

Sistema di sicurezza BMW

Sommario

1.	Introduzione	5
	Traffico stradale più sicuro	
	Sicurezza attiva	
	Sicurezza passiva	
	Sistema di sicurezza BMW	
2.	Fase 1 – Fattori di sicurezza	8
2.1	Autotelaio/motore/freni	8
	Autotelaio	
	Motore	
	Freni tradizionali	
	Freno automatico di parcheggio	
	Sterzo	
2.2	Sicurezza percettiva	11
2.2.1	Vedere/visibilità	12
	Proiettori	
	Flexible Light Control FLC	
	Proiettori con luce bi-xeno	
	Regolazione dei fari – dinamica e velocità dipendente	
	Adaptive Light Control ALC	
	Impianto lavafari	
	Retrovisori esterni	
	Retrovisori a sbrinamento automatico	
	Retrovisori esterni e interno a scatto giorno/notte automatico	
	Parabrezza con striscia verde	
	Head Up Display	
	Sensore pioggia RLS	
2.2.2	Riconoscibilità	16
	Controllo funzione gruppi ottici posteriori	
	Brake Force Display BFD	
	Luci di stop velocissime	



2.3	Condizione fisica/sicurezza dei comandi	17
	iDrive	
	Piantone sterzo	
	Sedili	
	Comfort sul sedile	
	Supporto lombare	
	Sedile comfort multifunzione	
	Poggiatesta attivi	
	Ventilazione attiva del sedile	
	Sedile attivo	
	Climatizzatore	
	Climatizzatore automatico	
	Parabrezza clima-comfort	
	Vetratura clima-comfort	
	Avvolgibile parasole per lunotto e vetri laterali posteriori	
	Microfiltro	
	Ricircolo automatico dell'aria AUC	
	Insonorizzazione	
2.3.1	Sistemi di assistenza e comfort	22
	Active Cruise Control ACC	
	Electronic Damper Control EDC-K	
	Dynamic Drive – sistema antirollio	
	Electric Power Steering EPS	
	Active Steering	
2.4	Sistemi di avvertimento	26
	Controllo pressione pneumatici RDC	
	Run Flat System Component RSC	
3.	Fase 2 – Fattori di pericolo	27
3.1	Situazioni dinamiche critiche e sistemi di regolazione attiva	27
	Basi della dinamica di marcia	
	Pneumatici	
	Forze tra ruota e fondo stradale	
	Trasmissione della coppia dalla ruota alla strada	
	Rapporti di forza spiegati con il cerchio di Kamm	
	Slittamento	
	Variazione dinamica del carico sugli assi	
	Comportamento caratteristico di una macchina in curva	
	Sottosterzo	
	Sovrasterzo	
3.2	Electronic Brake Management EBM	33
	Frenata. Antibloccaggio ABS	
	ABS per offroad	
	Hill Descent Control HDC	
	Regolazione elettronica della forza frenante EBV	
	Cornering Brake Control CBC	
	Accelerazione. Automatic Stability Control ASC	

	Dynamic Traction Control DTC	
	Automatic Differential Brake ADB	
	ASC-X	
	ADB-X	
	Direzionalità. Dynamic Stability Control DSC	
	Regolazione del rilascio motore MSR	
	Controllo di stabilità del mezzo trainato	
	Sistemi autonomi. Dynamic Brake Control DBC (brake assistent)	
3.3	Trazione integrale BMW xDrive 40	
	xDrive anche per la nuova BMW Serie 3	
	xDrive: più veloce dello slittamento	
	intelligente significa: trazione integrale quando serve	
	L'elemento centrale di xDrive: frizione elettronica a lamelle	
	Integrazione con DSC per reazioni proattive	
	Aumento sensibile dell'agilità	
	Benefit costante per il guidatore	
4.	Fase 3 – I pochi secondi prima dell'incidente 44	
4.1	Pre-crash – sfruttare i momenti preziosi 44	
	Sistema di integrazione della sicurezza ISIS	
5.	Fase 4 – Dinamica dell'incidente 46	
5.1	Tipologie dei collisione 46	
	Energia cinetica	
	Velocità differenziale	
	Impatto: spazio di arresto più corto	
	Statistica	
	Urto frontale	
	Urto offset	
	Urto laterale	
	Urto posteriore	
	Secondo impatto	
	Dopo la collisione	
5.2	Sicurezza anti-crash 51	
	Deformazione della carrozzeria in caso di urto frontale	
	Deformazione della carrozzeria in caso di urto laterale	
	Deformazione della carrozzeria in caso di urto posteriore	
	Deformazione della carrozzeria di cabriolet/roadster	
	Sistema anti-ribaltamento	
	MINI	
5.3	Protezione degli occupanti 55	
	Abitacolo	
	Interno	
	Elementi anti-crash nel piantone sterzo	
	Cintura di sicurezza	

	Fibbia solidale con il sedile	
	Riconoscimento fibbia	
	Pretensionatore	
	Limitatore di sforzo	
	Airbag	
	Smart airbag	
	Airbag lato guida	
	Airbag lato passeggero	
	Airbag laterali anteriori	
	Airbag laterale posteriore	
	Airbag per la testa AHPS	
	Airbag laterale e per la testa	
	Protezione laterale nel sedile	
	Poggiatesta attivi	
5.4	Protezione di partner e pedoni	62
	Compatibilità	
	Pedoni	
6.	Fase 5 – Dopo l'incidente	63
	Alimentazione sicura del carburante e impianto elettrico	
	Morsetto batteria di sicurezza SBK	
	Disattivazione pompa carburante	
	Interventi immediati	
	Chiamata di emergenza automatico/manuale	
7.	Uno sguardo al futuro imminente	65
	Integrated Chassis Management ICM	
	Electronic Brake Management e Brake by Wire	
	ConnectedDrive – interazione tra pilota, auto e ambiente	
	Lotta al colpo di sonno: l'assistente di veglia	
	Visione notturna	
	BMW Night Vision	
	Assistente luce di profondità: viaggiare con gli abbaglianti	
8.	Glossario	74
9.	Norme e rating per crash test	77

1. Introduzione

La sicurezza attiva di un veicolo è determinante per gli esiti di una situazione critica, se segue un incidente o no. Non può certamente sostituirsi alle capacità di guida ed alle responsabilità del guidatore, ma può indubbiamente influenzarla in ogni situazione dinamica immaginabile, attraverso il comportamento sicuro, durante la frenata, con un aumento del regime motore in fase di sorpasso oppure assicurando un posto di guida che faciliti la concentrazione sul traffico. Questa perfetta interazione tra il guidatore, la macchina e l'ambiente che la circonda è la migliore premessa per evitare incidenti.

La sicurezza dell'automobile viene a sproposito spesso definita in termini riduttivi come il comportamento al momento di un crash. Questo invece è soltanto uno dei molteplici aspetti, anche se è preferibile non dover mai affrontare una tale situazione. L'intenzione prioritaria deve di conseguenza essere quella di evitare situazioni che possano portare ad un incidente.

Traffico stradale più sicuro

In Germania, fino alla fine degli anni Sessanta il numero delle persone morte per incidenti stradali è cresciuto quasi parallelamente al parco circolante, mentre da allora decresce costantemente, pur non esistendo limiti di velocità per le autostrade e aumentando le percorrenze chilometriche. Infatti, oggi il numero dei morti per incidenti è notevolmente inferiore al dato registrato all'inizio della motorizzazione di massa negli anni Cinquanta e Sessanta. Dal 1970, anno che ha registrato il maggior numero in assoluto di persone coinvolte in incidenti stradali, il numero dei feriti gravi si è dimezzato e il numero dei morti si è ridotto a un terzo (da 19.000 all'anno a circa 7.000). Questo è il successo di una coerente politica della sicurezza realizzata nel settore della costruzione stradale e dello sviluppo automobilistico. Il BMW Group, produttore consapevole della propria responsabilità nei confronti della società, ha da sempre assunto un ruolo di leadership in questo campo.



Sicurezza attiva

L'attenzione principale del BMW Group è focalizzata sulla sicurezza attiva, ovvero quel pacchetto di misure che deve contribuire a evitare gli incidenti. Questo campo ha un grande potenziale di sviluppo valorizzabile ad esempio con i sistemi di assistenza alla guida. A tale scopo è indispensabile individuare in una prima fase i fattori che influenzano il guidatore. Tra questi figurano la guida in quanto tale, la situazione del traffico, le caratteristiche della macchina e l'ambiente in cui essa si muove. Non si deve infatti sottovalutare l'impatto di questi fattori sul comportamento alla guida. Si tratterà di dare loro il giusto peso per poter reagire con componenti capaci di assistere il guidatore.

Una sensorica molto raffinata esegue il monitoraggio del rapporto «veicolo-ambiente» (ovvero strada, realtà orografica e altri utenti della strada). I sistemi oggi disponibili sono già in grado di riconoscere e correggere gli errori del guidatore. Infatti, molti sono gli errori «operativi» che nascono al momento della scelta ed elaborazione di determinate informazioni nonché come reazione.

Nell'ambito della sicurezza attiva esistono però anche sviluppi che a prima vista sembrano essere completamente estranee a questo campo. Si tratta di aspetti quali la configurazione ergonomica dei comandi, la posizione comoda sul sedile, la buona climatizzazione e la bassa rumorosità che invece sono fondamentali per evitare di distrarre il guidatore e contribuire, di conseguenza, alla sicurezza attiva.

Sicurezza passiva

Si tratta di quegli strumenti capaci di ridurre al minimo per gli occupanti le conseguenze negative di un incidente. Ai fini di un corretto approccio si parte dall'ipotesi che l'incidente sia inevitabile, cercando poi di risparmiare il peggio agli occupanti. In tale situazione interagiscono tutti gli elementi della sicurezza che possono proteggere gli occupanti durante e dopo l'incidente.

Tra questi innanzitutto l'abitacolo, spesso definito anche spazio di sopravvivenza. Per renderlo sicuro è indispensabile disegnare una struttura capace di assorbire una parte possibilmente grande dell'energia d'impatto. Ci sono poi naturalmente le cinture, il pretensionatore e il limitatore di sforzo. E infine il sistema di airbag che completa l'insieme dei sistemi di sicurezza utili in caso di collisione.

La sicurezza passiva, tuttavia, non è solo la somma dei particolari elencati. È paragonabile a un puzzle che diventa un'opera d'arte soltanto quando i singoli tasselli contribuiscono a creare un quadro completo usufruendo delle esperienze e capacità delle persone interessate.

Sistema di sicurezza BMW

Durante lo sviluppo dei modelli del BMW Group l'obiettivo prioritario in assoluto è sempre la sicurezza. La filosofia del BMW Group definisce la sicurezza come l'interattività affidabile tra i componenti attivi e passivi, completati dalla protezione del veicolo come bene economico.

Non è dunque limitata a singoli componenti, ma il risultato di una sofisticata formula globale nella quale la macchina nel suo insieme rappresenta il sistema di sicurezza. Questo approccio è realizzato con la massima coerenza. Solo una guida sicura è capace di trasmettere il genuino piacere di guidare.

Un piacere che vede al centro ovviamente il guidatore; egli resta l'attore responsabile di tutte le manovre da lui eseguite. Un altro tassello del sistema sono i comandi ergonomici nonché la sensibilità e prevedibilità delle reazioni dell'automobile.

Sarebbe però riduttivo limitarsi alla mera addizione dei componenti. La medesima importanza riguarda la perfetta qualità, sia del progetto che della costruzione e del materiale. Un sistema ABS, che non funziona con la precisione dovuta nel momento decisivo, può perdere addirittura la sua funzione di salva-vita. Una zona ad assorbimento può risultare completamente inefficace, se configurata per un'unica tipologia di impatto. Le cinture di sicurezza possono perdere col tempo la loro funzione protettiva, se non sono resistenti all'invecchiamento. E ancora: un abitacolo estremamente robusto può addirittura trasformarsi in un rischio non calcolabile, se negli scatolati si forma ruggine.

La sicurezza a bordo di un'automobile è un compito di grande responsabilità: è una filosofia che spazia dall'idea alla progettazione, alla catena di montaggio e oltre.

2. Fase 1 – Guida acritica

2.1 Autotelaio/motore/freni

Autotelaio

I componenti delle sospensioni dei veicoli del BMW Group sono configurati in modo – usando una metafora – da «allungare i sensi umani fino al fondo stradale». L'interazione tra carrozzeria rigida e assi di cinematica definita garantisce la stabilità di marcia e le ottime qualità di riallineamento.

Sulle BMW, che hanno sempre la trazione posteriore, la ripartizione delle masse è di 50:50. Ciò significa che sia sul treno anteriore che su quello posteriore poggia la stessa massa. Tale distribuzione uniforme è fondamentale per l'assetto equilibrato, riduce le reazioni alle variazioni di carico, assicura un buon handling e una valida trazione. La macchina rimane sempre facilmente controllabile in curva e su fondi irregolari.

L'equilibrata distribuzione delle masse si fa sentire positivamente anche in frenata. La grande efficacia e la resistenza al fading si esprimono in spazi di frenata corti, anche in caso di condizioni sfavorevoli. Un altro aspetto della sicurezza dell'autotelaio BMW è la carreggiata larga. Le forze trasversali incontrano una leva più corta, per cui la macchina conserva il suo buon comportamento anche in curva.

La carreggiata larga e le conseguenti qualità in curva caratterizzano la MINI che vanta la trazione anteriore. Il suo passo lungo (le ruote si trovano in pratica ai quattro angoli della macchina) le regalano una buona stabilità di traiettoria e garantiscono un elevato comfort vibrazionale che, in ultima analisi, serve ad assicurare la condizione fisica del guidatore.

Motore

La potenza del motore è perfettamente trasformata in dinamica dai rapporti precisi di trasmissione. I propulsori non sono solo potenti ma dispongono anche di una robusta curva di coppia e adeguate riserve in accelerazione. È infatti la coppia di propulsione a definire la grinta disponibile alle ruote motrici. Un'elevata coppia abbrevia le manovre di sorpasso e le rende più sicure.



Freni tradizionali

I freni sono l'elemento chiave per la sicurezza attiva: devono avere risposta pronta e regolare nonché essere efficienti anche sotto carico costante. Il BMW Group usa esclusivamente freni a disco. Nelle lunghe discese in montagna con la macchina caricata fino al limite essi mostrano elevate riserve. Ciò è una conseguenza delle dimensioni generose e dell'ottima ventilazione dei dischi. I dischi grandi sono più sollecitabili di quelli piccoli, perché l'energia frenante si trasforma direttamente in calore.

Tra le fasi più importanti della progettazione figura la perfetta taratura dei componenti di un impianto frenante e di esso con il modello interessato. I dischi e le pastiglie formano un gruppo funzionale unico, i cui componenti vengono testati, perfezionati e ottimizzati durante il ciclo di sviluppo di una nuova automobile. Per ogni modello progettato è sviluppato un tipo dedicato di dischi, da sintonizzare con la massima precisione con la caratteristica delle sospensioni, del motore e della massa dell'auto. Solo così si possono garantire un eccellente effetto frenante e una durata massima dell'impianto in tutte le condizioni operative.

I dischi devono, ad esempio, essere costruiti in materiale di assoluta affidabilità in quanto a effetto frenante e resistenza. Il materiale base è la ghisa grigia carbocementata che assicura resistenza allo strappo, stabilità dimensionale, eccellente resistenza al calore (fino a 900 gradi Celsius senza compromettere l'effetto frenante), decelerazione ottimale anche in condizioni estreme nonché ottimo comfort frenante senza rumori o sfregamento.

Freno automatico di parcheggio

Il freno di parcheggio (di serie in prima mondiale sulla BMW Serie 7) è costituito da un impianto automatizzato. A motore spento il freno a mano (un utile aiuto per il guidatore) è attivato da un sistema servoassistito elettromeccanico, mentre durante la marcia la funzione è idraulica. Il freno di parcheggio è attivato con il tasto incassato nella plancia.

