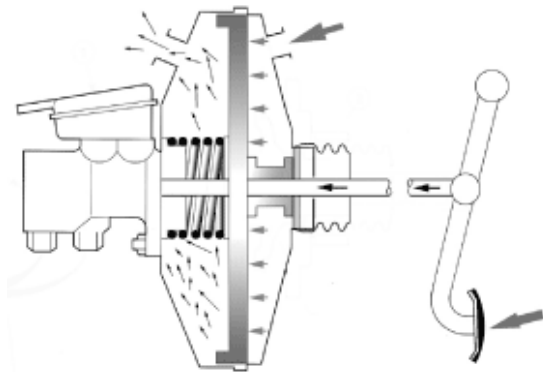


Figura 9: Servo-freio do sistema EBA.

De seguida apresentamos um gráfico de funcionamento/eficiência do EBA.

- 1- Condutores inexperientes travam bruscamente no pedal do travão mas não com a pressão necessária.
- 2- O condutor pode, certas vezes, aliviar o pedal do travão cedo demais.
- 3- O sistema EBA aumenta a força de travagem, mesmo quando o pedal não está a ser pressionado com a devida força.
- 4- Quando o condutor tira o pé do pedal do travão intencionalmente o sistema EBA reduz a assistência de travagem.

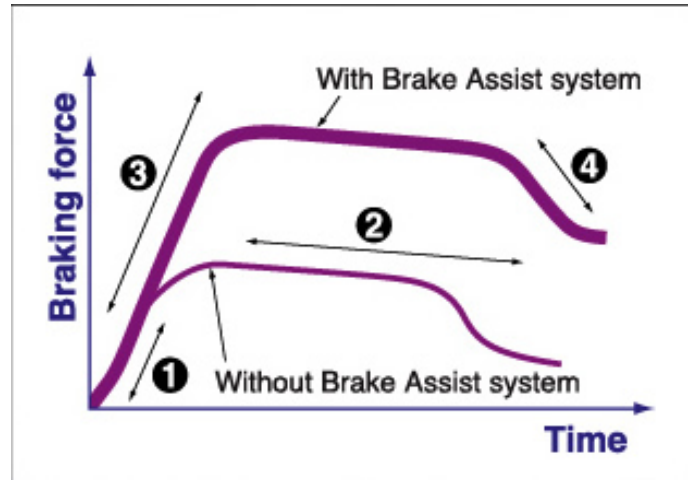


Figura 10: Gráfico de eficiência do veículo com EBA.

4. Sistemas de controlo de tracção.

Vamos agora descrever os sistemas activos de controlo de tracção: ASR (nome de origem alemã) ou TCS (Traction Control System).

Muito importante de referir desde já que o TCS só funciona num carro com sistema ABS.

O controlo de tracção usa os mesmos sensores de velocidade da roda do ABS para monitorizar a velocidade da mesma durante a aceleração, mas exige alguns solenóides adicionais de controlo e uma bomba para aplicar a pressão de travagem à roda que está a patinar.

O sistema de controlo de tracção trava a roda que está a começar a patinar para deslocar o binário à roda oposta que ainda tem a tracção. A maioria de sistemas de controlo de tracção activam-se a velocidades acima de cerca de 50km/h. Algumas estratégias adicionais dos sistemas de controlo de tracção para limitar a rotação da roda inclui a diminuição da abertura do regulador de pressão, aumentar a mudança actual da caixa de velocidades (para carros com caixa automática), retardar o sincronismo de faísca (sistema de ignição) e desactivar injectores.

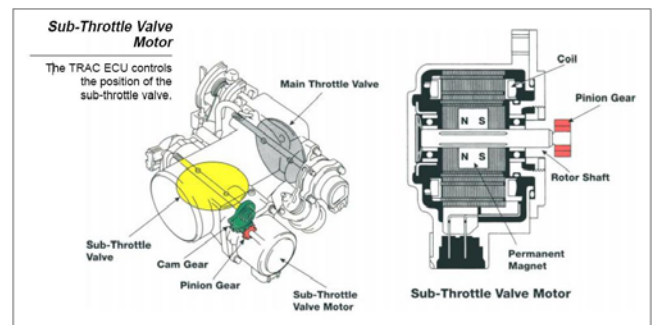


Figura 11: Borboleta auxiliar controlada pelo TCS, da Toyota.

