

# Sistemas Passivos de Segurança em automóveis

José Pinto nº1020372

Jorge Ribeiro nº1030345

[1020372@isep.ipp.pt](mailto:1020372@isep.ipp.pt)

[1030345@isep.ipp.pt](mailto:1030345@isep.ipp.pt)

## Abstract

*Vehicles have two kinds of safety requirements. The first is active safety, which involves preventing accidents before they occur, and the other is passive safety, which involves protecting vehicle occupants at the time of collision. In order to protect vehicle occupants in a collision, it is important both to keep damage to the cabin to a minimum, as well as to minimize the occurrence of secondary collisions caused by the movement of occupants within the cabin. A body with a crash impact absorbing structure, seat belts, SRS (Supplemental Restraint System) airbags and so forth is employed in order to accomplish this.*

### **CIAS (Crash Impact Absorbing Structure) body**

*Absorbing and dispersing the force of impact of a collision through deformation of the front or rear portions of the vehicle body reduces the force of the impact transmitted to occupants. Providing a rigid cabin structure also minimizes deformation of the cabin.*

### **Seat belt**

*Seat belts are the primary means of restraining occupants. Wearing seat belts prevents occupants from being thrown out of the vehicle during a collision while also minimizing the occurrence of secondary collisions within the cabin.*

### **SRS (Supplemental Restraint System) airbag**

*The SRS airbags are designed to provide further protection to occupants when added to the primary protection provided by the seat belts. In response to a severe front or side collision, the SRS airbags work together with the seat belts to prevent or reduce injury by inflating.*

## 1. Introdução

Veículos têm dois tipos de exigências de segurança. O primeiro é a segurança activa que tem como principal objectivo prevenir os acidentes antes de eles acontecerem, e o outro é a segurança passiva que tem como função proteger os ocupantes de veículo na hora de colisão.

Nesse caso a preocupação passa a ser outra. Já que o acidente vai ocorrer, tentemos então que minimizar o efeito do mesmo nos passageiros (sacrificando, se necessário, o veículo). Reduzir ao mínimo as lesões que o

acidente possa provocar nos passageiros é uma tarefa extremamente complicada. O estudo da segurança passiva envolve a realização de simulações de acidentes (denominados de crash-tests) onde bonecos devidamente monitorizados desempenham o papel dos seres humanos. Nas últimas duas décadas, este ramo da segurança tem evoluído drasticamente mas partindo de um pressuposto fundamental: que os ocupantes do veículo se encontram sentados com o cinto de segurança devidamente apertado. Por outras palavras, o elemento fundamental da segurança passiva é o cinto de segurança, tendo a grande maioria dos restantes sistemas suplementares sido desenvolvidos assumindo que o cinto se encontra posto. Os restantes sistemas que asseguram a segurança passiva de um automóvel são os seguintes:

Os airbags

Carroçaria do automóvel

Os bancos dos passageiros

Pré-tensores dos cintos de segurança.

Ao longo deste trabalho será apresentado o funcionamento e a aplicação de cada um deles.

## 2. Cinto de segurança

A ideia básica de um cinto de segurança é bastante simples: Ele tem como função de impedir que a pessoa seja projectada pelo pára-brisas ou vá contra o tablier d carro quando este pára abruptamente. Isto acontece devido a inércia que o automóvel tem quando esta em movimento. Inércia é a tendência de um objecto em continuar a mover-se até que encontre algo que interrompa seu deslocamento. Por exemplo quando um carro viaja a uma certa velocidade tudo o que está dentro do carro, inclusive os passageiros, possui a sua própria inércia, que é independente da inércia do veículo

Quando um condutor está dentro num automóvel em movimento a inércia do condutor e do veículo são exactamente as mesmas, isto é o condutor e o veículo movimentam-se como se fossem um único objecto. Se por alguma razão o carro colidisse contra um objecto imóvel e fixo a inércia do carro e do condutor seriam completamente diferentes. A força do objecto no qual o carro bateu induziria este a uma paragem brusca, no

entanto a velocidade do condutor permanecia a mesma. Sem o cinto de segurança o condutor iria ser projectado contra o volante, ou o tablier, ou outro objecto que exercesse uma força sobre ele para para-lo. O cinto de segurança tem como função de espalhar esta força de paragem pelas partes mais firmes do condutor a fim de minimizar os danos.

## 2.1. Tipo de Cinto de segurança

Ao longo do tempo o cinto de segurança sofreu algumas mudanças. A imagem seguinte mostra os tipos de cintos de segurança que existem.