Il freno di parcheggio non è tuttavia solo una comoda sostituzione del tradizionale freno a mano meccanico, ma offre anche altre possibilità innovative. La funzionalità «Automatic Hold», ad esempio, è una semplificazione attiva della guida nel traffico «stop and go» nonché nelle partenze in salita. Quando la macchina si ferma, la funzionalità «Auto P» ferma automaticamente la macchina con l'intervento del sistema idraulico del Dynamic Stability Control DSC. La funzione è utile al guidatore che non deve più badare ad evitare il fenomeno tipico dello scorrimento al minimo e della retrocessione nelle partenze in salita. La funzionalità è visualizzata con una spia nella plancia.

Un'altra funzionalità innovativa del freno di parcheggio è la cosiddetta frenata dinamica di emergenza, ovvero frenare la macchina fino al suo completo arresto con l'intervento del freno di parcheggio. Per attivare questa funzione il guidatore deve tenere premuto il tasto del freno di parcheggio. Contrariamente al tradizionale freno di stazionamento a mano, in questo caso il sistema idraulico del DSC (LINK: Dynamic Stability Control DSC) genera forza frenante alle quattro ruote. Grazie al monitoraggio di ABS e DSC la macchina conserva gli sforzi trasversali e non parte di coda, come talvolta può succedere in caso di frenata eccessivamente forte con il freno tradizionale. Il sistema idraulico del DSC genera decelerazioni decisamente superiori a quelle raggiunte con il freno a mano.

Sterzo

Una delle premesse fondamentali per una guida sicura è la precisione dello sterzo. Questa suppone una resistenza «tangibile» allo sterzo e una forza sufficiente di riallineamento, affinché il guidatore riceva un feedback possibilmente immediato dal fondo stradale e dall'assetto. Infatti, un servosterzo troppo confortevole, gestibile con due dita a qualsiasi velocità, può portare a situazione estremamente pericolose.

Il servosterzo ha il compito di ridurre ad una misura ragionevole i momenti di sterzata. Mentre al volante la forza da esercitare senza l'effetto servo può raggiungere anche 40 Nm, il servo riduce il carico a circa 5 Nm, e il Servotronic addirittura a 2 Nm.

Contrariamente al servosterzo tradizionale, il Servotronic genera la pressione frenante richiesta sempre per la velocità di marcia istantanea. Alle basse velocità è maggiore per facilitare il guidatore nelle manovre di parcheggio. Alle alte velocità invece è minore, affinché eventuali comandi involontariamente bruschi al volante non provochino lo sbandamento. Questo potrebbe generare oscillazioni che, nella peggiore delle ipotesi, si potenziano e causano l'instabilità della macchina.

2.2 Sicurezza percettiva

Vedere e farsi riconoscere

Una premessa fondamentale per la guida sicura è da un canto la perfetta visibilità e dall'altro il rapido riconoscimento reciproco tra gli utenti della strada. Per soddisfare questi requisiti i veicoli del BMW Group hanno superfici vetrate possibilmente grandi per permettere un'eccellente visibilità in tutte le direzioni (313 gradi), un efficace sistema di lavaggio e tergitura, specchietti retrovisori regolabili nonché efficienti gruppi ottici. Tutti i modelli sono equipaggiati di tergicristalli che puliscono almeno l'87 per cento del parabrezza. Il lunotto riscaldabile (di serie per tutti i modelli di tutte le gamme) assicura una buona visibilità posteriore.

2.2.1 Vedere/visibilità

Proiettori

Negli anni Ottanta la BMW è stata leader presentando sul modello 750i la tecnologia allo xeno per gli anabbaglianti. Il perfezionamento di questa tecnologia ha portato allo sviluppo del bi-xeno (opzionale) che si estende anche agli abbaglianti. Basta guardare le statistiche per capire che una buona illuminazione della strada aiuta in situazioni critiche: circa il 40 per cento degli incidenti gravi avviene durante la notte, mentre gli spostamenti notturni rappresentano meno del 20 per cento delle percorrenze complessive.

Flexible Light Control FLC (opzionale)

Il sistema è dotato di due sensori nel parabrezza che riconoscono le condizioni di visibilità e, al crepuscolo o in caso di buio, accende immediatamente i fari anabbaglianti. Ciò serve a migliorare la condizione fisica e l'attenzione del guidatore, perché – senza richiedere un suo intervento attivo – assicura l'illuminazione sufficiente anche all'entrata in galleria, nel parcheggio sotterraneo oppure in caso di pioggia e neve. Il Flexible Light Control, ovvero la luce crepuscolare, non può ovviamente sostituire il giudizio soggettivo del guidatore. In caso di nebbia – situazione atmosferica non riconoscibile dai sensori – il guidatore dovrà sempre accendere manualmente i fari.

Proiettori con luce bi-xeno (opzionali)

Questa innovativa illuminotecnica valorizza le straordinarie qualità delle lampade xeno sia per gli anabbaglianti che per i fari di profondità. Per variare la profondità viene posto elettromagneticamente un diaframma nel fascio luminoso.

All'interno della lampada a xeno, che ha una tensione di ca. 10.000 volt, il gas nobile innescato (con la tecnica della scarica) genera un flusso luminoso pari a oltre il doppio di una tradizionale lampada alogena. Nei proiettori anteriori quest'ultima rende all'incirca 1.200 lumen, mentre i sistemi allo xeno superano addirittura 3.000 lumen (unità di misura del flusso luminoso). La qualità della luce più lunga e uniforme della strada è molto simile a quella diurna, sia direttamente davanti alla macchina che in profondità.

Resta invariata la collaudata tecnologia ellissoidale per gli anabbaglianti. Questa tecnica si basa sul principio del proiettore per diapositive nel quale un particolare diaframma sostituisce la diapositiva. Il fascio luminoso di contorno molto nitido migliora visibilmente l'illuminazione della carreggiata.

Regolazione dei fari – dinamica e velocità dipendente

La regolazione dinamica dei fari è prescritta per tutti i veicoli equipaggiati di proiettori allo xeno per escludere di abbagliare il traffico in contromano. Appositi sensori rilevano l'angolo di inclinazione del corpo macchina e adattano automaticamente l'orientamento dei proiettori. Quando in frenata, ad esempio, il muso della macchina si abbassa, i gruppi ottici si alzano per compensare immediatamente la variazione dell'assetto. Pur cambiando l'assetto della macchina, la strada resta sempre ben illuminata e il traffico in contromano non è abbagliato.

La regolazione dei proiettori varia anche in funzione della velocità di marcia. Infatti, quando la macchina corre a velocità sostenuta i proiettori si aggiustano per assicurare la migliore visibilità possibile, senza naturalmente abbagliare gli altri utenti della strada.

Adaptive Light Control ALC (opzionale)

In passato non era possibile illuminare le curve. Durante le ore notturne il campo visivo del guidatore era, di conseguenza, molto limitato. Non era in sostanza possibile realizzare una guida previdente nel vero senso della parola.

Diverse ricerche hanno dimostrato che, grazie ai fari orientabili, aumenta del 34 per cento la riconoscibilità di oggetti presenti sulla sede stradale. Nelle curve lunghe e al momento di una svolta il sistema «scopre» le necessarie informazioni sull'andamento della strada o la presenza di ostacoli, migliorando del 90 per cento l'illuminazione della carreggiata.

Un altro aspetto importante ai fini della sicurezza è che i fari adattativi ALC non abbagliano il traffico in contromano. Il fascio luminoso si orienta preferibilmente sul bordo della strada e non sulla carreggiata opposta. Il sistema ALC osserva naturalmente tutte le norme di legge e resta inattivo, quando la macchina è ferma oppure in retromarcia.

L'elemento base dei fari orientabili è il modulo di regolazione orizzontale della luce bi-xeno abbagliante ed anabbagliante. Un motore passo-passo comanda il questo meccanismo. Lo spostamento è comandato da una centralina che considera tre segnali: la velocità, l'angolo di sterzata e l'accelerazione laterale. Se abbinato al sistema BMW di navigazione, l'ALC sarà in futuro capace di «intuire» la traiettoria ed illuminare le curve, ancora prima che il guidatore inizi a girare il volante.

Impianto lavafari (opzionale)

I gruppi ottici anteriori sono lavati, quando i fari sono accesi e il guidatore agisce sull'apposito comando. Gli ugelli ad alta pressione e riscaldabili puntano sui fari abbaglianti ed anabbaglianti, assicurando la luminosità ottimale e migliorando a questo modo la visibilità attiva e passiva – anche quando le temperature sono sotto zero.

Retrovisori esterni

Tutti i veicoli del BMW Group hanno di serie due retrovisori esterni regolabili elettricamente. Questa è la premessa ottimale per creare un campo visivo posteriore ottimale. Gli specchietti sono realizzati con la tecnica c.d. a banda larga che amplia molto il campo visivo. Gli speciali retrovisori grandangolari eliminano il pericoloso «angolo morto».

Retrovisori a sbrinamento automatico

Il riscaldamento elettrico provvede allo sbrinamento in caso di appannamento o gelo. Una pellicola applicata sul retro dello specchietto regola, attraverso una resistenza interna variabile, l'assorbimento d'energia elettrica del sistema. Perfino a temperature molto basse i retrovisori sono rapidamente sbrinati.

Retrovisori esterni e interno a scatto giorno/notte automatico (opzionali)

Durante le ore notturne le luci delle macchine che seguono possono dare fastidio nei retrovisori e addirittura abbagliare. I retrovisori, interno ed esterni, a scatto giorno/notte automatico evitano questa problematica e migliorano così la condizione fisica e la concentrazione dell'automobilista.

Una fotocellula incassata nella base del retrovisore interno misura l'intensità della luce davanti alla macchina. Il dato così rilevato è confrontato, attraverso un sistema elettronico, con l'intensità della luce nella parte posteriore.

La differenza di questi due valori definisce l'entità della tensione inviata allo strato elettrocromico. Si tratta di una struttura a due pellicole, tra le quali si trova un liquido. Quando questi dati di tensione variano, le particelle nello strato gelificato reagiscono chimicamente, adattando progressivamente il retrovisore.

Lo stesso principio di misura e comando è applicato anche ai retrovisori esterni.

Parabrezza con striscia verde (opzionale)

La striscia di colore verde lungo il bordo superiore del parabrezza riduce l'impatto diretto dell'irraggiamento solare, evitando a questo modo anche l'effetto abbagliante, senza tuttavia compromettere la necessaria trasparenza del vetro.

Head Up Display (opzionale)

Si tratta di un'immagine virtuale con un importante contributo alla sicurezza attiva, perché trasporta informazioni fondamentali alla guida nel campo visivo primario del guidatore, senza che questi debba togliere lo sguardo dalla sede stradale. L'immagine virtuale è generata da un impianto incassato nel cruscotto che proietta la videata sul parabrezza speciale. L'immagine è visualizzata all'incirca a livello del cofano motore.

Nel Head Up Display si leggono informazioni importanti nelle diverse situazioni dinamiche: p.es. dati di navigazione, informazioni ACC, velocità istantanea e avvisi lanciati automaticamente da diversi sistemi presenti a bordo della macchina. A parte la velocità di marcia, le altre segnalazioni sono temporanee, ovvero spariscono non appena viene meno la loro importanza. La leggibilità del Head Up Display dipende fundamentalmente dal contrasto tra la sua luminosità e quella dello sfondo. A tal fine l'intensità luminosa dello sfondo è rilevata dal sensore crepuscolare/pioggia.

Grazie alla luminosità adattata alla situazione reale, il guidatore legge le informazioni proiettate nel suo campo visivo con maggiore chiarezza ed è meno distratto. Per leggere le segnalazioni di una plancia tradizionale è indispensabile cambiare la direzione dello sguardo e, inoltre, l'occhio deve continuamente adattarsi tra i campi vicino e lontano. Ciò distrae, seppure per pochi istanti, il guidatore.

Sensore pioggia RLS (opzionale)

Il sensore, posizionato al bordo interno superiore del parabrezza, comanda automaticamente gli intervalli di battuta dei tergicristalli. La frequenza di tergitura è controllata dall'umidità presente sul parabrezza. Un sensore misura la luce infrarossa emessa da un diodo e successivamente riflessa. Si rende così superfluo il comando manuale dei tergicristalli, indipendente-mente dall'intensità della pioggia.

2.2.2 Riconoscibilità

Controllo funzionale dei gruppi ottici posteriori

Il buon funzionamento di ogni lampadina è testato periodicamente con un brevissimo impulso di tensione. Se l'impulso non dovesse ritornare, il sistema capisce che una lampadina è guasta. La relativa segnalazione avviene anche a luci spente. In questo caso alla lampadina guasta si sostituisce automaticamente la camera più vicina, ad es. la luce di stop.

Brake Force Display BFD

La superficie e la luminosità delle luci di stop variano in funzione dell'intensità di frenata. Infatti, questo sistema a funzionamenti dinamico avverte il guidatore nella macchina che segue dell'intensità della frenata.

Al momento di una frenata normale si accendono le luci di stop. Quando invece la frenata è particolarmente forte o addirittura con attivazione dell'ABS, cresce la superficie luminosa dei gruppi ottici perché sono attivati alcuni dei loro segmenti supplementari. La superficie rossa maggiore è intuitivamente interpretata come un segnale d'allarme. Il guidatore che segue riesce a reagire più velocemente e ad accorciare lo spazio di frenata. Ciò contribuisce a ridurre l'eventuale rischio di tamponamento.

Il Brake Force Display è attiva a partire da una velocità di circa cinque chilometri orari. Il sistema si avvale dei segnali dell'ABS. Qualora venisse superato il valore soglia precedentemente definito, un segnale è mandato al centro luci che, in caso di frenata di emergenza, attiva in aggiunta un segnale supplementare.

Luci di stop velocissime

Se si vogliono prevenire i tamponamenti è fondamentale avvertire quanto prima gli altri utenti della strada. Le Serie 7, Serie 3 e le nuova Serie 5 sono equipaggiate di luci posteriori e di stop in tecnica led 3D trasparenti. I led non hanno solo il pregio di essere molto luminosi, ma si accendono praticamente senza alcun ritardo – approssimativamente entro un millisecondo. Le lampadine ad incandescenza invece, per accendersi impiegano diversi decimi di secondo.

2.3 Condizione fisica/ sicurezza dei comandi

Incidente sì o no – spesso ciò dipende unicamente dai riflessi del guidatore. Ai fini della sicurezza attiva è fondamentale riuscire a garantire la condizione del guidatore. Il comfort di marcia e l'ergonomia sono i due fattori essenziali a tale proposito.

Le automobili del BMW Group sono costruite in modo da permettere al guidatore di concentrarsi completamente sul traffico. Una caratteristica di tutti i veicoli del BMW Group è la disposizione ergonomica e logica di tutti i comandi. L'obiettivo è di conservare, anche nei lunghi viaggi, la prontezza dei riflessi affinché la persona al volante sia in grado di captare le informazioni provenienti dall'ambiente che lo circonda e di reagire in modo adeguato.

iDrive

Su un cruscotto tradizionale la grande varietà di funzionalità disponibili porterebbe inevitabilmente ad un numero intollerabile di comandi e pulsanti. Il BMW Group ha ideato una struttura innovativa per tutti gli elementi dell'interfaccia uomo-macchina – ovvero dei canali funzionali e informativi tra il guidatore e la sua automobile.

Le funzioni base, importanti per la guida e la sicurezza, sono state «avvicinate» al guidatore. Tutte le funzioni necessarie per la guida sono effettivamente disposte intorno al volante. Le funzioni base secondarie (ad es. regolazione temperatura, regolazione volume e sintonizzazione car audio) sono raccolte nel cruscotto e gestite con comandi di tipo tradizionale. Tutte le altre funzioni sono invece attivate in dialogo tra il Controller (un comando multifunzione nella consolle centrale) e il Control Display nel centro della plancia.