De seguida descrevemos as diferentes utilizações do controlo de tracção.

Em carros de estrada: O controlo de tracção foi uma tradicional característica de segurança nos carros de alta performance, que necessitavam de uma maneira de evitar que carro se descontrolasse ao acelerar, especialmente em pisos molhados ou gelados. Nos últimos anos, os sistemas de controlo de tracção tornaram-se extensamente disponíveis em carros de baixa performance.

Em carros de corrida: O controlo de tracção é usado como um realce do desempenho, permitindo a tracção máxima sob o acelerador sem rotação da roda.

Em carros todo o terreno: O controlo de tracção é usado em vez de ou em adição ao limite máximo do deslizamento mecânico do diferencial bloqueante. É muitas vezes implementado com um diferencial controlado electronicamente, assim como outros controlos computadorizados do motor e transmissão. A roda que derrapa é travada com aplicações curtas nos travões, desviando mais binário para a roda com mais aderência. Esta forma do controlo de tracção tem uma vantagem sobre o diferencial bloqueante porque assim a direcção e o controlo do veículo é mais fácil, podendo portanto estar o sistema permanentemente ligado. Cria também menos stress no veio de transmissão, que é particularmente importante para os veículos com uma suspensão independente que é geralmente mais fraca comparada aos eixos rígidos. Por outro lado, somente metade do binário disponível será aplicado a uma roda com tracção, comparado a um diferencial bloqueante, e o comportamento é menos previsível.

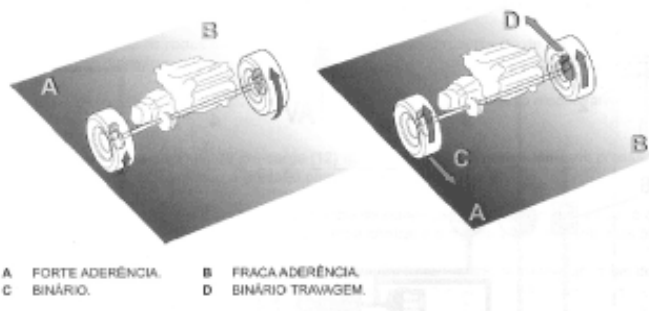


Figura 12: Funcionamento do TCS.

5. Sistemas de Controlo de Estabilidade.

5.1. Funcionamento.

Vamos descrever os sistemas de controlo de estabilidade, designados por ESP (Electronic Stability Program) ou ESC (Electronic Stability Control).

O ESP, por sua vez, só funciona num veículo com sistema ABS e TCS (ou ASR).



Figura 13: Ilustração do ESP.

O ESP é o sistema de controlo de estabilidade dinâmica de um veículo. Corrige situações de sub viragem e sobre viragem (ver figura 14) assim como problemas de falta de tracção em acelerações ou reduções bruscas.

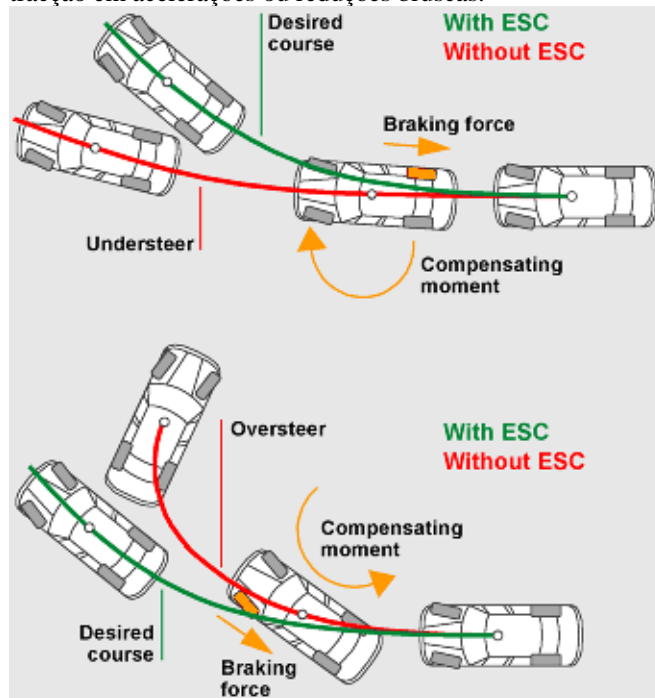


Figura 14: Situação de sub viragem e sobre viragem.