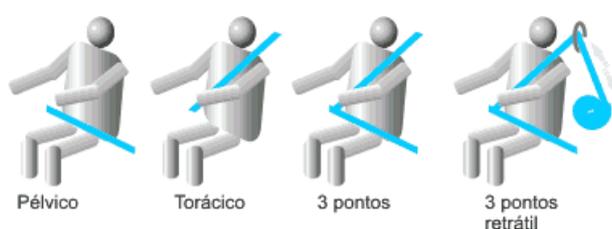


Ilustração 1 tipos de cintos de segurança

Os cintos pélvicos protegem da projecção total do corpo, mas não protegem tanto quanto a ferimentos na cabeça e no tórax.

Os cintos torácicos protegem mais a cabeça e o tórax, mas não protegem tanto a anca e as pernas.

Actualmente os veículos produzidos são obrigados por lei a serem equipados com cinto de segurança de 3 pontos, geralmente retrateis. Estes 3 pontos são o número que define a quantidade de pontos de fixação, ou seja, um ponto é fixo na coluna lateral superior do veículo, o segundo fixo na lateral inferior do banco ou assoalho no lado da porta e o terceiro é onde fazemos o acoplamento. A definição de retráctil, como o próprio nome diz, é a condição do cinto voltar a posição inicial de repouso automaticamente após ser desacoplado, como também permitir o movimento do corpo, mantendo uma pequena pressão sobre o mesmo. De seguida iremos explicar o funcionamento deste dispositivo.

### 2.1. Funcionamento do mecanismo de Extensão e retracção do cinto de segurança

O cinto de segurança de 3 pontos retrátil possui a capacidade de extensão e retracção. É possível se inclinar para frente enquanto o cinto se estica. Entretanto, em uma colisão, o cinto vai puxá-lo rapidamente e prendê-lo em seu assento.

O cinto (a parte de tecido do cinto) está conectado a um mecanismo de retracção. O elemento principal num sistema retráctil, é uma bobina, que se encontra presa a uma das extremidades do tecido do cinto de segurança.

Dentro do retractor, uma mola imprime uma força de rotação, à bobina. Isso serve para rodar a bobina de modo que esta enrole o cinto.

Quando a bobina é puxada, ela gira em sentido anti-horário, fazendo com que a mola também siga essa direcção. A bobina giratória serve para desenrolar a mola. A mola tende a voltar para sua posição inicial, logo, resiste ao movimento de torção. Se o cinto for solto, a mola irá se contrair, girando a bobina no sentido horário até que não sobre nenhuma folga no cinto. A imagem seguinte

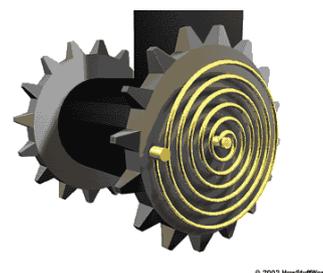


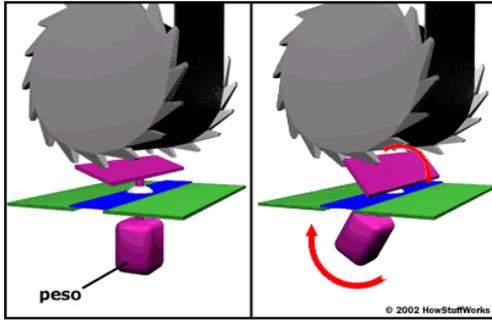
Ilustração 2 Mecanismo de retracção

O retractor possui um mecanismo de travagem que pára a rotação da bobina quando o carro colide. Actualmente existem dois tipos de mecanismos de travagem:

- Sistemas accionados pelo movimento do carro
- Sistemas accionados pelo movimento do cinto

#### Sistemas accionados pelo movimento do carro:

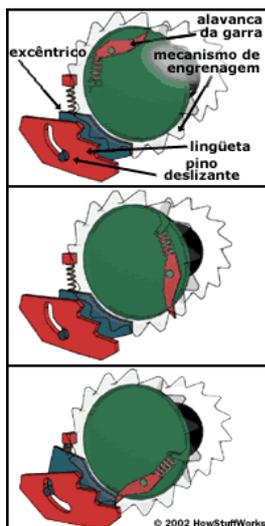
Este sistema trava a bobina quando o carro desacelera rapidamente ou bruscamente. O elemento principal de operação deste mecanismo é o pêndulo de equilíbrio (ou peso). Quando o carro pára repentinamente, a inércia faz com que o pêndulo se mova para frente. Uma patilha que se encontra na outra ponta do pêndulo prende o mecanismo de engrenagem dentado que está preso à bobina. Como a patilha esta a prender um dos dentes, a engrenagem não pode girar no sentido anti-horário, nem a bobina. Quando o cinto volta a se esticar após a batida, a engrenagem gira no sentido horário e a patilha fica livre. A imagem seguinte ilustra o funcionamento deste modelo.