Piantone sterzo

Il piantone sterzo può essere registrato, a seconda del modello, in modo meccanico, parzialmente elettrico oppure completamente elettrico (optional). La posizione del volante può essere adattata secondo le preferenze personali, lasciando così una vista ottimale sulla strumentazione.

Sedili

I sedili sono praticamente il collegamento tra la strada, la carrozzeria e l'uomo. In parole molto scarse si potrebbe affermare che l'uomo è seduto su un sistema composto da tre molle disposte in serie: l'uomo molleggiato sul sedile, questo ancorato molleggiato alla carrozzeria appoggiata sugli assi anteriore e posteriore, molleggiati dagli pneumatici. Queste tre «molle» devono essere perfettamente tarate tra di loro.

Per poter controllare validamente un'automobile è fondamentale assumere una posizione seduta rilassata e anatomicamente corretta. Questa è la filosofia seguita durante la progettazione di tutti i sedili del BMW Group: offrono un comfort ottimale e un buon sostegno del tronco. In quanto a funzionalità i sedili del BMW Group sono tra i migliori del mondo.

Comfort sul sedile

La progettazione dei sedili tiene in particolare conto il comfort nei lunghi viaggi. Per questa ragione hanno imbottiture più rigide per evitare fenomeni di affaticamento. Naturalmente si punta anche ad una geometria confortevole della superficie del sedile. Particolarmente importante a tale proposito è che dopo diverse ore di viaggio resti salvaguardata la circolazione sanguigna. Una distribuzione possibilmente uniforme della pressione tra schienale e seduto favorisce quest'effetto che ha riflessi positivi per l'attenzione della persona alla guida. Anche il clima del sedile ha la sua parte del comfort. Infatti, la scelta e l'accostamento oculato dei materiali nonché l'ossatura giusta del sedile favoriscono lo scambio d'aria nel sedile.

Oltre alla ripartizione della pressione è importante anche la posizione al volante. Si tratta di un insieme formato dall'inclinazione confortevole dello schienale, dalla posizione seduta corretta (regolabilità del volante) e dalla vista ottimale sulla strada. Si ha la posizione giusta viene quando lo schienale è leggermente inclinato, evitando la compressione dei dischi intervertebrali.

Un sedili può raggiungere soltanto il comfort consentito dal suo ambiente. L'interazione tra il guidatore, il sedile e l'abitabilità sono determinanti per il comfort. In questi termini hanno priorità assoluta la raggiungibilità degli strumenti, del volante e dei pedali.

Supporto lombare (opzionale)

I segmenti elettricamente variabili dello schienale aumentano il comfort e servono da supporto efficace del rachide. La regolabilità in piccolissimi passi, sia in altezza che in profondità, permette di registrare la corretta posizione. L'appoggio nella parte lombare e per il bacino serve ad evitare, o comunque ad alleviare, i dolori alla schiena.

Sedile comfort multifunzione (opzionale)

Il sedile comfort, in grado di memorizzare due posizioni, ha diverse funzionalità regolabili elettricamente: lunghezza, altezza e inclinazione dello schienale. Con il comando di regolazione del terzo superiore è possibile personalizzare la larghezza dello schienale. Si può inoltre adattare la profondità del sedile e il supporto lombare alle proprie preferenze. L'altezza dei poggiatesta è registrata automaticamente, ma può essere anche corretta manualmente. Come i moderni sedili degli aeroplani, anche questo sedile ha un guanciale variabile.

Il sedile comfort multifunzione assicura inoltre una tenuta ottimale durante la guida impegnativa. A tale fine è possibile adattare la parte laterale dello schienale alle preferenze del pilota. Il supporto lombare pneumatico, di serie, è regolabile in altezza e in profondità. Il sistema variabile delle camere d'aria è positivo per la colonna vertebrale e favorisce la postura perfetta del guidatore.

Poggiatesta attivi (opzionali)

In caso di tamponamento un elemento importante del sedile comfort multifunzione è il poggiatesta ad attivazione pirotecnica per evitare traumi al rachide e colpi di frusta. In caso di urto posteriore (LINK: Urto posteriore) il poggiatesta si sposta in avanti. La velocità di attivazione è tale da far raggiungere al poggiatesta la posizione di finecorsa prima che venga a contatto con la testa della persona.

Ventilazione attiva del sedile (opzionale)

Diversi ventilatori assiali, integrati nello schienale e nel cuscino, convogliano l'aria nel sedile. Dopo la distribuzione «a tappeto» all'interno del sedile, l'aria attraversa il riscaldamento del sedile e le fodere in pelle perforata per arrivare alla superficie del seduto. L'umidità viene allontanata, per cui non si forma un cuscino di calore sul sedile; il guidatore si sente meno affaticato.

Sedile attivo (opzionale)

Per evitare i fenomeni di affaticamento e dolori alla schiena il BMW Group ha sviluppato, in collaborazione con medici specialisti di ortopedia, una funzione attiva per il sedile comfort. Quando per periodi prolungati manca il movimento sorgono dolori in zona lombare che portano il guidatore a «scivolare» in modo incontrollato sul sedile con conseguente riduzione della sicurezza di guida. Diversi studi hanno dimostrato che il sollevamento alternante del bacino è positivo per il settore lombare della colonna vertebrale. Per questo motivo il sedile attivo solleva, alternando tra destra e sinistra, il cuscino del sedile con un determinato ritmo, modificando in questo modo la posizione del bacino. Come nel caso della deambulazione normale, la muscolatura tronco-lombare subisce una sollecitazione e un successivo rilassamento. Osservare una «posizione seduta dinamica» è una delle richieste degli specialisti di ergonomia che qui è stata realizzata e porta ad una guida più concentrata.

Climatizzatore (opzionale)

Temperature piacevoli ed una buona qualità dell'aria nell'abitacolo migliorano il benessere di tutti gli occupanti, ma soprattutto la concentrazione e i riflessi del guidatore. L'impianto di climatizzazione (quasi sempre di serie nelle automobili del BMW Group) può così essere fondamentale in situazioni critiche.

Il volume e la distribuzione dell'aria sono regolati manualmente.

Come in un frigorifero, il raffreddamento dell'aria avviene con il normale ciclo (compressore, condensatore, valvola d'espansione, evaporatore).

Nel compressore viene compresso il liquido refrigerante, successivamente mandato al condensatore, che cede calore all'esterno. Nella valvola di espansione il freon si dilata e si raffredda sensibilmente. Il freon freddo allo stato liquido evapora nell'evaporatore, sottraendo all'aria mandata nell'abitacolo il calore e raffreddandola di conseguenza. In caso di attivazione della funzione riscaldamento e climatizzazione, l'aria fresca aspirata è deumidificata: i vetri non si appannano più così rapidamente.

Climatizzatore automatico (opzionale)

La temperatura nell'abitacolo raggiunge automaticamente il valore impostato. Sia temperatura che la distribuzione e il volume d'aria sono controllabili separatamente per il lato destro e sinistro. L'orientamento del flusso d'aria e il suo volume possono essere comandati a mano o automaticamente.

La possibile stratificazione dell'aria tiene in debito conto il fatto fisiologico che un flusso d'aria fresca verso la zona della testa e del busto può eventualmente essere più fastidioso rispetto a quello che «colpisce» la zona del bacino e dei piedi. Tutti i comandi sono raggruppati e facilmente raggiungibile sia per il guidatore che per il passeggero. Le preferenze personali sono memorizzabili e richiamabili al momento opportuno. La funzione «Raffreddamento max» permette di rinfrescare entro brevissimo tempo l'abitacolo di una macchina rimasta esposta al sole rovente.

Parabrezza clima-comfort (opzionale)

Esso riduce sensibilmente l'effetto dell'irraggiamento solare. Contrariamente a quelli tradizionali, lo strato speciale di questo vetro riflette una percentuale maggiore dei raggi infrarossi. Si riduce così il riscaldamento dell'abitacolo dovuto ai raggi solari. L'effetto è la conseguenza del sottile e trasparente strato anodizzato. I raggi infrarossi sono riflessi da questa sottile lamina metallica.

Vetratura clima-comfort (opzionale)

Tutti i vetri della macchina (e non solo il parabrezza) hanno isolamento termico, che riduce la temperatura interna fino a 10 °C, pari a circa il 20 per cento.

Avvolgibili parasole per lunotto e vetri laterali posteriori (opzionali)

A richiesta è possibile equipaggiare le due porte posteriori delle Serie 5 e Serie 7 di parasole a comando elettrico per ridurre l'effetto dei raggi solari. In questo caso ogni porta ha due avvolgibili, uno per la finestra e l'altro per il triangolo. Gli avvolgibili sono in tessuto trasparente che riduce il riscaldamento dell'abitacolo.

Microfiltro (opzionale)

L'intero volume di aria fresca deve obbligatoriamente attraversare un filtro costituito da un materassino di TNT caricato elettrostaticamente. Ciò permette di catturare particelle di dimensioni microscopiche, quali pollini, polvere, fuliggine e germi patogeni, affinché entri nell'abitacolo soltanto aria pulita. A soggetti allergici questo risparmia nuove crisi, almeno durante il viaggio in macchina.

Ricircolo automatico dell'aria AUC (opzionale)

Qualora l'aria ambiente dovesse contenere una percentuale eccessivamente elevata di sostanze inquinanti, il sistema commuta automaticamente al ricircolo per evitare che il guidatore venga molestato da cattivi odori. A tal fine sono monitorati le percentuali presenti nell'aria di monossido di carbonio, ossido d'azoto, idrocarburi ed etanolo. Quando uno di questi parametri venisse superato, l'afflusso di aria fresca è temporaneamente interrotto. Dopo dodici minuti il sistema ritorna automaticamente, per almeno un minuto, al funzionamento con afflusso di aria fresca per garantire l'entrata di un volume sufficiente di ossigeno.

Insonorizzazione

Le macchine del BMW Group hanno sistemi di insonorizzazione sofisticati per ridurre il fastidio provocato dalla rumorosità esterna e dal motore. Infatti, maggiore è il silenzio minore è lo stress e, di conseguenza, migliori sono i riflessi.

2.3.1 Sistemi di assistenza e comfort

Active Cruise Control ACC (opzionale)

Tutti conoscono questa situazione: nel traffico rallentato ci innervosiamo perché dobbiamo continuamente accelerare e frenare. L'Active Cruise Control (ACC) è basato sul cruise control tradizionale in una versione perfezionata. Aiuta il guidatore ad osservare le giuste distanze e la velocità. Nel traffico denso in colonna, ad esempio su autostrade o statali, ACC regola automaticamente la distanza dal veicolo che precede. La velocità di crociera si adatta al flusso del traffico senza che il guidatore debba interessarsi di correggere continuamente la propria velocità. Per il guidatore ne risulta un maggiore comfort di guida e di comando, conserva più a lungo la sua forma e reagisce meglio in situazioni critiche, perché le variazioni della velocità della macchina che precede non passano inosservate, ma sono registrate, e addirittura segnalate, dalla reazione della propria macchina.

Una levetta sul piantone sterzo serve ad attivare l'ACC. Prima si sceglie la velocità (tra 30 e 180 km/h), e successivamente una delle quattro distanze da osservare rispetto al veicolo che precede. Durante la marcia il sensore posizionato nel frontale manda segnali radar che vengono riflessi dalle macchine che precedono. In base ai segnali così captati il sistema calcola continuamente la distanza, la velocità differenziale e la posizione laterale della macchina. Il sensore capta solo oggetti che si trovano nella traiettoria di marcia fino a una distanza di 150 metri.

Se sulla propria carreggiata si trova un veicolo più lento, l'ACC interviene a seconda della distanza impostata. Non appena la carreggiata si libera oppure il guidatore cambia corsia, il sistema accelera, senza intervento del guidatore, finché non avrà raggiunto la velocità impostata. Se non vi è macchina sulla traiettoria, la velocità è mantenuta, come nell'impianto cruise control tradizionale.

Il sistema di assistenza ACC decelera al massimo con 2 m/s². Ciò significa che il guidatore dovrà intervenire attivamente, quando la situazione richiede una frenata più decisa. L'ACC avverte il guidatore di questa situazione con un segnale ottico e acustico. La responsabilità resta sempre del guidatore, che può «escludere» il sistema in qualsiasi momento, accelerando o frenando.

Electronic Damper Control EDC-K (opzionale)

EDC-K varia elettronicamente l'effetto delle sospensioni, permettendo di generare forze smorzanti entro limiti definiti. Il sistema adatta progressivamente lo smorzamento alle condizioni del fondo stradale ed all'assetto della macchina. Gli ammortizzatori realizzano elettroidraulicamente un compromesso ottimale tra comfort e sicurezza.

La registrazione base è sempre morbida per assorbire meglio le irregolarità della strada. In caso di eccitazioni maggiori e di manovre critiche in termini di sicurezza aumenta l'effetto smorzante per ridurre le vibrazioni del corpo macchina. Gli ammortizzatori vengono «induriti» anche nelle fasi di accelerazione e frenata per ridurre il beccheggio. Il guidatore può scegliere tra l'assetto comfort e quello sport.

Una serie di sensori effettua il monitoraggio delle condizioni stradali e delle reazioni della macchina. I dati così captati sono elaborati da un microprocessore che invia gli appositi comandi ai solenoidi dei quattro ammortizzatori. Questi influenzano la registrazione dell'impianto idraulico responsabile della forza smorzante.

Dynamic Drive – sistema antirollio (opzionale)

Questo sistema di variazione attiva dell'assetto stabilizza il corpo macchina e provvede, al tempo stesso, all'ottimale comportamento in curva in tutte le condizioni di marcia.

Tradizionalmente i progettisti devono risolvere la conflittualità tra una buona maneggevolezza e un eccellente comfort vibrazionale. Nella guida veloce la taratura morbida e confortevole delle sospensioni ha la conseguenza che il corpo macchina si corica per effetto dell'accelerazione laterale. Per motivi di sicurezza una macchina così progettata ha un comportamento sottosterzante, dunque sembra «rifiutarsi» di iscriversi in una curva. Una taratura sportiva per contro riduce la tendenza al coricamento in curva e favorisce un assetto neutrale, ma penalizza il comfort su strade dissestate.

Il problema viene risolto dal Dynamic Drive. Due stabilizzatori attivi, posizionati all'asse anteriore e posteriore, reagiscono entro pochi millisecondi lavorando contro il rollio della carrozzeria. Un blocco valvole con sensori integrati, pompa in tandem, sensore di accelerazione laterale, centralina elettronica e altri componenti completano il Dynamic Drive. I motorini degli stabilizzatori attivi trasformano la pressione idraulica in un momento torcente e, attraverso il collegamento con la scocca, in un momento di stabilizzazione. La macchina, di conseguenza, non si corica praticamente più in curva salvaguardando la sua perfetta sterzabilità.

Dynamic Drive cambia il comportamento in curva. A velocità basse e medie le forze degli stabilizzatori all'asse anteriore e posteriore sono praticamente uguali favorendo un comportamento neutro. La macchina è sterzabile con la massima precisione. Alle velocità elevate invece il sistema effettua una stabilizzazione maggiore all'asse anteriore, per cui il comportamento diventa sottosterzante; la macchina ha un assetto sicuro in curva.

Sui rettilinei Dynamic Drive migliora il molleggio, perché gli attuatori non sono sottoposti a pressione. Gli stabilizzatori non influenzano più il molleggio base.

Electric Power Steering EPS

A differenza dei sistemi di sterzata idraulici, Electric Power Steering è un sistema elettromeccanico che il BMW Group impiega per la prima per la Z4. L'innovativo sistema sterzante migliora la manovrabilità, riducendo la trasmissione delle irregolarità dal manto stradale al volante, nonché la sicurezza di sterzata, smorzando eventuali escursioni repentine del volante.