Imaginemos que nos encontramos a curvar numa qualquer direcção, e por alguma razão temos que nos desviar de um obstáculo e voltar para a trajectória: o carro começa a ameaçar fugir, isto é, não garantir a trajectória que pretendemos. Neste caso o ESP actua rapidamente e mantém a trajectória segura do veículo através da travagem selectiva das rodas. O ESP compara o sentido para o qual o condutor pretende dirigir-se, através dos movimentos do volante e travagem, com a resposta do veículo, por intermédio da aceleração lateral, da rotação e da velocidade de cada roda. O ESP posteriormente, trava independentemente as rodas frontais ou traseiras e/ou reduz o poder do motor consoante a necessidade de ajudar a corrigir em situações de sub viragem ou sobre viragem através da actuação da borboleta auxiliar do TCS.

No caso de sub viragem (situação em que o veículo numa curva tende a sair de frente), o ESP acciona automaticamente o travão da roda traseira interior à curva. Em caso de sobre viragem (situação em que o veículo tende a fugir de traseira durante a negociação da curva) o ESP acciona momentaneamente o travão da roda dianteira exterior à curva. Sempre que o ESP entra em funcionamento pisca uma luz avisadora no painel de instrumentos do veículo. O funcionamento do ESP não depende do condutor. Por outras palavras, ele funcionará mesmo que o condutor não accione o pedal do travão. Este sistema tornou-se famoso com o Mercedes Classe A, que, para colmatar os problemas relacionados com o teste do Alce (desvio de obstáculo a cerca de 70 km/h), passou a vir equipado de série com ESP. Consoante a marca e modelo do automóvel, o ESP pode (ou não) ser desligado pelo próprio condutor.

Componentes do ESP:

- Modulador hidráulico com ECU.
- Sensores de velocidade de roda.
- Sensores de aceleração angular e aceleração lateral.
- Comunicação com ECU do motor.
- Sensor de ângulo de direcção.
- Sistema de travagem assistida.

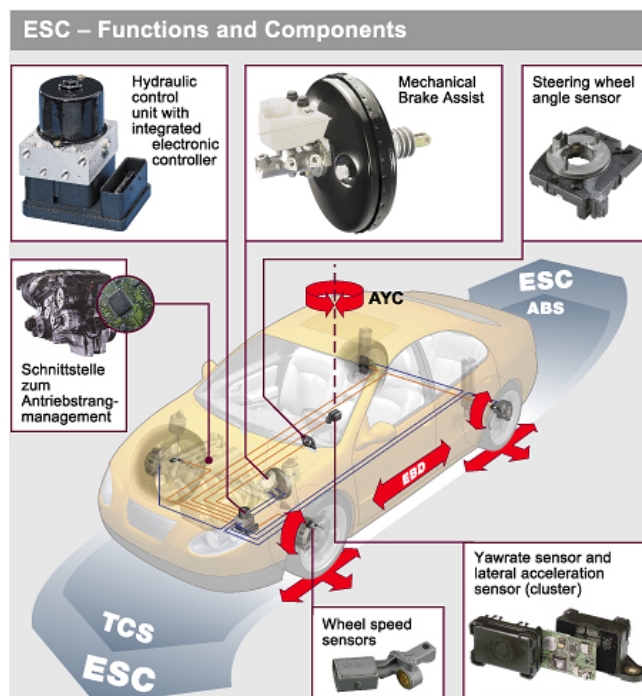


Figura 15: Localização genérica dos componentes do ESP.

Apesar do ESP precisar de todos estes componentes para funcionar, alguns deles são já existentes nos sistemas descritos anteriormente (ABS, TCS), um carro equipado

com este sistema de segurança activa acresce o seu peso em apenas 1 kg.

De referir um ponto muito importante: Assim como acontece em praticamente todos os sistemas de segurança, estes podem conduzir a um falso sentido de segurança. Esta tecnologia não pode alterar as leis da Física. Mesmo que estejamos a conduzir um veículo equipado com ESP, devemos sempre conduzir prudentemente. Se o veículo for conduzido demasiado depressa para as condições da estrada, pode-se perder o controlo do mesmo, mesmo com ESP.