**Ilustração 3 Sistema movido pelo movimento do carro  
Sistemas accionados pelo movimento do cinto:**

Este sistema trava a bobina quando algo puxa bruscamente o cinto. A força de activação na maioria dos modelos é a velocidade de rotação da bobina. O elemento principal de operação neste modelo é a embraiagem centrífuga, com uma alavanca de garra posicionada centralmente para girar (rotacionar) a bobina. Quando ela gira devagar, a alavanca não revolve em torno do eixo. Uma mola mantém-na na sua posição. Entretanto, quando o cinto é puxado, fazendo com que a bobina gire mais rapidamente, a força centrífuga impulsiona o final da alavanca para fora.

A alavanca empurra o excêntrico que está no compartimento do retrator. O excêntrico está conectado a uma patilha central por um pino deslizante. À medida que ele vai para a esquerda, o pino move-se junto com um entalhe na patilha. Isso puxa a patilha para a engrenagem em rotação, que está presa à bobina. A patilha trava no dente da engrenagem, impedindo a rotação no sentido horário. A imagem seguinte ilustra o funcionamento deste sistema.



**Ilustração 4 Sistema accionado pelo movimento do cinto**

Em alguns sistemas novos estão-se a utilizar os pré-tensores para este efeito.

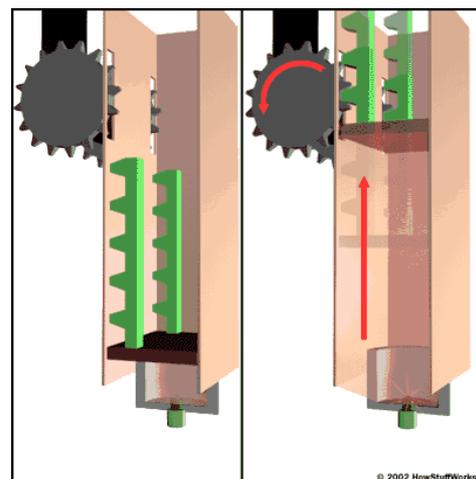
## 2.2. Funcionamento de um pré-tensor

O pré-tensor do cinto de segurança é um dispositivo de segurança que, no momento do acidente, elimina a folga existente entre o cinto de segurança e o corpo do ocupante. Com este sistema conseguem-se eliminar possíveis lesões e podem-se desenhar cintos que não pressionem demasiado. O tensor pode ser desencadeado por um sistema mecânico – uma mola – ou pirotécnico – um explosivo. À semelhança dos airbags só pode ser utilizado uma vez, após a qual têm que ser substituídos. Deve-se salientar que os pré-tensores normalmente funcionam em conjunto com os mecanismos de travagem convencionais, mas não no lugar deles.

Há uma infinidade de sistemas de pré-tensores no mercado. Alguns impulsionam todo o mecanismo de retracção para trás, outros fazem a própria bobina girar. Em geral, os pré-tensores estão ligados ao mesmo processador de controlo central que activa os airbags dos carros.

Esta unidade de controlo monitoriza os sensores de movimento mecânicos ou eléctricos que respondem a uma desaceleração brusca causada por um impacto. Quando um impacto é detectado, a unidade de controlo activa o pré-tensor e, em seguida, o airbag. Os pré-tensores podem actuar independente dos airbags, mas caso os airbags inflamarem os pré-tensores são activados

Alguns pré-tensores são construídos em torno de motores eléctricos, mas os modelos mais populares usam a pirotecnia para puxar o cinto. A figura seguinte ilustra um pré-tensor no momento em que o gás é injectado, a pressão empurra o pistão para gira o retrator.



**Ilustração 5 Funcionamento de um pré-tensor**

O elemento principal neste pré-tensor é um cilindro de gás combustível. Dentro do cilindro, há um cilindro menor com um detonador de material explosivo. Este cilindro menor é equipado com dois eléctrodos, presos por cabos ao processador central.

Quando o processador detecta uma colisão, emite imediatamente uma corrente eléctrica pelos eléctrodos. As fagulhas dos eléctrodos accionam o detonador, que entra em combustão para inflamar o gás dentro do cilindro. O gás em combustão gera muita pressão externa. A pressão empurra o pistão do cilindro, forçando-o para cima a grande velocidade.