L'EPS varia progressivamente l'effetto servo a seconda delle situazioni. Infatti, in manovra serve un notevole sforzo al volante per muovere le ruote anteriori: in questo caso il motorino elettrico assiste al massimo i comandi al volante. Si così riduce la fatica della sterzata. Con l'aumentare della velocità di marcia l'EPS riduce l'effetto servo aumentando il collegamento diretto con la strada; alle alte velocità questo incrementa anche la sicurezza. Ogni cambiamento della traiettoria è sentito dal guidatore al volante. Se incidentalmente si eseguisse un repentino strappo al volante – con l'effetto, alle alte velocità, di far sbandare la macchina – il sistema elettronico interviene, smorzando o correggendo il movimento e riducendo la potenziale tendenza al serpeggiamento.

Inoltre il sistema EPS assorbe i colpi dovute alle irregolarità del fondo stradale o ad eccentricità della ruota: la guida diventa più tranquilla. A questo modo aumenta anche il comfort e la precisione della sterzata, anche su strade con manto precario. Rimane tuttavia l'informazione autentica sulla realtà del fondo – ad esempio l'eventuale cambiamento del coefficiente di attrito –, trasmessa attraverso lo sterzo al guidatore.

L'EPS è fondamentalmente costituito da un motorino elettrico che, a seconda della situazione dinamica, attraverso un apposito ingranaggio sovrappone la propria coppia a quella dei comandi al volante.

Active Steering (opzionale)

L'innovativo sistema presentato in prima sulla nuova Serie 5 varia, attraverso un motorino elettrico, l'angolo di sterzata desiderato dal guidatore. In funzione della velocità e dell'angolo di sterzata al volante, l'Active Steering decide la reale escursione della sterzata, aumentando o riducendo l'angolo di sterzata desiderato dal guidatore.

Alle velocità basse e medie viene automaticamente aumentato l'angolo di sterzata, migliorando la maneggevolezza e il controllo rispetto ad uno sterzo tradizionale. Alle velocità medie l'Active Steering sceglie una riduzione molto più diretta del normale. L'effetto è che in curva il guidatore deve meno spesso «incrociare le braccia» e non deve più staccare le mani dal volante. In manovra (fino a 4 km/h) sono esclusi i faticosi sforzi di sterzata. Infatti, con meno di un giro volante le ruote anteriori raggiungono l'angolo di finecorsa. Alle alte velocità invece lo sterzo attivo riduce indirettamente l'angolo di sterzata migliorando la precisione di guida. Aumentano così la stabilità e la regolarità dinamica. I veloci cambi corsia in autostrada sono privi di dondolio, perché è molto meno pronunciato il pericolo di una manovra «a strappo».

L'interazione elettronica con il DSC (LINK: [Dynamic Stability Control DSC](#)) permette di usare l'Active Steering anche ai fini della stabilizzazione della macchina in situazioni limite. Nell'ipotesi di un eventuale sotto o sovrasterzo l'Active Steering sterza contro o riduce per un brevissimo istante l'angolo di sterzata, ridando stabilità alla macchina. Tutto questo avviene di solito ancora prima di raggiungere la soglia di intervento del DSC e con maggiore morbidezza dell'intervento dei freni.

Lo sterzo attivo cambia la dipendenza fissa tra angolo di rotazione del volante e angolo di sterzata delle ruote, però il guidatore non ha mai problemi a interpretare le reazioni. A differenza dei sistemi steer by wire, gestiti da impulsi elettronici, lo sterzo attivo conserva il collegamento meccanico tra volante e ruote, rimane sempre perfettamente funzionante, anche in caso di avaria del sistema, e il guidatore riceve sempre un feedback inequivocabile dello sterzo.

Il componente centrale dello sterzo attivo è un ingranaggio epicicloidale a sovrapposizione di coppia e un motorino elettrico sistemati nel piantone sdoppiato. Questa configurazione permette al motorino elettrico di aumentare o ridurre l'angolo di sterzata definito al volante. Un altro componente è il servosterzo progressivo (simile al Servotronic) che controlla la coppia esercitata al volante. Questi due componenti sono in grado di adattare l'angolo delle ruote e lo sforzo al volante alla situazione istantanea di marcia.

2.4 Sistemi di avvertimento

Controllo pressione pneumatici RDC (opzionale)

Il sistema controlla in permanenza la pressione e la temperatura dell'aria nelle quattro ruote. Dopo aver gonfiato le gomme, il guidatore inizializza il sistema di controllo pressione pneumatici con l'apposito comando. Successivamente il sistema effettua il monitoraggio, sia a macchina ferma che durante la marcia, indipendentemente dalla velocità e dalla temperatura esterna.

Se la pressione di una o più gomme dovesse rimanere al di sotto della soglia di guardia, si accende la spia gialla RDC e il check control segnala «controllare pressione gomme». In caso di improvvisa perdita di pressione, al momento dunque di una panne, si accende la spia rossa e sul check control è visualizzata la scritta «gomma a terra». Al contempo viene lanciato un segnale acustico. A questo modo si evita che un pneumatico scoppi; questo è spesso dovuto alla pressione troppo bassa per un tempo prolungato in una gomma. Il sistema contribuisce ad aumentare la sicurezza attiva, l'economicità e il comfort.

Run Flat System Component RSC (opzionale)

L'allestimento speciale all'interno della camera d'aria crea l'effetto «self supporting». Le fiancate della gomma sono internamente rinforzate, evitando la compressione della gomma danneggiata a seguito di una perdita di pressione. Il sistema funziona perfino in caso di sollecitazioni estreme – ad esempio su tratti sinuosi. Con gli pneumatici sgonfi si può continuare il viaggio per una distanza limitata ad una velocità fino a un massimo di 80 km/h. Per evitare che la gomma esca dal cerchione, questo ha il cosiddetto Extended Hump (EH2). Le sue gobbe impediscono la fuoriuscita della gomma floscia dal canale.

Le automobili BMW equipaggiate di pneumatici self supporting sono sempre anche dotate dell'indicatore di gomma in panne (RPA). Il sistema capta la perdita di pressione attraverso l'aumento del numero di giri della ruota che si affloscia. Infatti, quando da un pneumatico fuoriesce aria, cambia la sua circonferenza e il raggio di rotolamento, per cui aumenta la velocità di rotazione.

3. Fase 2 – Pericolo imminente

3.1 Situazioni dinamiche critiche e sistemi di regolazione attiva

Basi della dinamica di marcia

Guidare un'automobile è un'attività decisamente dinamica. Più alta è la velocità, maggiore è l'energia cinetica accumulata nella macchina.

Il pilota avverte questa energia soltanto quando subentra una situazione irregolare, quando ai comandi del guidatore si sostituiscono le leggi della fisica.

Alcuni sistemi di regolazione intelligenti riescono a smaltire energia cinetica, ad esempio attivando in modo mirato i freni ed evitando che la macchina parta di muso o di coda oppure proceda incontrollata su una traiettoria rettilinea. Pur non riuscendo ad eliminare i limiti della fisica, è comunque possibile gestire situazioni estreme.

Pneumatici

I pneumatici trasmettono tutte le forze della macchina alla strada. Al tempo stesso però assorbono anche tutte le forze della strada (es. irregolarità) e le trasmettono alla carrozzeria e, di conseguenza, agli occupanti. Quattro aree di appoggio (aventi la dimensione di una cartolina postale) sono la premessa per poter muovere una macchina.

Forze tra ruota e fondo stradale

La forza più pronunciata esercitata alla ruota è la forza verticale. Essa è il risultato del peso della macchina e fa sì che la gomma viene compressa nella zona di contatto con la superficie stradale formando così l'area di impronta. Questa forza è influenzata dalle manovre di marcia. In una curva a destra ad esempio l'automobile si corica a sinistra, per cui le gomme di quel lato subiscono un carico supplementare.

La forza longitudinale è quella che agisce sulla ruota nelle fasi di accelerazione o di decelerazione. La ruota può però assorbire anche forze laterali. Queste sono visibili quando si percorre una curva. Gli occupanti sentono la forza centrifuga e si devono appoggiare.



Trasmissione della coppia dalla ruota alla strada

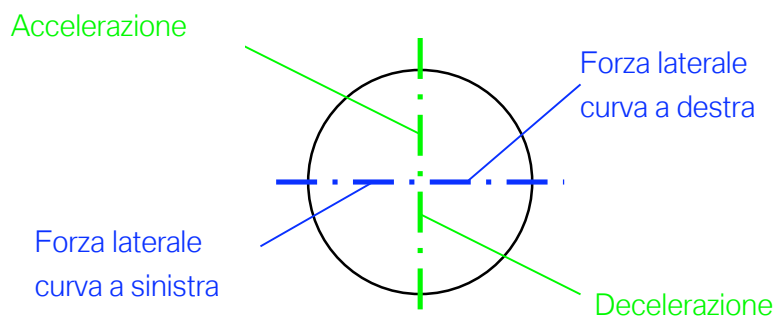
Una ruota può trasmettere il massimo delle forze soltanto quando rotola, ovvero grazie all'attrito statico. Se invece le forze che agiscono sul pneumatico sono maggiori di quelle che riesce a trasmettere, si parla di attrito radente. Cerchiamo di illustrarne i motivi con un esperimento: colleghiamo un blocchetto di gomma ad una bilancia a molla. Misuriamo innanzitutto la forza necessaria per muovere il blocchetto e poi la forza per trascinarlo a velocità costante. Per muovere il blocchetto serve una forza notevolmente superiore a quella necessaria al suo trascinamento costante. Il fenomeno è dovuto alla «mordenza», un effetto che in questo caso esiste tra la gomma e la sua base di contatto.

Sulla strada lo pneumatico si comporta allo stesso modo. La ruota che rotola corrisponde, nell'area di impronta, al blocchetto di gomma con l'effetto «mordenza» nella fase di rotolamento. La ruota bloccata invece si comporta come il blocchetto strisciante. Ciò significa che la distanza di frenata è sensibilmente più lunga quando le ruote sono bloccate e non rotolano.

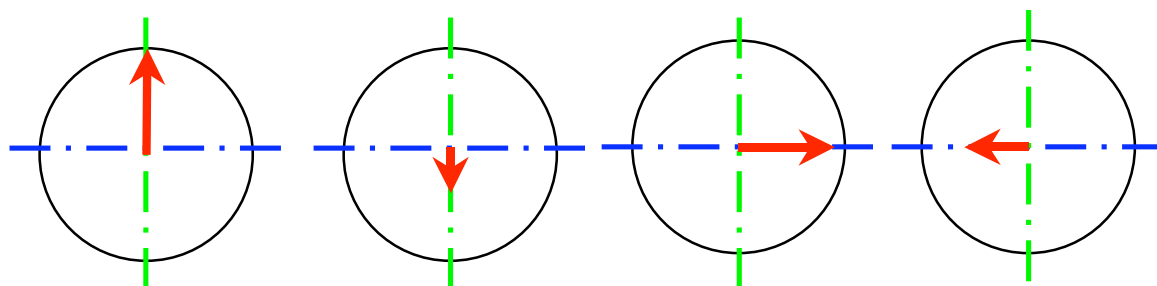
Un altro svantaggio è che una ruota bloccata non può trasmettere forze laterali. Di conseguenza un veicolo non è più sterzabile quando le sue ruote sono bloccate. L'ABS, di serie su tutti i veicoli del BMW Group, impedisce il bloccaggio delle ruote e salvaguardando così la sterzabilità anche nelle frenate di emergenza.

Rapporti di forza spiegati con il cerchio di Kamm.

Il cerchio descrive simbolicamente il limite della forza trasferibile dal pneumatico al fondo stradale, mentre le frecce indicano le diverse forze attive tra pneumatico e fondo. Le frecce che non escono dal cerchio significano che in frenata le ruote non si bloccano e in partenza le gomme non fischiano; la macchina percorre in curva senza problemi. Se le forze sono maggiori, e le frecce superano il perimetro del cerchio, le gomme scivolano e la macchina diventa instabile.



Le forze simbolicamente illustrate dalle frecce: più lunghe sono, maggiore è la forza.



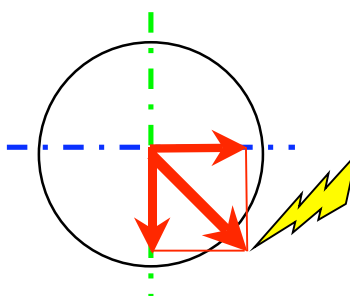
Partenza veloce,
gomme non
pattinano

Frenata morbida,
poca
decelerazione

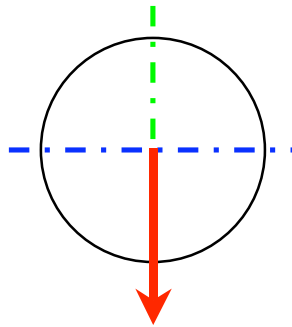
Curva a destra
veloce ad alta forza
laterale

Curva a sinistra a
velocità media con
forza laterale
moderata

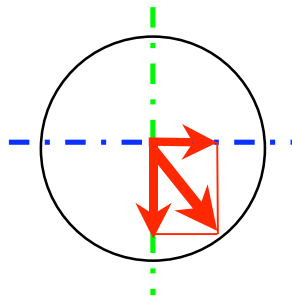
Se in aggiunta alla forza laterale interviene anche una forza longitudinale, la situazione può diventare critica. Questo fenomeno si presenta ad esempio, quando si frena in curva. Sommando le frecce vettorialmente riceviamo ad una forza risultante che esce dal cerchio. La conseguenza è che la macchina diventa instabile.



Se la forza di frenata è maggiore della forza massima scaricabile dalla ruota, le ruote si bloccano. La freccia della forza esce dal cerchio ed è di conseguenza impossibile generare una forza laterale.



Per ridare sterzabilità alla macchina è indispensabile scaricare le forze longitudinali, ovvero ridurre la pressione di frenata. A questo punto intervengono i sistemi di regolazione dell'assetto, in questo caso l'ABS (LINK: Antibloccaggio ABS). Non appena una ruota tende a bloccare, l'ABS riduce leggermente la pressione di frenata, ricostituendo la forza laterale necessaria per sterzare. Ecco che le frecce delle forze «rientrano nel perimetro del cerchio».



Slittamento

Il peso della macchina deforma i pneumatici nella zona d'impronta. Di conseguenza il battistrada in rotazione è sottoposto ad un continuo alternarsi tra aderenza e slittamento. La conseguenza è che la distanza effettivamente percorsa è diversa da quella teoricamente possibile in base alla circonferenza del pneumatico. Questo fenomeno si chiama slittamento.

Durante una frenata con le ruote bloccate, lo slittamento è pari a 100%. Su fondo stradale asciutto il pneumatico riesce a scaricare la trazione massima solo a circa 15% di slittamento. Sulla neve un pneumatico invernale raggiunge la sua trazione massima ancora più tardi, ovvero a circa 30%. Il fenomeno è tecnicamente definito come fabbisogno maggiore di slittamento. Ecco il motivo per cui molti sistemi di regolazione hanno la possibilità di influenzare l'algoritmo di regolazione, quando il fabbisogno di slittamento sale. Questa opzione migliora la partenza su fondo innevato oppure su sterrato, sabbia o ghiaietto. (LINK: DTC)

Variazione dinamica del carico sugli assi

Facciamo l'esempio della partenza a tavoletta al semaforo: tendono a pattinare prima le ruote di una macchina a trazione anteriore rispetto a quelle di una macchina a trazione posteriore. Perché? In accelerazione sono alleggerite le ruote anteriori e caricate quelle posteriori. La trazione posteriore fa tesoro di questa realtà della fisica. Dato che aumenta il carico sulle ruote posteriori, queste possono scaricare una coppia maggiore sull'asfalto ed accelerare più rapidamente la macchina.