5.2. Eficiência.

Na Europa morrem todos os anos cerca de 50.000 pessoas em acidentes rodoviários e 1.9 milhões ficam feridas. Segundo um estudo alemão, um quarto de todos os acidentes com danos pessoais graves são provocados por derrapagens.

Por vezes basta uma única curva para destruir a vida humana. O sistema ESP estabiliza o veículo e reduz o perigo de derrapagem. Estudos realizados por fabricantes de automóveis de renome indicam que este sistema pode reduzir o número de acidentes com derrapagens em 80%. A difusão do sistema ESP é assim uma medida importante para o aumento da segurança rodoviária.

Contudo, alguns peritos afirmam, com base na teoria da compensação de risco, que a percepção da segurança concedida pelo ESP, incentivará a uma condução mais perigosa.

6. Diferenças entre ABS, TCS e ESP.

O ABS e o TCS são sistemas de segurança activa eficazes que ajudam na travagem e aceleração. O ESP não é mais do que os dois sistemas anteriores, com adição de alguns sensores, ver figura 16. O ESP oferece auxílio necessário ao condutor em circunstâncias perigosas (desvios inesperados, curvas irregulares, etc.). Estudos efectuados provam que o ABS por si só não é uma medida eficiente para prevenir acidentes, daí que se tenham desenvolvido cada vez mais sistemas de segurança activa para automóveis, de forma a minimizar os acidentes que ocorrem por perda de controlo do automóvel.

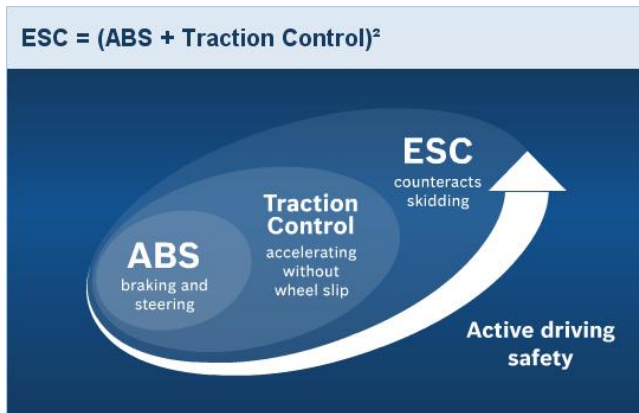


Figura 16: Diferenças e semelhanças entre os sistemas.

7. Outros sistemas de segurança activa.

7.1. EHB (Electrohydraulic Brake)

Com os travões electro-hidráulicos, o pedal deixa de estar ligado por cabos ao sistema de travagem, mas sim por um circuito eléctrico que faz a actuar a bomba hidráulica. Torna-se assim possível introduzir pelo meio uma gestão electrónica que optimize os travões. O EHB integra o EBA, antecipando-o mesmo, pois coloca as pastilhas mais perto dos discos assim que o acelerador é libertado repentinamente.