Uma engrenagem de resposta é ligada a um dos lados do pistão. Quando o pistão dispara, a cremalheira junta uma embraiagem conectada ao sistemas de retracção da bobina. A cremalheira gira a bobina fortemente, eliminando assim qualquer tipo de folga existente no cinto.

## 2.2. Funcionalidade dos limitadores de carga.

Em batidas graves, quando um carro colide contra um obstáculo a uma velocidade extremamente alta, o cinto de segurança pode causar lesões sérias. Como a velocidade inercial do passageiro aumenta, é necessária uma força muito maior para fazê-lo parar, isto é, quanto mais rápido o impacto, mais forte o cinto segura o passageiro.

Alguns sistemas de cinto de segurança usam limitadores de carga para minimizar o dano causado pelo cinto. A ideia básica é libertar um pouco mais o cinto quando uma força muito grande é aplicada ao cinto. O limitador de carga mais simples é uma dobradiça costurada no tecido do cinto de segurança. Os pontos costurados são feitos para serem rompidos quando uma certa quantidade de força é exercida sobre o cinto. Quando esses pontos se desfazem, o pano se desdobra, permitindo que o cinto se estenda mais um pouco.

Os limitadores de carga mais avançados possuem uma barra de torção no mecanismo de retracção. A barra de torção é apenas uma extensão de metal que se torce quando uma força suficiente é aplicada. Num limitador de carga, a barra de torção é presa pelo mecanismo de trava a uma extremidade e pela bobina de rotação na outra. Em acidentes menos graves, a barra de torção não se altera e a bobina tranca juntamente com o mecanismo de travagem. Contudo, quando é exercida muita força no cinto, a barra de torção gira levemente. Isso permite que o cinto se estenda um pouco mais.

Ao longo dos anos, os cintos de segurança comprovaram que são o dispositivo mais importante na segurança de carros. Entretanto, eles não são infalíveis, e os

engenheiros especializados em segurança automobilística acreditam que há muito o que aprimorar no modelo actual.

Futuramente, os carros serão equipados com cintos de segurança e airbags melhores e é muito provável que contem com uma tecnologia de segurança totalmente nova.

## 3. Airbags

Os airbags complementam a função dos cintos de segurança, agindo conjuntamente e simultaneamente com o objectivo de reter o movimento para frente dos ocupantes dos assentos

Os airbags mais comuns são os frontais que ficam alojados no volante e no painel de instrumentos para maior protecção dos ocupantes dos bancos dianteiros. Existem também os laterais ou side bags. Dispostos geralmente nos bancos ou nas portas, sua função é a de protecção em impactos laterais ou capotamentos.

Fornecendo uma protecção adicional, os airbags reduzem os riscos de ferimentos na cabeça e no tórax, amortecendo o seu movimento contra o volante e o painel do automóvel, ou contra as laterais do veículo (side bag).

Actualmente já se esta a comercializar os airbags para protecção dos joelhos, airbags no cinto de segurança e airbags no capô para perdestes.

Esses dispositivos são electronicamente programados para serem activados em colisões de características específicas:

Neste capítulo será explicado funcionamento de cada um deste tipo de airbag.

### 2.2. Funcionamento do airbag

A função de um airbag é de travar a velocidade do passageiro com pouco ou nenhum dano. As limitações com as quais o airbag opera são enormes. O airbag dispõe apenas do espaço entre o passageiro e o volante ou o tablier e só fracção de segundo para agir. Contudo, estes espaços e tempos mínimos são preciosos para permitir desacelerar o passageiro ou o condutor de uma maneira uniforme, em vez de interromper seu movimento bruscamente evitando assim a provocação de mazelas nos "tripulantes".

O sistema de airbag é formado por uma bolsa, sensores electrónicos, e um inflator para produzir nitrogénio.

De seguida será explicado o funcionamento de cada um destes componentes.

- **Bolsa:** A bolsa é feita de um tecido fino de nylon, o qual é dobrada dentro do volante ou no painel ou no interior do encosto do banco e da porta.

- **Sensor:** O sensor é o dispositivo que envia o comando para inflar a bolsa. Esta inflata quando ocorre uma força de colisão equivalente a uma batida contra um muro de tijolos a uma velocidade entre 15 e 25 km/h. Os sensores são programados para ignorarem colisões a menos de 15km/h. Um interruptor mecânico é accionado quando há um deslocamento de massa que fecha um contacto eléctrico, informando aos sensores que houve uma colisão. Os sensores recebem essa informação através do acelerómetro, existente num microprocessador.