In frenata succede l'opposto. Le ruote posteriori sono alleggerite e quelle anteriori caricate. Questo spiega, perché i freni anteriori hanno dimensioni maggiori di quelli posteriori.

Comportamento caratteristico di una macchina in curva.

Sottosterzo

Si parla di sottosterzo quando la macchina non segue l'angolo di sterzata, ma allarga sulle ruote anteriori. È un comportamento tipico delle auto a trazione anteriore. Torniamo un attimo al cerchio di Kamm: in curva le ruote devono appoggiarsi con forze laterali contro il fondo stradale. Se la curva è percorsa a velocità tale da raggiungere il limite della forza massima di appoggio laterale degli pneumatici, questi non sono più in grado di trasmettere forze longitudinali. Se in questa situazione il guidatore accelera, le ruote incominciano a slittare.

La situazione è migliore per le macchine a trazione posteriore. Usano le ruote anteriori esclusivamente per le forze laterali. Ecco perché questo tipo di macchina denota molto più raramente il fenomeno del sottosterzo rispetto ai

veicoli a trazione anteriore. In caso di frenata in curva, sia la macchina a trazione anteriore che quella a trazione posteriore, tendono a sottosterzare, perché in ambedue i casi, frenando, la forza longitudinale si aggiunge a quella laterale.

Sovrasterzo

Il sovrasterzo di potenza può presentarsi solo su automobili a trazione posteriore. Le ruote posteriori devono trasmettere sia forze longitudinali che trasversali. Quando queste forze diventano troppo grandi, la macchina parte di coda e chiude in direzione della curva. Allora il guidatore deve leggermente ridurre l'angolo di sterzata oppure, in situazioni estreme, controsterzare. Si tratta di una manovra molto apprezzata dai piloti sportivi che provocano l'effetto deriva con colpetti di accelerata.

In passato il sovrasterzo di potenza con deriva involontaria è stato un comportamento caratteristico delle automobili a trazione posteriori ai limiti, soprattutto in condizioni invernali. I moderni sistemi di regolazione permettono di guidare la macchina a trazione posteriore con la stessa facilità come quella a trazione anteriore. Il guidatore di una BMW ha la possibilità di disattivare i sistemi di regolazione.

Le macchine a trazione anteriore possono pure sovrasterzare; l'effetto si presenta quando, in una curva veloce, il guidatore stacca improvvisamente l'acceleratore, provocando la variazione di assetto. Lo spostamento dinamico del carico sugli assi causa l'alleggerimento delle ruote posteriori che, di conseguenza, non riescono più a trasmettere le necessarie forze trasversali: la coda parte.

3.2 Elettronic Brake Management EBM

Con questo termine il BMW Group definisce l'integrazione di tutti i sistemi di regolazione destinati a migliorare le qualità frenanti, ad aumentare la stabilità e a migliorare la trazione. L'obiettivo di questo progetto è di creare un'architettura che comprende il hard e software di tutti i componenti dei freni e di regolazione esistenti. Questo collegamento dei sistemi, preposti al controllo dello slittamento, della frenata e della stabilità dinamica, contribuisce ad incrementare la sicurezza attiva e dare un supporto al guidatore. Le funzionalità ABS, ASC, DSC e DBC sono contenute in un'unica centralina elettronica. Aiutano a controllare la macchina anche in situazioni critiche ed intervengono attivamente quando le gomme tendono a pattinare, scivolare o bloccare. Però, anche le sofisticate possibilità offerte dalla moderna tecnologia non riescono a superare i limiti della fisica.

Frenata

Antibloccaggio ABS

All'alba dei sistemi elettronici preposti alla sicurezza attiva esisteva l'ABS. BMW è stata tra i pionieri in campo ABS ed ha contribuito, nel 1979, a imporre questa tecnologia digitale nel mondo automobilistico. Nel 1989, BMW è stata la prima casa costruttrice di motocicletta a lanciare l'antibloccaggio per le due ruote. Dal 1991 il sistema è presente di serie su tutte le automobili BMW e, dal suo esordio, anche sulla MINI.

Il compito dell'ABS è di impedire alle ruote di bloccarsi in frenata ai limiti dell'aderenza. (LINK: Rapporti di forza spiegati con il cerchio di Kamm). L'ABS e il suo funzionamento porta al guidatore i seguenti benefit: conserva la sterzabilità durante una frenata brusca e la direzionalità anche in decelerazione su fondo irregolare.

Durante la frenata, i sensori misurano la velocità di rotazione alle quattro ruote. Se una ruota tende a bloccarsi, l'elettronica riduce la pressione di frenata nel cilindro interessato finché la ruota ritorna ad avere lo slittamento ottimale. Appena ristabilita la situazione, il sistema manda nuovamente l'intera pressione di frenata. La gestione individuale della pressione di frenata permette di generare forze di frenata e di tenuta laterale ottimali, anche su fondi ad aderenza differenziata. A questo modo, anche frenando su fondo sdruciolevole, il guidatore può schivare un ostacolo, approfittando di uno spazio di frenata nettamente più corto.

Le ruote anteriori sono gestite separatamente, quelle posteriori insieme secondo il criterio cosiddetto «select low». Per quale motivo il sistema considera la ruota che presenta la minore aderenza? Se fossero gestite separatamente anche le ruote posteriori, soltanto guidatori molto esperti riuscirebbero a controllare la macchina, perché il sistema causerebbe una mancanza di stabilità. Questo invece sarebbe critico ai fini della sicurezza, perché l'effetto dell'ABS viene realizzato anche nel modo descritto.

Un gran numero di sistemi, ASC, CBC, DBC o DSC e altri che migliorano sensibilmente la stabilità di marcia non solo durante una frenata, si avvale dell'infrastruttura dell'impianto frenante con ABS e dell'interazione operativa tra le differenti funzionalità.

ABS per offroad

La funzione dell'ABS è dovuta essere rivisitata per incrementare la potenza frenante delle macchine gestibili anche su fondi dissestati e fuori strada.

Nelle discese ripide a velocità basse (inferiori a 20 km/h) il sistema ammette volutamente il bloccaggio di una o di ambedue le ruote anteriori. Infatti, in tale caso davanti alle ruote si formerebbe un accumulo cuneiforme di materiale che contribuisce ad accorciare sensibilmente lo spazio di frenata. Parallelamente opera un algoritmo che modifica le strategie d'intervento anche a velocità maggiori e indipendentemente dall'inclinazione del terreno. È leggermente aumentato lo slittamento nominale all'asse anteriore, affinché le ruote anteriori non si blocchino; migliora la qualità di frenata su fondo dissestato.

Per salvaguardare la perfetta sterzabilità, la curva caratteristica dell'angolo di sterzata, definita in funzione della velocità di marcia, decide se l'intervento deve interessare ambedue le ruote anteriori, una sola oppure nessuna. La regolazione all'asse posteriore è convenzionale per non destabilizzare la macchina.

Hill Descent Control HDC

La funzionalità è attivabile sulle macchine a trazione integrale e si basa sul DSC, rendendo l'auto ancora più controllabile nelle discese ripide.

Senza intervento frenante da parte del guidatore, il sistema HDC riduce la velocità (come dato standard) a circa 6 km/h. La velocità nominale può essere aumentata progressivamente fino a ca. 30 km/h, sia schiacciando il pedale che usando i comandi al volante. Per ridurre invece la velocità, si possono usare il pedale del freno o i comandi integrati nel volante.

Il guidatore ha così la possibilità di scegliere secondo le proprie preferenze la velocità in funzione della pendenza del terreno, senza dover continuamente agire sui comandi. Quelli al volante hanno il vantaggio di permettere una regolazione molto più precisa su fondi assai irregolari, che fanno barcollare sensibilmente il corpo macchina.

Il sistema riconosce la pendenza reale del terreno in base all'accelerazione e alla coppia. In caso di terreno in discesa, e a parità di coppia, la macchina accelera più rapidamente che non in pianura o in salita.

Regolazione elettronica della forza frenante EBV

Questa funzione parziale – derivata dall'ABS – aumenta la sicurezza in frenata, controllando la generazione della pressione alle ruote anteriori e posteriori ed evitando che quelle posteriori sono frenate eccessivamente fino a bloccarsi. Il sistema assicura alla macchina una migliore guida laterale ed evita il pericolo di uno sbandamento.

Per raggiungere distanze corte di frenata con carico totale, le macchine moderne hanno freni di grandi dimensioni all'asse posteriore. Per evitare, anche a carico parziale, una frenata eccessiva dei freni posteriori la regolazione elettronica della forza frenante effettua il monitoraggio permanente delle velocità delle ruote posteriori confrontandole con quella dell'asse anteriore. Quando le ruote posteriori tendono a bloccarsi, l'EBV adatta la pressione alle ruote posteriori in modo da realizzare una frenata in condizioni di stabilità.

Cornering Brake Control CBC

Cornering Brake Control si chiama il sistema che amplia le funzioni dell'ABS. Serve ad aumentare la stabilità nelle curve veloci in caso di frenata leggera. Le frenate in curva possono avere il rischio di destabilizzare l'assetto della macchina: il carico si sposta in avanti, la coda «si alleggerisce» e può partire.

In caso di pressioni di frenata inferiore alla soglia di intervento dell'ABS, CBC distribuisce la forza frenante opportunamente tra le ruote, facendo così nascere una coppia di riassetto. Aumentando l'effetto frenante alla ruota anteriore esterna, nasce una coppia che si oppone all'effetto di imbardata (LINK: Sovrasterzo) generato nelle frenate in curva. Il CBC calcola l'accelerazione trasversale, valorizzando i segnali dei quattro sensori dell'ABS – e il segnale dell'angolo d'imbardata.

Accelerazione

Automatic Stability Control ASC

Durante le accelerazioni, il sistema di controllo della stabilità – una parte del DSC – trasmette la coppia con lo slittamento ottimale. Indipendentemente dall'intensità di accelerata, l'ASC ammette solo la coppia scaricabile a terra nella situazione istantanea, senza causare pattinamento. Anche su fondi bagnati o innevati è possibile accelerare con la coppia di spunto massima,

senza dover fare spericolate manovre per controllare la coda scappata. Le involontarie partenze scattanti, ad esempio cercando di incanalarsi nel flusso del traffico, sono esperienze del passato – anche quando il guidatore affonda il pedale dell'acceleratore.

Come nel caso dell'ABS, anche l'ASC riconosce, attraverso la velocità captata dai sensori alle ruote, se queste hanno attrito o meno. Quando le ruote motrici tendono a pattinare l'elettronica di gestione interviene riducendo l'accelerata, indipendentemente dalla posizione del pedale dell'acceleratore, finquando le ruote motrice ritrovano il grip. Se la trazione non è realizzabile con la sola interruzione dell'accelerazione, è attivata in aggiunta anche la frenata delle ruote motrici. (LINK: DTC)

Dynamic Traction Control DTC

La modalità di trazione è un intervento subordinato al controllo della stabilità DSC. Rispetto al DSC, il DTC ammette uno slittamento maggiore alle ruote motrici con obiettivi differenziati a seconda del tipo di macchina. Nelle automobili della Serie 5 e Serie 7, il DTC interviene alle basse velocità e solo sui rettilinei per garantire la migliore trazione possibile su fondi a maggiore slittamento – ad es. neve fresca. Nel caso della Serie 3 e della Z4, il DTC è attivo anche in curva, permettendo una guida più sportiva oltre a migliorare la trazione. Il guidatore controlla la sua macchina fino ai limiti predefiniti, mentre le funzioni di regolazione restano secondarie.

I sistemi anti-pattinamento, come ASC e DSC, gestiscono l'avanzamento della macchina nei casi in cui il guidatore accelerando richieda più coppia di quanto le ruote motrici non possano scaricare sul fondo. Con appositi algoritmi il sistema, gestito da una centralina elettronica, garantisce la propulsione migliore facendo trasmettere alle ruote motrici la coppia ottimale. Gli interventi a tale scopo riguardano sia la coppia motrice sia quella frenante, che funge anche da bloccaggio del differenziale. Nella centralina è memorizzata una serie di dati di riferimento che permettono alla logica di calcolare, in base ai dati istantanei di marcia, quali velocità e coppia motrice richiesta, i dati nominali per la gestione anti-pattinamento delle ruote motrici.

Attivando la funzione DTC aumentano le soglie base di slittamento dell'ASC. A questo modo è possibile migliorare sensibilmente la trazione su fondi più sdruciolevoli – ad es. partenza sulla neve. Aumentano la sicurezza in aggiunta i sistemi di regolazione del motore e di stabilità.

Automatic Differential Brake ADB

Qualora non sia possibile ridare trazione attraverso la sola interruzione dell'accelerazione con la funzione ASC, interviene l'azione sui freni delle ruote motrici. Tale gestione ha l'effetto di un differenziale autobloccante.

La funzione si chiama Automatic Differential Brake ADB. È particolarmente utile nelle partenze su fondi a aderenza differenziata. In questo caso la ruota pattinante è frenata fino a raggiungere la velocità di quella più lente, capace di scaricare la coppia. La conseguenza è un'accelerazione più uniforme e senza perdita di coppia alle ruote slittanti.

ASC-X

L'ASC è stato perfezionato per le automobili BMW a trazione integrale, dove l'impianto ha la sigla ASC-X. Indipendentemente dall'accelerazione desiderata dal guidatore, anche sulle vetture 4x4 il sistema ammette solo quella coppia scaricabile nella situazione istantanea senza che le ruote incominciano a pattinare. In base ai dati sensoriali elaborati dalla centralina DSC l'ASC-X riesce a riconoscere le condizioni del fondo, se dissestato o irregolare, adattando la funzione automaticamente alla particolare caratteristica dello sterrato.

ADB-X

Il sistema ASC-X è integrato con il freno automatico sul differenziale ADB-X. L'ADB-X ha la funzione del differenziale autobloccante, intervenendo in modo mirato sulle singole ruote, rendendo così superflui i differenziali autobloccanti tradizionali. Se una ruota incomincia a slittare, il sistema ADB-X la frena automaticamente finché ritrova aderenza e riesce a trasmettere la forza motrice.

In situazioni estreme è così possibile frenare contemporaneamente fino a tre ruote. Il vantaggio è che la macchina riesce a partire anche quando solo una ruota si trova su un fondo con aderenza. In caso di DSC disattivato, la funzione ADB-X è configurata per la spinta massima. In questo caso non sono più disponibili l'intervento motore dell'ASC-X e la regolazione della stabilità.

Direzionalità

Dynamic Stability Control DSC

Nel corso degli anni ABS e ASC hanno dimostrato di essere sistemi estremamente efficaci, capaci di escludere il rischio di slittamento. Le ruote, tuttavia, non possono perdere il sicuro contatto con il fondo stradale solo al momento della partenza e della frenata, ma in teoria anche con ogni cambio della direzione di marcia. Anche con ABS e ASC resta il pericolo di sbandare durante una manovra improvvisa di scarto oppure in curve coperte di fogliame umido oppure su pavé. I due sistemi riconoscono la perdita di aderenza solo in senso longitudinale e non in quello trasversale, mentre il DSC effettua in aggiunta un monitoraggio trasversale e i relativi interventi.

Il DSC controlla la dinamica della vettura in tutte le condizioni di marcia: accelerazione, frenata, rilascio e variazione di carico. Il DSC comprende tutti gli altri sistemi di regolazione subordinari: ABS, ASC, ADB, CBC, ecc. Tutte le funzioni sono riassunte in un unico calcolatore: la centralina DSC.

Una serie di sensori molto sensibili effettua il monitoraggio permanente dell'assetto, rilevando la velocità di marcia, l'accelerazione trasversale e l'angolo d'imbardata (rotazione intorno all'asse verticale), e in base a questi dati calcola lo stato istantaneo della macchina.