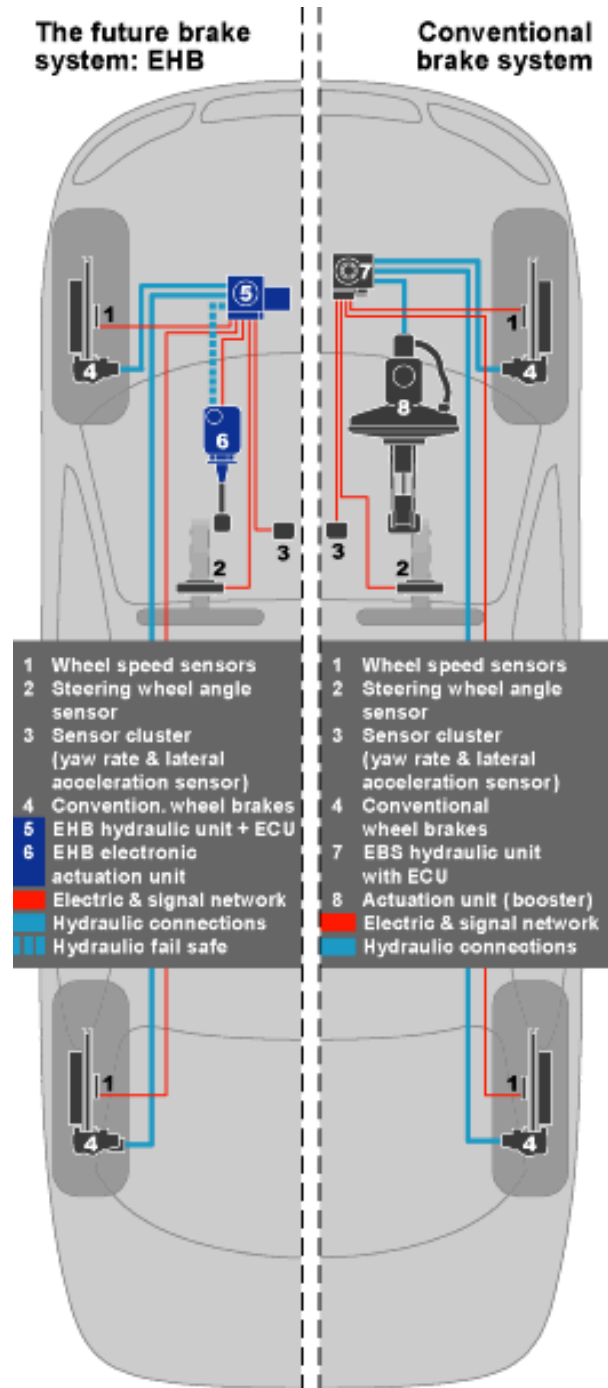


Figura 17: Comparação do sistema EHB com o convencional.

A unidade de controlo do EHB recebe sinais dos sensores ligados ao pedal do travão. Na operação normal, uma válvula de backup é fechada e o controlador activa os travões da roda através de uma bomba hidráulica controlada pelo motor eléctrico. Quando o controlador entra num modo 'fail safe', a válvula de backup está aberta, que permite que os travões sejam controlados através de um circuito hidráulico convencional.

7.2.ACC (Adaptative Cruise Control)

O controlo da velocidade cruzeiro adaptativa trata-se de uma nova evolução dos sistemas actualmente conhecidos de controlo de velocidade. Além das usuais funções de manter a velocidade do veículo programada pelo condutor, o ACC está equipado com um radar ou laser, que detecta a presença de um carro que viaje à sua frente. Este faz automaticamente a velocidade baixar através do controlo da borboleta controlada pelo acelerador, até atingir uma distância de segurança em relação a esse veículo, distância essa que pode ser definida pelo condutor. Alguns sistemas possuem também um sistema de aviso para possível colisão frontal, prevenindo o condutor de grande diminuição da distância entre veículos.



Figura 18: Ilustração do sistema *Distronic* da Mercedes.

Este sistema é original da *Mercedes-Benz*, sob o nome de *Distronic*. O ACC vai na segunda geração, a maior evolução é o emprego dos travões para reduzir a velocidade, o que só é possível se o veículo estiver equipado com EHB. O alcance do radar é de cerca de 150 metros e funciona entre os 30 km/h e os 200 km/h.

No futuro está previsto que este sistema possa vir a funcionar também em situações de pára-arranca nas filas de trânsito, quase como um piloto automático.

Esta tecnologia é considerada como um componente chave de todas as gerações futuras de carros inteligentes, como uma forma de inteligência artificial que poderá ser usada como assistente de viagem.

8. O Futuro

8.1. EPP (Pedestrian Protection da BOSCH).



Figura 19: Sistema de protecção de peões.

A Comunidade Europeia esboçou uma lei que consiste na obrigatoriedade de todos os veículos serem equipados com protecção de pedestres. Para garantir que continuará na vanguarda do mercado de sistemas automóveis, a Bosch está a desenvolver este sistema com base em três sensores: sensores de contacto, sensores de contacto combinados com sensores ultra sónicos e sensores ultra sónicos combinados com sensores de vídeo.

8.1.1. Sensores de contacto

São baseados em sensores de aceleração, colocados no interior do pára-choques. Isto permite medir o objecto de impacto 10ms a 15ms antes da colisão.