**Sistema de inflação:** O sistema de inflação do airbag consiste na reacção da azida de sódio ( $\text{NaN}_3$ ) com o nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) para produzir gás nitrogénio. São os fortes deslocamentos de nitrogénio quente que inflam o airbag.



Ilustração 6 Airbag do condutor

O sistema de inflação do airbag é parecido com um propulsor sólido de foguete. O sistema do airbag detona um propelente sólido, que queima extremamente rápido para criar um grande volume de gás que infla a bolsa. Essa bolsa explode de dentro de seu compartimento a aproximadamente 320 km/h (200 m/h). A almofada infla por completo em 1/20 segundo.

Completamente cheio, o air bag absorve o impacto inicial do corpo do motorista, quando este é lançado para a frente.

Um segundo mais tarde, o gás dissipa-se rapidamente através de minúsculos furos na bolsa, que esvazia logo para que o ocupante do carro se consiga mover e não seja asfocado pelo airbag.

A imagem seguinte ilustra a explosão.

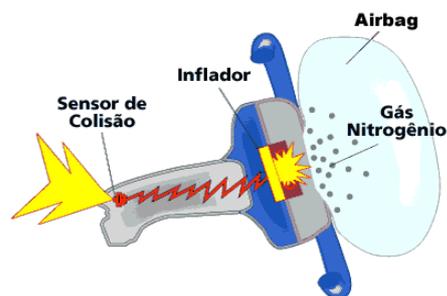
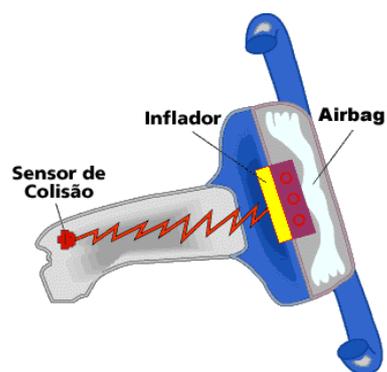


Ilustração 7 O airbag e o sistema de inflação armazenados dentro do volante

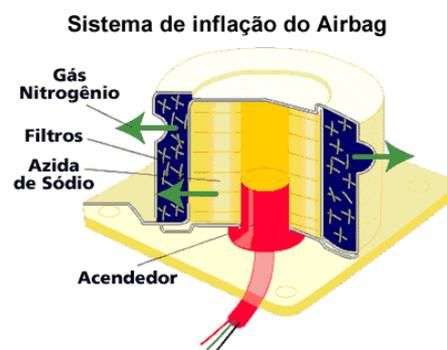


Ilustração 8 sistema de inflação do airbag



Ilustração 9 Simulação de um embate que provoca a activação do airbag

Mesmo que o processo inteiro aconteça em apenas 1/20 segundo, é tempo suficiente para ajudar a prevenir ferimentos sérios. A substância tipo pó liberada pelo airbag é composta por amido de milho comum ou talco, usados pelos fabricantes de airbag para mantê-lo maleável e lubrificado enquanto estiver armazenado.

### Airbag frontal.

Os airbags dianteiros, por exemplo, são disparados em fortes colisões frontais ou fronto-obliquas. Em colisões mais leves, laterais, traseiras ou em capotamentos, o dispositivo normalmente não é activado.

A imagem seguinte representa a área de actuação do airbag frontal.

De salientar que o airbag do passageiro é 4 vezes maior do que o airbag do condutor.

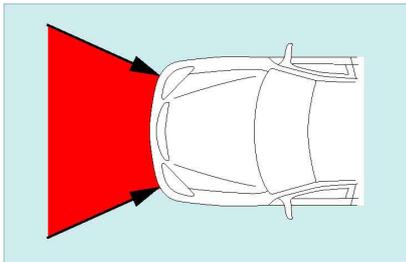


Ilustração 10 Area de activação do airbag frontal

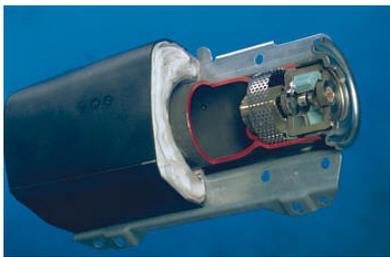


Ilustração 11 Airbag do passageiro



Ilustração 12 airbags frontais

### Airbags laterais com função suplementar:

Ao contrário do que acontecia até aqui, os airbags laterais já não protegem apenas o tórax mas também a zona de bacia do condutor e do passageiro da frente. A capacidade de cada saco é de 15 litros, estando dividido em dois

compartimentos, com pressões de accionamento distintas, de acordo com a intensidade do impacto.