La richiesta di potenza del pilota è data dall'angolo di sterzata e dalla posizione dell'acceleratore. Quando i valori effettivi sono diversi da quelli nominali, il DSC interviene sui freni e sull'erogazione di potenza del motore. La frenata unilaterale della macchina porta alla ricostituzione della sua stabilità, evitando da subito la tendenza allo sbandamento, naturalmente sempre nell'ambito dei limiti della fisica.

L'intervento che il DSC esegue è noto a tutti dalle esperienze con uno slittino. La macchina è sterzata frenando le ruote di un lato. Se il DSC riconosce una situazione critica di sovrasterzo, il potenziale sbandamento della coda è evitato frenando in modo mirato la ruota anteriore esterna. Questo intervento ricostituisce da un canto la necessaria aderenza trasversale delle ruote posteriori, mentre dall'altro la ruota anteriore frenata riduce l'aderenza trasversale evitando lo sbandamento della macchina.

Se invece la macchina entra in una situazione di sottosterzo critico, il sistema riduce l'erogazione di potenza del motore e, di conseguenza, la velocità della macchina. Parallelamente il sistema frena la ruota posteriore interna. In questa situazione aumenta l'aderenza trasversale alle ruote anteriori a causa del rallentamento, quindi si riduce la tendenza della macchina ad uscire dalla traiettoria. La ruota posteriore frenata supporta, attraverso il momento d'imbardata, il fenomeno di chiusura in curva.

Automobili con baricentro alto e molle morbide – caratteristiche tipiche dei fuoristrada – sono esposte al pericolo di ribaltarsi in caso di manovre molto dinamiche. Ecco perché in questi casi l'impianto DSC contiene una logica supplementare capace di riconoscere per tempo eventuali situazioni critiche e di attivare i necessari interventi di ricostituzione della stabilità. Prima che un'automobile minacci di ribaltarsi, viene limitato l'effetto di rollio e ridotta l'accelerazione laterale frenando.

Regolazione del rilascio motore MSR

ASC non può controllare il pericolo di ruote slittanti a causa dell'effetto frenante del motore a seguito di una scalata con conseguente coppia frenante eccessiva oppure di staccata su fondo viscido. La regolazione del rilascio MSR, un potenziamento ragionevole dell'ASC, riconosce queste situazioni interpretando i segnali inviati dai sensori di velocità delle ruote. A differenza dell'ASC, lo scambio dei dati tra il comando elettronico del motore e del cambio automatico permette di accelerare finché le ruote ritrovano aderenza.

Controllo di stabilità del mezzo trainato

Il controllo della stabilità del mezzo trainato sulla BMW X5 è una parte integrante del DSC; effettua il controllo automatico degli eventuali movimenti pendolari del convoglio causati dal mezzo trainato.

Infatti, i movimenti pendolari del mezzo trainato provocano un'imbardata del veicolo trainante. Il monitoraggio della velocità di movimento dell'imbardata segnala che, oltre una soglia limite, deve intervenire la stabilizzazione del convoglio. La frenata attiva riduce la velocità e, di conseguenza, la tendenza a pendolare. Il convoglio riacquista la sua stabilità.

Sistemi autonomi

Dynamic Brake Control DBC (brake assist)

In molti casi un pilota rinuncia a spazio di frenata importante, perché non preme il pedale con la necessaria forza e velocità. Il Dynamic Brake Control assiste il guidatore nelle frenate di emergenza, aumenta la pressione esercitata sul pedale per ridurre al minimo lo spazio di frenata. Il DBC capta la necessità di una frenata d'emergenza dalla velocità e forza con cui il guidatore preme il pedale del freno.

Il software controlla la rapida generazione della pressione, mettendo a disposizione al più presto possibile la forza massima di frenata. Al momento di una frenata d'emergenza, la pressione ai freni delle quattro ruote è aumentata fino alla soglia d'intervento dell'ABS per realizzare una decelerazione ottimale. La funzionalità DBC non richiede componenti supplementari. Il gruppo idraulico del sistema DSC serve a generare la pressione del sistema, mentre il sensore di pressione del DSC riconosce la richiesta del pilota.

3.3 Trazione integrale BMW xDrive

I sistemi convenzionali di trazione integrale servono soprattutto a migliorare la trazione in condizioni di marcia precarie. Con xDrive, la combinazione tra trazione 4x4 intelligente e regolazione attiva della dinamica di marcia, BMW sposta le priorità e definisce un nuovo benchmark in materia di trazione integrale. Pur assicurando la trazione ottimale su fondi di qualsiasi tipo, il sistema privilegia l'agilità, la dinamica e la stabilità. Grazie a questo progetto innovativo xDrive associa in maniera ideale i noti vantaggi della dinamica della trazione standard BMW ai benefit propulsivi di un sistema di trazione integrale.

xDrive anche per la nuova BMW Serie 3

Dopo le BMW Sports Activity Vehicles (SAV) X3 e X5 nonché la Serie 5, anche la nuova Serie 3 approfitta della dinamicità intrinseca alla trazione xDrive. È la prima volta che una trazione integrale intelligente di questa caratura è proposta nel segmento delle medie. Le soluzioni xDrive proposte per Serie 3 e Serie 5 corrispondono in linea di massima alla trazione 4x4 della X3 e X5. Hanno tuttavia un hardware e software adattati alle specificità delle varianti berlina e touring. Per assicurarne l'integrazione ottimale nel package, la catena del transfert è stata, ad esempio, sostituita con un ingranaggio a ruote dentate cilindriche.

xDrive: più veloce dello slittamento

A differenza del precedente sistema BMW di trazione integrale, che aveva la ripartizione fissa della coppia tra avantreno e retrotreno, xDrive ha una frizione elettronica a lamelle che, in ogni situazione di marcia, distribuisce la coppia in un lampo, a variazione continua e con la massima variabilità tra asse anteriore e posteriore. Il sistema riconosce, infatti, immediatamente quando è necessario cambiare la distribuzione della forza, reagisce in tempi brevissimi, di solito addirittura prima che la ruota incominci a pattinare. In questo modo è garantito che ogni ruota riceve la coppia richiesta in quel determinato momento per una propulsione ottimale. Il risultato si fa sentire in un incremento sensibile della sicurezza e stabilità di marcia nonché dell'agilità e della trazione, soprattutto su percorsi sinuosi. Nelle curve affrontate con impegno dinamico xDrive trasmette sempre la coppia ottimale, contenendo a questo modo i fenomeni di sovra e sottosterzo. Sui rettilinei invece xDrive ripartisce la coppia nel rapporto 40 all'avantreno e 60 al retrotreno per conservare la dinamica tipica di una BMW a trazione posteriore.

Intelligente significa: trazione integrale quando serve

Grazie all'intelligenza del sistema xDrive il guidatore fruisce dei vantaggi intrinseci alle quattro ruote motrici sempre quando questa propulsione serve. Il sistema di trazione integrale BMW esclude i tipici svantaggi di sistemi tradizionali, quindi tutti i modelli equipaggiati di xDrive hanno agilità e dinamicità analoghe ai modelli BMW a trazione posteriore. Definiscono insomma il metro di paragone nel segmento delle 4x4.

Su strada xDrive aumenta sensibilmente l'agilità, il piacere di guidare ed anche la sicurezza rispetto ai sistemi tradizionali di trazione integrale.

Il Dynamic Stability Control DSC interviene molto più tardi con gli interventi di regolazione. Inoltre, xDrive aumenta la qualità di avanzamento su fondi sconnessi o viscidati. Se una ruota dovesse pattinare o minacciare di perdere aderenza, la coppia è spontaneamente trasmessa alle ruote che conservano l'aderenza migliore.

L'elemento centrale di xDrive: frizione elettronica a lamelle

Il cuore di xDrive è la frizione elettronica a lamelle nel distributore di coppia. Questo giunto controlla, entro millisecondi, il flusso di potenza. Nell'ipotesi estrema il sistema può separare completamente l'avantreno dal retrotreno oppure, nell'ipotesi inversa, realizzare un collegamento solidale. Rispetto ad una trazione integrale tradizionale questo accoppiamento solidale equivale ad un bloccaggio longitudinale al 100 per cento.

La funzione del bloccaggio trasversale, ossia la distribuzione obbligata della coppia alle due ruote anteriori oppure posteriori, è realizzata dal DSC che interviene elettronicamente sui freni. Insomma una ruota che pattina senza trasmettere coppia, è subito frenata. A questo modo il differenziale scarica automaticamente più coppia attraverso la ruota sul lato opposto.

Integrazione con DSC per reazioni proattive

Una parte della performance di xDrive è dovuta alla sua associazione al sistema di gestione dell'assetto DSC. A differenza di sistemi 4x4 tradizionali, xDrive interviene in modo pro-attivo! Infatti, mentre quelli reagiscono soltanto dopo aver captato uno slittamento alle ruote, xDrive valorizza tutti i dati dinamici e attiva la trazione integrale al momento giusto. La performance integrale interviene già prima che nasca lo slittamento.

Aumento sensibile dell'agilità

xDrive elabora inoltre anche le informazioni del DSC. Il sensore dell'angolo d'imbardata ad esempio capta la rotazione della BMW, mentre il sensore sterzo rileva l'angolo di sterzata. Insieme ai dati dei sensori ruota sulla velocità e l'accelerazione laterale nonché i dati del motore, xDrive riconosce per tempo lo stato dinamico della macchina. In funzione dei dati così monitorati il sistema distribuisce la coppia tra avantreno e retrotreno.

Come su tutti i modelli BMW, anche su quelli a trazione integrale è possibile disattivare il DSC. I guidatori che preferiscono la guida impegnativa possono così godere le qualità dinamiche della loro BMW nelle derapate, provando il sovrasterzo controllato. La trazione integrale xDrive invece non può essere disinserita.

Benefit costante per il guidatore

Il sistema xDrive porta vantaggi continui e costanti per il guidatore, in quanto il flusso di potenza è adattato in permanenza alla dinamica di marcia. Alcuni esempi illustrano molto bene l'efficienza del sistema.

- Nelle partenze normali la frizione a lamelle chiude a circa 20 km/h. Questo assicura una trazione normale. In seguito il sistema distribuisce con assoluta variabilità la coppia tra avantreno e retrotreno, in funzione delle condizioni del manto stradale.
- In curva invece, la distribuzione rapidissima del flusso di potenza riduce la tendenza al sovra o sottosterzo. Se in una curva la macchina tende ad allargare di coda (sovrasterzo), xDrive chiude la frizione a lamelle e manda una coppia maggiore alle ruote anteriori. Questo permette alle ruote posteriori di aumentare la forza laterale e stabilizzare la macchina. Grazie alla combinazione con il DSC, il sistema capta per tempo la tendenza al sovrasterzo e interviene ancora prima che il guidatore si accorga che la dinamica sta cambiando. Insomma, in curva una BMW con xDrive sembra viaggiare sui proverbiali binari.

La situazione è analoga in caso di forte sottosterzo. Se in curva la macchina tende ad allargare di muso, questa tendenza al sottosterzo è riconosciuta dal sistema DSC, che quindi riduce la coppia trasmessa all'avantreno. In casi limite ciò può significare anche un passaggio alla trazione posteriore al 100 per cento! Su percorsi sinuosi il guidatore può viaggiare in BMW xDrive con un'agilità equivalente a quella di una BMW a trazione posteriore. Il sistema di controllo della stabilità DSC interviene frenando la macchina soltanto se il pericolo di sovra o sottosterzo non può essere compensato dalla ripartizione variabile della coppia.

- xDrive compensa con estrema facilità anche repentini ricambi della carica. Mentre tra l'affondo dell'acceleratore e la creazione della coppia trascorrono al minimo 200 millisecondi, la frizione a lamelle apre o chiude completamente entro 100 millisecondi.
- In manovra di parcheggio la frizione a lamelle apre completamente e la trazione si trasforma in trazione posteriore pura. Non si hanno distorsioni fastidiose nella catena cinematica e nemmeno influenze avvertibili allo sterzo.
- Nelle salite su fondi sdruciolevoli, come ghiaccio o neve, l'effetto bloccante tra avantreno e retrotreno evita che singole ruote inizino a pattinare. Di conseguenza DSC deve ridurre l'accelerazione oppure frenare le ruote soltanto in condizioni stradali ben più precarie. Proseguendo il viaggio in queste condizioni l'effetto bloccante riduce sensibilmente il pericolo di perdere la forza longitudinale o laterale alle ruote. Il guidatore avverte l'effetto descritto attraverso un comportamento molto sicuro ed anche agile.

4. Fase 3 – I pochi secondi prima dell'incidente

4.1 Precrash – sfruttare i momenti preziosi

Nella maggior parte degli incidenti gravi l'impatto non sopraggiunge imprevisto – nemmeno per la macchina. Di solito al crash precede una fase dinamica critica riconosciuta dall'elettronica di bordo: l'ABS è «al corrente» della frenata di emergenza, il brake assist DBC aiuta ad aumentare rapidamente la pressione di frenata e il controllo della stabilità DSC riconosce eventuali sbandamenti.

Queste centraline elettroniche – presenti di serie nella maggior parte delle automobili BMW – potrebbero in futuro lanciare l'allarme e attivare interventi precauzionali per guadagnare tempo prezioso. In passato, infatti, dopo il riconoscimento dell'impatto, restavano solo pochi millisecondi per attivare gli airbag e i tendicintura. La fase immediatamente precedente la collisione – la cosiddetta fase pre-crash – è assai lunga e sufficiente ad esempio per tendere le cinture troppo lente e creare le premesse per un'azione efficace dei sistemi protettivi.

Si stanno fondendo due mondi. In futuro la sicurezza attiva e passiva diventeranno sicurezza integrativa. Molti sistemi non saranno più limitati a reagire, bensì agiranno ed interverranno attivamente – senza tuttavia sollevare il guidatore dalla sua responsabilità.

Sistema di integrazione della sicurezza ISIS

BMW ha realizzato sulla Serie 7 per la prima volta un innovativo sistema integrativo della sicurezza siglato ISIS. A differenza dei tradizionali sistemi MRS (multiple restraint system), controllati da un'unità centrale, ISIS è un insieme di sistemi autonomi gestiti singolarmente e separatamente. L'elemento centrale dell'ISIS è formato da una serie di unità satellite tra di loro collegate da un bus. Un modulo d'informazione sulla sicurezza è il «cervello» che ha essenzialmente due funzioni: da un canto è il bus master intelligente che «decide» sul da farsi nella concreta situazione, avvalendosi dei dati trasmessi dai satelliti; dall'altro funge da riserva di energia elettrica per l'intero sistema di sicurezza in caso di crash.



Il bus collega cinque satelliti formati da una centralina con sensore integrato. Tali satelliti sono in grado di prendere decisioni intelligenti – ovvero sia adeguate alla situazione specifica – riguardanti l’attivazione degli attuatori collegati, come ad esempio airbag, tendicintura e limitatori di sforzo; captano in modo selettivo i dati di accelerazione, i colpi di pressione e la presenza di un passeggero su un sedile. In situazioni precarie sotto il profilo del tempo, una tale configurazione consente di attivare gli airbag – ad esempio in caso di urti laterali (LINK: Urto laterale) – con maggiore rapidità rispetto ad oggi. Il sistema del bus può, inoltre, essere collegato con altri elementi elettronici di bordo, formando una rete interattiva d’informazioni. Questa soluzione permette di valorizzare le informazioni captate dal sistema previdente di sicurezza passiva, importanti ai fini dell’eventuale instabilità dell’assetto.

5. Fase 4 – Dinamica dell'incidente

5.1 Tipologie dei collisione

Energia cinetica

L'energia cinetica sprigionata al momento di una collisione viene in gran parte trasformata in energia di deformazione. La struttura del modulo anteriore, deformandosi, assorbe energia cinetica. Esiste un nesso diretto tra la decelerazione e le forze che agiscono sugli occupanti.