8.1.2. Sensores ultra sónicos.

São semelhantes aos sensores de estacionamento, actualmente existentes em muitas marcas de automóveis. Tal como nos referidos sensores, estes fornecem um sinal digital obtidos pela leitura do sinal analógico de ultra sons. Tem uma detecção de objectos e pessoas entre os 0.25m e os 3m. O sistema EPP que usa os sensores de contacto combinados com os sensores ultra sónicos é desenhado para velocidades entre os 20 km/h e os 50 km/h.

8.1.3. Sensores de vídeo.

Os sensores de vídeo conseguem obter uma imagem e perceber se o que se encontra no seu campo de visão é um objecto ou um peão. Os valores de localização e tempo estimado de colisão são enviados para os sensores ultra sónicos via rede CAN.

Uma das possíveis implementações no veículo para diminuir o impacto e as lesões nos peões, passam também por levantar o capot do carro no sentido contrário ao habitual. Ver figura 20.



Figura 20: Exemplo da abertura do capot.

Contudo, devido às limitações tecnológicas que ainda existem, e à complexidade de leitura e actuação em cenários em tempo real, estes sistemas só entrarão no mercado daqui a 3 a 5 anos.

8.2. PSS (Predictive Safety Systems)

PSS é uma gama de antecipação de sistemas de segurança que permite reacções mais rápidas a situações críticas à frente do veículo.

Estão incluídos neste sistema o PBA, PCW e PEB.

8.2.1. PBA (Predictive Brake Assist).

Usando os dados do radar do ACC, o PBA detecta situações perigosas em que é mais do que provável que a travagem de emergência seja necessária. Se essa situação realmente ocorrer, o PBA aumenta a pressão do sistema de travagem até aplicar uma pequena força de travagem sem que o condutor se aperceba. Assim que o condutor reage e trave, a força total de travagem está disponível alguns milissegundos antes graças às medidas iniciadas antecipadamente.

8.2.2. PCW (Predictive Collision Warning).

O PCW avisa o condutor de situações críticas antecipadamente para que este possa reagir mais cedo e, em muitos casos, evitar o acidente. O condutor é avisado da situação através de uma ligeira travagem automática. Alternativamente, ou em adição, pode ser avisado através de sinais visíveis ou acústicos ou através de um aperto ligeiro no cinto de segurança.

Ao avisar o condutor com antecedência permite que este reaja mais cedo ao perigo de colisão com manobras evasivas ou travando para reduzir o impacto.

8.2.3. PEB (Predictive Emergency Braking)

O PEB combina a acção do PBA e do PCW. Assim, numa emergência, o PEB actua automaticamente todos os travões. Esta função não é activada a menos que o condutor não tenha reagido aos avisos ou tenha reagido de forma inadequada, e a colisão não possa ser evitada. Independentemente da acção do condutor, a travagem automática de emergência assegura a máxima desaceleração do veículo para que o impacto seja reduzido o mais possível, diminuindo assim o risco de lesões.

Como o PEB intervém activamente com o comportamento do veículo, é necessário ter uma boa fiabilidade na detecção de obstáculos e na estimação do risco de acidente, assim o radar está associado a um segundo sistema de detecção, normalmente tecnologia de vídeo.

10. Referências

Internet:

www.xl.pt/autopedia/seguranca

http://rb-k.bosch.de/en/safety_comfort/drivingsafety/predictivesafetysystemspss/peb.html

http://rb-k.bosch.de/en/safety_comfort/drivingsafety/predictivesafetysystemspss/pew.html

http://rb-k.bosch.de/en/safety_comfort/drivingsafety/predictivesafetysystemspss/pba.html

http://rb-k.bosch.de/en/safety_comfort/drivingsafety/capscombinedactivepassivesafety/capsmaterial.html

http://rb-k.bosch.de/en/safety_comfort/drivingsafety/capscombinedactivepassivesafety/basiscaps/index.html

http://rb-k.bosch.de/en/safety_comfort/drivingsafety/capscombinedactivepassivesafety/occupantprotection/advancedelectronicpedestrianprotection.html

http://www.contionline.com/generator/www/de/en/cas/cas/themes/products/electronic_brake_and_safety_systems/electronic_brake_systems/abs_tcs_esc/esc_1003_en.html

<http://www.descobrirpeugeot.com/content/view/200/204/>

http://www.howstuffinmycarworks.com/How_ABS_systems_work_h.html

<http://www.toyota-mideast.com/camry/safety.html>