Estes airbags encontram-se normalmente instalados no pilar central do carro ou na fachada lateral exterior dos encostos dos bancos da frente. Os airbags laterais são actuados somente se o embate for lateral.



Ilustração 13 Airbags laterais

### Airbag de cabeça (TTS)

Este airbag é programado para permanecer inflado cerca de cinco segundos, isto para que continue a proteger o ocupante do carro caso aconteça mais de um impacto.

Operando juntamente com o airbag lateral, o airbag de cabeça, oferece mais protecção em certas colisões laterais. Outra opção para protecção da cabeça nos impactos laterais é o airbag de cortina



Ilustração 14 airbag de cabeça e de porta

### Airbag de cortina:

Os airbags de cortina pretendem evitar lesões, na cabeça, que podem ocorrer quando o passageiro é projectado contra o tejadilho ou contra a lateral do veículo.



Ilustração 15 Airbag de cortina

### Airbag dos joelhos:

Os airbags dos joelhos estão situados por baixo do volante e do tablier. Estes airbags actuam em conjunto com os airbags frontais e os pré-tensores para proteger a zona inferior das pernas.

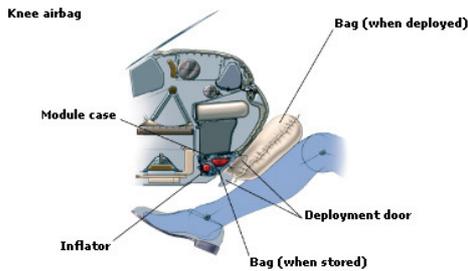


Ilustração 16 airbag de joelho

## 2.3. Sensores

### Sensor de detecção de passageiro.

Este sensor é aplicado ao assento do passageiro dianteiro e tem como função verificar se o assento está ou não a ser ocupado. Tal como a figura a baixo ilustra, este sensor é constituído por duas folhas de eléctrodo separadas por uma camada fina de espuma. Quando o passageiro se assenta as folhas de electro ficam em contacto através da pressão exercida pelo peso do ocupante.

Com isto o sensor é activo e mandará um sinal eléctrico à unidade de controlo electrónica do airbag, por outras palavras, (centralina do airbag), a avisar que esta gente no banco.

Este sinal sensor também controla a luz de presença do cinto de segurança.

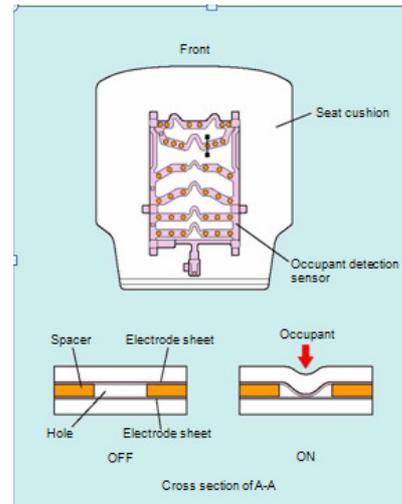


Ilustração 17 Sensor de passageiro

### Sensores Frontais

Os sensores frontais estão montados à frente do carro, um no lado esquerdo e outro no lado direito. Cada sensor possui um acelerómetro para determinar a força do impacto.

Quando o sensor detecta uma variação de velocidade, isto é, a força causada pelo impacto, este vai enviar um sinal à centralina do airbag para esta activar os airbags.

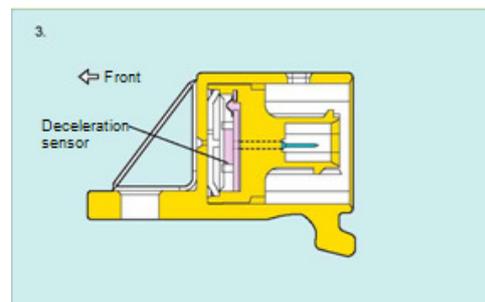


Ilustração 18 sensores frontais

### Sensor da porta lateral.

Este tipo de sensor é montado no interior das portas dianteiras. Quando o sensor lateral descobre um impacto lateral, envia um sinal à unidade de controlo electrónica do airbag. Baseado no sinal a unidade de controlo activa o airbag lateral e o airbag de cortina.