Velocità differenziale

I fattori decisivi che influenzano un urto sono la velocità del veicolo al momento dell'impatto e quella della barriera che, insieme, formano la velocità differenziale. Una collisione ad una velocità differenziale di 90 km/h sprigiona quattro volte l'energia generata ad una velocità differenziale di 45 km/h: l'energia da assorbire al momento di un impatto è il quadrato della velocità di marcia.

Impatto: spazio di arresto più corto

Per frenare un'automobile che viaggia a 50 km/h serve uno spazio di circa 25 metri. La decelerazione media che ne risulta per gli occupanti non è problematica; i momenti d'inerzia agenti sul corpo sono sopportati senza problemi fisici. In caso d'impatto contro una barriera rigida alla stessa velocità, lo spazio d'arresto si riduce tuttavia alla lunghezza della zona di deformazione, pari a 60 cm circa. Le decelerazioni notevolmente superiori che si presentano in tale caso, possono essere ridotte ad una misura accettabile soltanto, quando si ha un modulo anteriore a deformazione possibilmente uniforme. Più corta è la distanza o il tempo necessario per ridurre una determinata velocità a zero, maggiori sono le forze che agiscono sull'occupante. Se un passeggero di 75 chilogrammi volesse, appoggiandosi, proteggersi contro un impatto sulla plancia o il parabrezza, dovrebbe essere in grado di reggere ad una massa superiore a ben oltre due tonnellate.



Statistica

Leggendo attentamente la statistica degli incidenti si nota la seguente ripartizione per tipologie d'incidenti:

- Urto frontale: 25 %
- Urto offset: 13 %
- Urto obliquo: 35 %
- Urto laterale: 22 %
- Urto posteriore: 3 %
- Ribaltamento: 2 %

Per il 2001 la statistica dell'ente tedesco per la sicurezza nel traffico (Deutscher Verkehrssicherheitsrats DVR) conta inoltre 1.632 persone che hanno riportato ferite mortali nell'urto della macchina contro un albero. Questo dato rappresenta circa un quarto di tutte le vittime della strada.

Urto frontale

Nell'urto frontale a ricoprimento totale l'energia dell'impatto agisce nella stessa direzione del senso di marcia. Ciò significa che l'energia non può essere smaltita attraverso la rotazione o la traslazione della vettura, con la conseguenza di avere un effetto maggiore sulla macchina ed i suoi occupanti rispetto all'urto offset.

Un veicolo che procede a 50 km/h ed entra in collisione frontale, ha completamente smaltito la sua velocità dopo 80 milisecondi circa. Dopo l'impatto esegue un «salto indietro», dovuto all'elasticità della carrozzeria.

Allo stesso momento inizia la cosiddetta fase rebound, in cui l'occupante si muove in senso opposto a quello dell'impatto.

Al momento di un crash l'energia cinetica è innanzitutto smaltita dalle zone anteriori. La deformazione delle lamiere riduce l'energia che non può più essere pericolosa agli occupanti. La prua della macchina è sacrificata per salvare l'incolumità dell'abitacolo. Se un'automobile fosse così rigida come un carro armato, al momento di un incidente «rigido contro rigido», gli occupanti sarebbero lanciati di punto in bianco contro le cinture; ciò avrebbe effetto letale per il passeggero, perché l'organismo umano non resiste ad un'improvvisa decelerazione a zero.

Mentre il modulo anteriore è compresso, l'occupante esegue un movimento in avanti dovuto alla sua inerzia, ovvero in direzione del punto dell'impatto. Dato che il passeggero non è solidale con la macchina, il suo movimento è sfasato nel tempo rispetto a quello della macchina. Secondo gli indumenti che veste, la cintura più o meno lenta e l'elasticità della cintura (LINK: Cintura di sicurezza), il suo movimento è frenato dalla cintura solo dopo alcuni millisecondi. Se invece fosse saldamente legato al sedile, il veloce lancio in

avanti causerebbe lesioni da accelerazione, perché la decelerazione della macchina è più secca di quella del passeggero.

Il passeggero deve però partecipare quanto prima alla decelerazione del veicolo per avere tempo sufficiente di smaltire la velocità. Qui interviene il tendicintura (LINK: Tendicintura). L'occupante fa il necessario moto dinamico in avanti per ridurre al minimo lo stress sul suo fisico, e ad un certo punto è «bloccato».

Il limitatore della forza di ritenuta (LINK: Limitatore della forza di ritenuta) adatta la forza alle necessità dell'occupante. Dopo aver raggiunto una determinata intensità di ritenuta, la cintura cede automaticamente di quel tanto che è necessario per ridurre la pressione sul busto, evitando le ferite dovute all'azione della cintura.

La dinamica del sistema potrebbe essere confrontata ad una corsa a staffetta, nella quale a un certo punto scatta l'airbag e si assume il lavoro di ritenuta iniziato dalla cintura. Come la cintura di sicurezza, anche l'airbag frontale (LINK: Airbag lato guida) (LINK: Airbag lato passeggero) smaltisce l'energia cinetica del passeggero lanciato in avanti, riducendo a questo modo anche la sua velocità relativa. Secondo la gravità dell'incidente, l'airbag si gonfia. (LINK: Smart airbag) La sensorica innesca le due fasi di gonfiaggio dell'airbag in funzione dell'intensità dell'urto, offrendo all'occupante il massimo effetto di ritenuta. L'occupante partecipa pienamente alla decelerazione soltanto quando è stato raccolto dal cuscino d'aria.

Segue poi la fase di rebound. L'occupante esegue un movimento di ritorno verso il sedile. In questa fase è molto limitato il pericolo di subire ferite.

Urto offset

Nel cosiddetto urto offset con sovrapposizione parziale o unilaterale tra veicolo ed ostacolo, sia la carrozzeria che gli occupanti sono esposti a stress estremi. A causa dell'impatto unilaterale asimmetrico viene utilizzata solo una parte della zona di deformazione e, per giunta, scaricata una notevole massa sulla carrozzeria. Proprio in questi casi è fondamentale avere un abitacolo robusto. (LINK: Abitacolo) A differenza dell'impatto frontale con sovrapposizione totale sopra descritto, in questo caso agiscono forze che provocano la rotazione del corpo macchina e dell'occupante. L'aspetto decisivo a tale proposito è l'angolo al momento dell'impatto e la posizione reciproca tra i veicoli coinvolti.

Urto laterale

Le statistiche degli incidenti parlano chiaro: mentre gli urti laterali rappresentano «solo» il 22 per cento circa di tutti gli incidenti, la percentuale delle persone morte in questo tipo di incidente raggiunge il 36 per cento. In altre parole, il rischio di subire ferite mortali in un incidente con impatto laterale è maggiore rispetto all'urto frontale.

Un'automobile non ha una zona di deformazione laterale. L'occupante seduto sul lato dell'impatto è, in sostanza, esposto quasi direttamente all'urto.

Se il veicolo urta ad esempio un albero, l'energia può essere smaltita soltanto dalla struttura laterale dell'automobile. Non va poi dimenticato che un albero meno grosso produce conseguenze maggiori, perché l'energia agisce su una superficie molto limitata. Ecco perché già una velocità inferiore ai 50 km/h causa vistose intrusioni.

La particolare pericolosità della collisione laterale si spiega anche attraverso il fatto che essa produce movimenti in due direzioni opposte: la struttura laterale si sposta in direzione dell'occupante (intrusione), mentre questo ultimo, a causa dell'inerzia, è lanciato in direzione opposta, ovvero contro la struttura laterale. Il passeggero può dunque essere ferito sia dall'impatto stesso nonché da oggetti penetranti e a seguito dell'accelerazione del suo corpo.

Mentre al momento di una collisione frontale il guidatore «cade» nel sistema di ritenuta, e solo da questo momento partecipa alla decelerazione del veicolo, nel caso di un impatto laterale la porta penetra nell'abitacolo e il passeggero raggiunge una velocità che corrisponde all'incirca a quella del veicolo urtante o dell'oggetto penetrante. Il rischio che l'occupante resti ferito è veramente elevato sul lato dell'impatto. Le misure protettive, quali l'aumento della rigidità strutturale o l'imbottitura delle porte, hanno limiti molto ristretti. (LINK: Deformazione della carrozzeria in caso d'urto frontale) Malgrado queste premesse sfavorevoli, era indispensabile trovare una soluzione diversa in grado di offrire ai passeggeri la massima protezione possibile.

Pochi millisecondi dopo il primo impatto, il sistema di sicurezza (LINK: Sistema d'integrazione della sicurezza ISIS) capta l'impatto e fa scattare gli airbag per il torace e la testa sul lato dell'urto. (LINK: Airbag per la testa AHTS) (LINK: Airbag laterale per guidatore e passeggero). Prima di entrare in contatto con la struttura laterale, il passeggero è protetto dagli airbag laterali per la testa, il torace e il bacino.

L'airbag per la testa (LINK: Airbag per la testa AHTS) si gonfia nel cosiddetto triangolo testa-spalla. Stabilizza così la colonna cervicale ed evita inoltre che la testa possa subire un'accelerazione; a questo modo è possibile ridurre dell'80 per cento il dato del head injury criterion HIC. Si tratta del criterio che descrive la gravità di una ferita craniale. L'accelerazione e il peso della testa causerebbero sia una flessione laterale della colonna cervicale che una forza di taglio che potrebbe spostare singole vertebre e stressare i legamenti.

I due voluminosi airbag (LINK: Airbag per la testa AHTS) (LINK: Airbag laterale per guidatore e passeggero) impediscono inoltre la penetrazione di oggetti e traumi craniali.

Urto posteriore

Questo tipo di urto interessa in primo luogo le zone di deformazione del modulo posteriore, che smaltiscono l'energia e riducono l'impatto sui passeggeri. Come conseguenza dell'impatto la macchina si sposta in avanti ancora molto prima che l'occupante stesso compia un movimento. In tal caso, il passeggero, spinto dall'inerzia, si muove in direzione dello schienale.

I poggiatesta attivi (opzionali) riducono il pericoloso movimento relativo tra la testa e il busto. Pochi millisecondi dopo aver captato l'urto, i poggiatesta sono attivati ed avvicinati alla testa. (LINK: Poggiatesta attivi) Senza questo supporto il peso della testa farebbe scattare indietro la colonna cervicale come un colpo di frusta. Le forze di taglio e di flessione potrebbero causare le stessi gravi ferite, come nel caso di un impatto laterale. I poggiatesta scattano anche alle basse velocità d'impatto, perché già un impatto a 10 km/h può causare traumi.

Il prossimo comando interessa il pretensionatore della cintura di sicurezza. (LINK: Pretensionatore) Si tratta di un elemento che tende spontaneamente la cintura, bloccando a questo modo il passeggero sul sedile, affinché possa partecipare subito alla decelerazione della macchina. Insieme al comando inviato al pretensionatore, l'informazione dell'avvenuta collisione va anche alla pompa del carburante che interrompe immediatamente l'alimentazione e la mandata. (LINK: Interruzione pompa carburante).

Secondo impatto

Nella maggior parte dei casi i tamponamenti multipli comportano anche un secondo impatto. L'automobile ferma – ad esempio l'ultima di una coda in autostrada – è spesso spinta contro il veicolo precedente. A partire da una certa intensità di urto sono attivate le stesse misure già descritte al capitolo sull'urto frontale.

Dopo la collisione

In caso di grave collisione sono attivati, in aggiunta, i seguenti componenti: il morsetto batteria di sicurezza che esclude il cortocircuito e l'eventuale incendio della macchina (LINK: Morsetto batteria di sicurezza); l'hazard attivato automaticamente avverte il traffico che segue; di notte, le luci dell'abitacolo accese servono da orientamento agli occupanti e ai soccorritori; le porte sbloccate automaticamente semplificano l'accesso per i servizi di soccorso. (LINK: Misure immediate) Se il veicolo è equipaggiato di GPS e telefono, il sistema «BMW Assist» lancia automaticamente una chiamata di soccorso. (LINK: Chiamata d'emergenza automatica e manuale)

5.2 Sicurezza anti-crash

Deformazione della carrozzeria in caso di urto frontale

Per ridurre al minimo i traumi, è indispensabile che la carrozzeria trasformi al più presto l'energia cinetica prodotta, trasformandola in deformazione. Per fare questo deve essere disponibile una distanza di deformazione differenziata lunga. (LINK: Urto frontale)

Gli ingegneri del BMW Group risolvono il problema con crash box, ovvero elementi deformabili e supporti motore che si piegano o deformano.

Un collegamento speciale tra il radiatore e i gruppi ottici è imbullonato ai supporti motore e ausiliari. Questi elementi formano un sistema integrale. Tale soluzione permette di realizzare lo smaltimento precisamente calcolato e programmato sull'intero arco di velocità. Una robusta traversa assorbe, anche in caso d'urto frontale offset (LINK: Urto offset), una parte dell'energia sul lato non direttamente interessato, riducendo gli effetti sul lato dell'impatto.

Davanti alla traversa del paracolpi sono integrati elementi di materiale espanso. Fino ad una velocità d'impatto di 4 km/h, questi elementi reversibili assorbono completamente l'energia dell'urto. In questo modo non vengono danneggiate le strutture in lamierato disposte a valle. A velocità maggiori fino a 15 km/h lo smaltimento dell'impatto avviene a carico del modulo anteriore, della traversa del paracolpi e dei crash box, senza danneggiare il supporto del motore.

Per proteggere i passeggeri è fondamentale l'azione interattiva ottimale tra le zone a deformazione e la rigidità dell'abitacolo. (LINK: Abitacolo) La lamiera che cede progressivamente serve, per così dire, da freno d'emergenza per risparmiare agli occupanti l'esposizione brusca all'effetto dell'impatto. Laddove inizia lo spazio di sopravvivenza dei passeggeri non dovrebbe però avvenire più nessuna deformazione. Elementi rigidi (ad es. parafiamma) impediscono la penetrazione del motore nell'abitacolo. Percorsi predefiniti di sollecitazione nel modulo anteriore fanno passare l'energia ai due lati della gabbia protettiva. A tale fine sono stati creati cinque percorsi sintonizzati.

1. I longheroni stabilizzati dai rivestimenti si protraggono fino al pianale per far crescere la resistenza di deformazione fino al parafiamma.
2. Le traverse dei paracolpi davanti alle ruote sono coinvolte nella fase iniziale di deformazione, riducono gli effetti sui longheroni e proteggono in primo luogo la zona dei piedi in caso di urto offset (LINK: Urto offset) con sovrapposizione ridotta.

3. L'asse anteriore è molto avanzata e dotata di una lamiera longitudinale. L'asse assorbe l'energia prodotta e la indirizza alla struttura molto rigida del pianale. Al centro dell'asse è previsto un punto di piegatura per evitare reazioni incontrollate dell'assale.
4. Una traversa ausiliaria, che collega il supporto motore con il carrier, assorbe pure energia e la incanala nel telaio laterale e nelle portiere.
5. Una buona parte dell'energia è smaltita da motore, radiatore e parafiamma.

Un vantaggio è naturalmente una carrozzeria rigida nei punti ove ciò è possibile. Per realizzarla, gli ingegneri del BMW Group usano lamiere altamente resistenti, strutture portanti di grandi volumi (ad es. supporto motore) e strutture di rinforzo nei punti nodali. Determinati componenti del telaio e di alcuni altri gruppi sono disposti in modo da poter smaltire una gran parte dell'energia risultante dall'impatto oppure proteggere altri componenti sensibili, come ad esempio le ruote.

Le zone di deformazione della carrozzeria hanno ovviamente solo una ragion d'essere, quando gli occupanti traggono un profitto diretto dal loro effetto. Ecco perché la macchina deve trattenerli saldi: insomma, devono essere allacciati.

Deformazione della carrozzeria in caso di urto laterale

Anche in questo caso i parametri fondamentali sono la rigidezza strutturale, la posizione tra i partecipanti alla collisione e la velocità d'impatto.