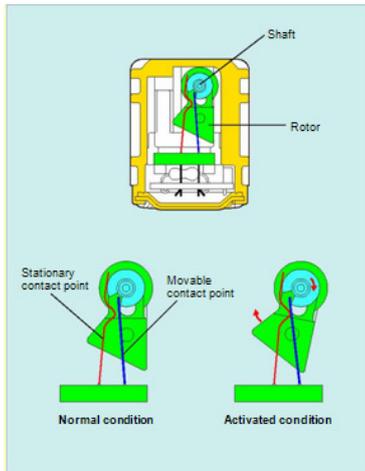


Ilustração 19 Sensor lateral

### Sensor de posição do assento

Alguns modelos de automóveis já possuem o sensor de assento. Este função esta colocado debaixo do banco do condutor, e tem a função de informar à centralina do airbag a posição do banco, isto é informa a que distancia o condutor se encontra do airbag.

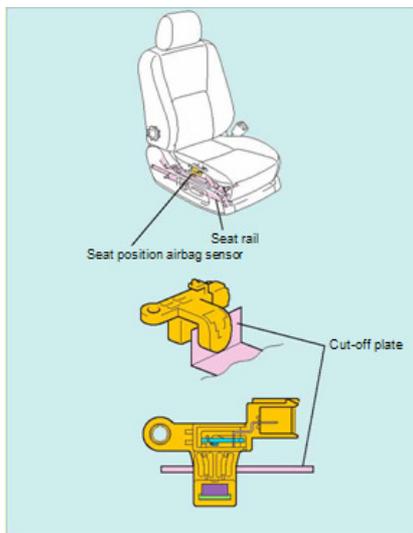


Ilustração 20 sensor de posição do banco

### Cabo espiral

O cabo espiral serve para ligar o sistema de inflador do airbag do condutor à unidade de controlo electrónica do airbag. Este cabo mede 4.8m e é enrolado com alguma folga dentro do volante. Com este tipo de ligação consegue-se dar 5.5 voltas com o volante para cada um dos lados sem correr o risco de desligar o airbag.

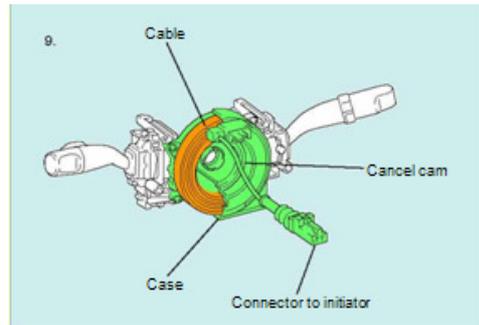


Ilustração 21 Cabo espiral

## 4. Vidro

O vidro de segurança é usado em automóveis. É algo através do qual muitos de nós olhamos todos os dias quando entramos em um carro ou em um prédio público. Existem dois tipos de vidro de segurança:

- Laminado
- Temperado

### Vidro laminado:

Para produzir esse tipo de vidro, o fabricante insere uma fina camada de película de plástico transparente e flexível, chamado polivinil butiral (PVB) entre duas ou mais placas de vidro. Essa película de plástico mantém o vidro no lugar quando ele se quebra, ajudando a diminuir ferimentos causados por pedaços lançados no ar e a manter os passageiros dentro do veículo em caso de acidentes.

### Vidro Temperado

O vidro temperado é um único pedaço de vidro, que se torna temperado através de um processo que o aquece e depois resfria rapidamente para endurecê-lo. Esse processo aumenta a sua resistência de 5 a 10 vezes. Esse vidro se quebra de uma maneira diferente de um vidro transparente comum. Quando ele é estilhaçado, ele não se quebra em pedaços com pontas afiadas, como os espelhos ou vidros de janela comuns. Ao invés disso, ele se quebra em pequenos pedaços parecidos com cristais, sem bordas afiadas. Ele é usado nas janelas laterais e traseira dos automóveis.

## 5. Estrutura do habitáculo.

Actualmente o chassi dos carros tem uma zona própria para absorver os choques. Essa zona chama-se zona de deformação. A zona de deformação de um carro é que realiza o verdadeiro trabalho de atenuar a pancada. As

zonas de deformação são áreas nas partes dianteiras e traseira do carro que se quebram facilmente. Ao invés do veículo inteiro parar bruscamente quando atinge um obstáculo, ele absorve parte do impacto. A cabine do carro é sólida e não se deforma ao redor dos passageiros. Ela continua se movendo ligeiramente, comprimindo a frente do carro contra o obstáculo. É claro que as zonas de deformação só vão proteger os passageiros se estes estiverem com o cinto de segurança posto.

Actualmente todas as marcas projectam a estrutura do automóvel tendo em vista a melhoria da performance do automóvel mas acima de tudo a segurança dos passageiros.

O chassi do automóvel é construído em aço ou em fibra de carbono, permitindo assim em caso de acidente que grande parte da energia cinética seja absorvida pela estrutura do automóvel.

Para proteger de embates laterais a carroçaria do carro possui barras protectoras nas portas.

Actualmente alguns fabricantes estão a apostar na diminuição do peso da estrutura e, simultaneamente, oferecer uma superior rigidez e uma maior resistência aos embates. Estes são os objectivos dos chassis do tipo Space Frame.

O conceito Space Frame baseia-se na utilização de perfis metálicos, unidos entre si através de pontos de soldadura extremamente resistentes, cuja espessura varia em função da resistência que aos mesmos se pretende conferir. Desta forma, a estrutura torna-se bem mais resistente que o habitual, exibindo maior capacidade para absorver e dissipar energia em caso de embate, mas sem prejuízos em termos de peso.

Outra vantagem deste tipo de construção é a sua modularidade. Uma vez que existem vários perfis numa mesma estrutura, pode-se intervir sobre a mesma em locais concretos, para proceder a alterações específicas, como seja aumentar a resistência aos impactos de uma determinada área, criar diferentes modelos (com dimensões distintas) a partir de uma mesma plataforma base ou conceber uma configuração de habitáculo diferente, que permita a criação de uma nova versão de um modelo já existente.

## 6. Outros sistemas passivos

- Revestimento das portas com blocos de poliuretano para deslocar o corpo do ocupante para longe da lateral do veículo visando evitar o

impacto directo da carroçaria m deformação contra o corpo.

- Apoios de joelhos para minimizar o “submarining” (mergulho do corpo por baixo do cinto subabdominal) que causa graves ferimentos no abdómen, coluna vertebral e pernas.
- Painéis de instrumentos e tablier arredondados e com superfícies amortecedoras de energia.
- Espelhos retrovisores internos colapsáveis.
- Bancos com assentos anti-submarining e apoios de cabeça e encostos «activos» dos braços que permitam evitar o “o golpe de coelho”, mantendo o apoio de cabeça tão perto quanto possível do ocupante para evitar uma hiper extensão do pescoço.
- Coluna de direcção retráctil.

## 6. Referencias

<http://www.estradas.com.br>

<http://www.carinfo.com>

[http://www.toyota.pt/innovation/technology/safety/avensis\\_ncap\\_2003.aspx](http://www.toyota.pt/innovation/technology/safety/avensis_ncap_2003.aspx)

<http://www.xl.pt/autopedia/seguranca/airbag.shtml>

<http://boasaude.uol.com.br/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=3435&ReturnCatID=763>

<http://www.skoda.pt/skoda/AmbienteTecnologia/Tecnologia/Seguranca.htm>

[http://www.volkswagen.pt/gama/phaeton/seguranca\\_02.htm](http://www.volkswagen.pt/gama/phaeton/seguranca_02.htm)

[http://www.clubedouno.com.br/tutoriais\\_dicas/air%20bag.pdf](http://www.clubedouno.com.br/tutoriais_dicas/air%20bag.pdf)

<http://www.raa.net/page.asp?TerID=299>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Airbag>

[http://www.bosch.pt/content/language1/html/734\\_4406.htm](http://www.bosch.pt/content/language1/html/734_4406.htm)

<http://www.crm.pt/conselho.php?id=10>

<http://www.doisjotas.com.br/airbag.html>

<http://www2.uol.com.br/bestcars/glo/s.htm>

<http://www.st.com/stonline/products/applications/blocks/automotive/autsaf001.shtml>

<http://www.safecarguide.com/gui/nee/passiveactive.htm>

[http://www.trw.com/productsandtechnologies/main/0,1085,9\\_28105\\_28107\\_28109%5E4%5E28109%5E28109,00.html](http://www.trw.com/productsandtechnologies/main/0,1085,9_28105_28107_28109%5E4%5E28109%5E28109,00.html)

<http://delphi.com/manufacturers/cv/safety/passive/>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile\\_safety](http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile_safety)

[http://www.peugeot.com/static\\_en/lateral\\_airbag.htm](http://www.peugeot.com/static_en/lateral_airbag.htm)

<http://www.springerlink.com/content/g15t7251m7k40434/>