Le forze penetranti devono essere distribuite in modo possibilmente uniforme per ridurre al massimo lo stress esercitato sugli occupanti. I rinforzi ad alta resistenza, integrati nella struttura, servono a ridurre l'intrusione laterale. (LINK: Urto laterale) A tale scopo servono traverse diagonali, barre anti-intrusione nelle quattro porte e il robusto abitacolo. Al momento dell'urto queste traverse si agganciano nel telaio della porta, dando così un'elevata rigidezza al sistema. Sono inoltre presenti interventi efficaci a tre livelli:

1. I brancardi trasmettono l'energia dell'urto a due traverse disposte nel pianale al livello dei sedili anteriori. La trasmissione dell'impatto al lato opposto è assicurata dal tunnel rinforzato da ponticelli imbullonati.
2. A livello medio, il primo e il secondo montante hanno una struttura a triplice guscio. Le portiere contengono diversi profili di rinforzo e sono collegate alla scocca da robuste cerniere e serrature. La struttura dei sedili protegge gli occupanti con uno scheletrato stabile sia nella parte del seduto che dello schienale. Un appoggio trasversale è realizzato dal carrier sotto la plancia, che collega i due montanti anteriori.
3. Il telaio del padiglione, a tre strati nei punti di giunzione, riduce gli effetti dell'intrusione.

Gli infissi delle porte sono configurati in modo da creare un appoggio supplementare sul telaio e trasmettere le forze dell'impatto ai robusti montanti e al brancardo. I voluminosi brancardi e telai delle porte nonché le costruzioni supplementari in lamiera o di struttura tubolare nelle fiancate assicurano la massima stabilità.

Deformazione della carrozzeria in caso di urto posteriore

Il modulo posteriore è essenzialmente costituito dai due longheroni, dalle due traverse disposte parallelamente all'asse, dal pavimento del bagagliaio, dalla traversa del fascione nonché dalle fiancate. La traversa del fascione è collegata al supporto del paracolpi equipaggiato di attacchi ad assorbimento di energia. Come nel caso del modulo frontale, il rivestimento contiene un elemento in materiale espanso che «divora» gran parte dell'energia. In caso d'urto posteriore il serbatoio del carburante è in una posizione particolarmente pericolosa. La sua ermeticità, fondamentale per evitare incendi, è raggiunta con un materiale sintetico particolarmente resistente.

Deformazione della carrozzeria di cabriolet/roadster

Nelle macchine scoperte mancano elementi strutturali fondamentali, come il secondo e terzo montante nonché il padiglione. In questi casi i progettisti hanno il compito di trovare soluzioni creative per la carrozzeria. I robusti longheroni e le traverse rendono la carrozzeria più rigida. I rinforzi nei primi montanti, che sostengono il parabrezza, creano un'elevata rigidità e, di conseguenza, una buona protezione in caso di ribaltamento. (LINK: Sistema anti-ribaltamento)

Sistema anti-ribaltamento

In situazioni dinamiche pericolose – lo sollevamento unilaterale delle ruote dal suolo, il capottamento o la perdita totale di contatto con il fondo stradale – i roll bar fuoriescono entro frazioni di secondo per aumentare lo spazio protetto a bordo della cabriolet. Le staffe, una rigida struttura d'acciaio, sono sistemate dietro i poggiatesta posteriori e precaricate da apposite molle. Non appena i sensori segnalano dati critici d'inclinazione oppure d'accelerazione trasversale o longitudinale, i roll bar escono entro 0,2 secondi e si bloccano nella posizione predefinita. In questo modo la tangente di capottamento (è la linea ideale tra il bordo superiore del parabrezza e i roll bar) assume un profilo diverso, creando uno «spazio di soccorso», se la macchina dovesse rimanere rovesciata.

MINI

Un'utilitaria come la MINI ha zone di deformazioni più corte di una BMW. Per rientrare negli standard di sicurezza del BMW Group è stato necessario trovare una configurazione adeguata alla struttura del modulo anteriore. I criteri principe sono: distribuzione uniforme delle forze d'impatto e loro smaltimento ottimale accompagnati da una riduzione elevata dell'energia e da un basso peso dei componenti.

I numerosi pezzi integrati con ingombro limitato (elevata densità del packaging) impongono la presenza di un longherone diritto. Il supporto dell'asse anteriore serve a smaltire l'energia e a canalizzare le forze d'impatto dai paracolpi alle parti posteriori della carrozzeria. Una complessa struttura tra parafiamma, telaio laterale e pavimento convoglia le forze nel pianale e verso il perimetro dell'abitacolo. Un punto nodale centrale, davanti al parafiamma, ripartisce le forze tra quelle destinate al primo montante, al longherone e alla traversa del parafiamma.

L'abitacolo, formato dai telai laterali e del tetto, dai tre montanti e dai brancardi, instrada le forze nelle traverse del pianale e nella struttura del padiglione. In caso di incidente il primo montante, formato da diversi gusci, i brancardi e le porte rinforzati nonché le barre anti-intrusione tra primo e secondo montante, evitano il collasso della gabbia di sopravvivenza.

In caso di urti frontale, laterale e posteriore e ribaltamento le strutture portanti altamente resistenti assicurano la deformazione programmata. L'urto offset, che crea uno stress unilaterale per la carrozzeria, è sdrammatizzato dalla struttura della vasca dei piedi che trasmette le forze al lato opposto. L'asse anteriore assorbe pure energia e la dirotta nel pianale del veicolo.

5.3 Protezione degli occupanti

Abitacolo

L'abitacolo deve rimanere sempre pienamente intatto come spazio di sopravvivenza salva-passeggeri. Questo è l'obiettivo principale. A differenza del modulo anteriore che si deforma in maniera predefinita, l'abitacolo non scende a nessun compromesso in materia di rigidità. La sua rigidità è dovuta al numero limitato di componenti che formano la scocca e al numero limitato di giunzioni saldate e incollate. Le lamiere a spessore differenziato e gli acciai ad alta resistenza rendono più robusti i montanti e le traverse. Inoltre, le forze generate dall'impatto aggirano l'abitacolo e «si propagano attraverso l'intero corpo scocca». In caso d'urto frontale (LINK: Deformazione della carrozzeria in caso d'urto frontale) queste forze sono trasmesse dai longheroni nel tunnel, nei brancardi e nel telaio del padiglione. I punti nodali – quelli di entrata e distribuzione delle forze – sono costruiti con acciaio altamente resistente che aumenta la rigidità della carrozzeria. La rigidità dell'abitacolo è di particolare importanza in caso di urto offset (LINK: Urto offset) e di ribaltamento.

Interno

L'arredamento dell'abitacolo è costruito in modo da non staccarsi in caso di urto. La maggior parte delle superfici è liscia o arrotondata, mentre quelle interessate da un eventuale impatto sono imbottite. I rivestimenti interni, pannelli e simili sono costruiti con un materiale sintetico appropriato, per evitare la formazione di schegge. La moquette nella zona dei piedi ha elementi a deformazione per proteggere le gambe e i piedi.

Elementi anti-crash nel piantone sterzo

In caso d'urto il volante sporgente può essere sia una fortuna che una maledizione. Mentre il collegamento solidale tra piantone sterzo e paraframma assicura la corretta posizione dell'airbag, può essere anche fonte di notevoli rischi di traumatizzazione.

Il nuovo progetto del piantone collassabile BMW con elementi a deformazione integrati riduce i rischi di ferire la testa e il busto in caso d'impatto. Infatti, a partire da una determinata forza esercitata sul piantone, questo si comprime di 80 millimetri. Si tratta per la precisione di un movimento telescopico, comandato da un elemento in materia sintetica rinforzata con fibra di vetro.

Questo elemento di deformazione offre una protezione supplementare al guidatore non allacciato. Inoltre, gli elementi di collegamento tra i segmenti inferiore e superiore del piantone compensano lo spostamento della scatola dello sterzo e l'intrusione attraverso il parafrangimento.

Cintura di sicurezza

Il sistema primario di ritenzione è la cintura di sicurezza. (LINK: Tipologie di collisione) L'airbag può svolgere la sua funzione protettiva soltanto insieme alla cintura allacciata. In caso di velocità d'impatto minori, la cintura è il primo elemento della sicurezza con la funzione di ritenzione.

La cintura svolge una funzione protettiva anche durante l'urto posteriore. (LINK: Urto posteriore) In questo caso interviene, come nell'urto frontale, un impulso in senso longitudinale, però in direzione opposta; non avrebbe senso gonfiare gli airbag anteriori. Essi devono essere pronti ad intervenire in caso di un secondo impatto. (LINK: Secondo impatto) L'energia residua dell'impatto deve essere assorbita dai sedili e dai poggiatesta, mentre l'occupante è bloccato sul sedile dalla cintura.

Il sistema delle cinture comprende:

- il pretensionatore a carica pirotecnica con riconoscimento della fibbia,
- l'arrotolatore automatico con limitatore progressivo di sforzo,
- il rinvio della cintura,
- la cintura.

Fibbia solidale con il sedile

La fibbia solidale con il sedile assicura la geometria ottimale e il comfort della cintura, la cui posizione è sempre uguale rispetto al punto di rotazione dell'anca. La fibbia segue il movimento del sedile che scorre su apposita guida. Il vantaggio ai fini della sicurezza è che, in caso d'urto, le forze risultanti dall'impatto sono assorbite dalla struttura del veicolo e non dalla struttura del sedile.

Riconoscimento fibbia

Si tratta di un elemento integrato nelle fibbie del sedile lato guida e passeggero di alcuni modelli; esso verifica in ogni momento attraverso un contatto, se la cintura è stata correttamente allacciata. Ove non è stata allacciata, l'apposito allarme lo segnala all'occupante.

Pretensionatore

Quando i sensori captano un impatto, comandano al pretensionatore di stringere la cintura, ancora prima che l'occupante inizi il movimento in avanti. (Link: Urto frontale) Nel medesimo istante il pretensionatore tira verso il basso la fibbia, stringendo contemporaneamente la porzione a bandoliera e quella addominale, riducendo sensibilmente il «gioco» della cintura. In questo modo l'occupante partecipa molto prima alla decelerazione del veicolo ed è, di conseguenza, meno esposto al pericolo di ferirsi. Inoltre, il pretensionatore stringe la porzione addominale. Infatti, se la cintura è posizionata in un determinato angolo rispetto al bacino, esiste il pericolo che a seguito dell'impatto l'occupante scivoli sotto la cintura: effetto «submarining».

La fibbia e il pretensionatore formano un'unità funzionale, composta da carica esplosiva, generatore a gas, pistoncino e fune. In caso d'incidente di una certa gravità scatta il generatore. Il gas si espande e muove il pistoncino nella sua sede. La fune collegata al pistone tira la fibbia verso il basso e recupera l'allungamento della cintura.

Limitatore di sforzo

Soprattutto in caso d'impatto frontale (LINK: Urto frontale), una cintura può paradossalmente causare diversi traumi, addirittura gravi, ad esempio frattura di una costola. La nuovissima tecnologia permette invece di ridurre e dosare progressivamente l'intensità della ritenuta. Quando i sensori segnalano un grave impatto frontale, in una prima fase la cintura è tesa al massimo. Pochi istanti più tardi il limitatore riduce lo sforzo; la cintura cede e l'occupante è accolto dal soffice cuscino d'aria. Così è smaltita uniformemente l'energia cinetica dell'occupante e si riducono gli stress sul tronco. I due sistemi di ritenuta sono perfettamente sintonizzati: mentre la cintura interviene su una zona limitata del corpo, il cuscino bianco forma una grande superficie. Insieme i due sistemi offrono la sicurezza ottimale.

Airbag

Nel 1984 è stato proposto per la prima volta sulla Serie 7 un airbag lato guida. La domanda costantemente crescente ha portato, a partire dagli anni Novanta, ad allestire di serie le macchine di airbag lato guida e passeggero nonché a progettare nuove tipologie. Il passo successivo è stato l'airbag laterale anteriore, presto seguiti da quello per il divano posteriore. Seguiva poi l'airbag per la testa ITS (Inflatable Tubular Structure), successivamente perfezionato e chiamato AHPS (Advanced Head Protection System).

I sensori di accelerazione longitudinale e trasversale sono continuamente attivi. Se entro un periodo molto corto captano una forte decelerazione, interpretano il fatto come urto e trasmettono l'informazione via fibra ottica alla centralina elettronica. Questa ha il compito di attivare il cuscino d'aria.

La carica esplosiva nell'airbag è messa sotto tensione e, come conseguenza, il generatore di gas brucia il propellente trasformandolo in azoto che gonfia il cuscino. Nelle macchine di una certa anzianità è possibile che fuoriescano quantitativi minimi di talco, presente nel sacco piegato per evitare fenomeni d'incollaggio.

In caso d'impatto sono attivati soltanto quegli airbag che possono validamente proteggere gli occupanti. A tal fine sono importanti la direzione e l'intensità dell'impatto.

Ogni airbag ha naturalmente anche una certa dose di aggressività intrinseca inevitabile. Per questa ragione il cuscino si gonfia soltanto quando il suo effetto protettivo è maggiore del potenziale pericolo. Per evitare il rischio di traumi è stato sviluppato un airbag intelligente (smart airbag) che reagisce in funzione del tipo di incidente.

Smart airbag

Non esistono due urti uguali. Diversi studi hanno dimostrato che l'effetto protettivo di un airbag può essere migliorato, se l'airbag non si gonfia immediatamente al suo volume massimo per poi sgonfiarsi completamente. Il sistema intelligente di gestione degli airbag riconosce, attraverso i sensori crash, se l'impatto è lieve o grave. Questo permette di realizzare l'effetto di ritenuta ottimale per gli occupanti.

Superata la soglia di attivazione, l'airbag a due stadi è la soluzione che permette di adattare la progressione del gonfiaggio all'intensità dell'impatto. In caso d'urto violento l'airbag rappresenta la forma migliore di ritenuta, perché crea una pressione maggiore all'interno del cuscino che ha un volume maggiore. In caso d'impatto lieve, invece, il ritardo dell'attivazione del secondo stadio ripartisce il gonfiaggio, quindi l'occupante «cade» in un airbag più soffice. Le cuciture all'interno del cuscino si strappano al momento della seconda accensione, quando affluisce un maggior volume di gas. Dopo il gonfiaggio, l'aria fuoriesce in modo controllato da un'apertura dedicata. Tutte le automobili BMW e MINI sono equipaggiate di questa recentissima generazione di airbag. (LINK: Urto frontale)

Airbag lato guida

Il cuscino d'aria «salvavita», collocato nella parte centrale del volante, protegge la testa, la colonna cervicale e il torace. Il suo volume varia da 45 e 64 litri, secondo il modello e la misura del volante. (LINK: Urto frontale)

Airbag lato passeggero

L'airbag del passeggero è sistemato sopra l'armadietto cruscotto, ha un volume da 105 a 135 litri e protegge (come l'airbag lato guida) contro i traumi alla testa, alla colonna cervicale e al torace. (LINK: Urto frontale)

Airbag laterali anteriori

In caso d'urto laterale, in meno di 20 millisecondi si gonfia un cuscino d'aria tra la porta e l'occupante. Nel pannello della porta è nascosto un airbag con un volume di 14 litri circa che esce dalla sua sede al livello della cucitura longitudinale, attutendo l'impatto sul torace. I sensori crash, posti sulle traverse dei sedili per misurare l'accelerazione laterale, attivano gli airbag laterali.

L'airbag laterale a difesa del torace «accoglie» quasi immediatamente l'occupante, allontanandolo cautamente dal lato dell'impatto. In questo modo si riduce l'effetto della velocità relativa tra la fiancata penetrante e l'occupante. L'airbag smorza in aggiunta la forza agente dall'esterno. Il problema fondamentale dell'urto laterale è la mancanza di una zona deformabile. L'energia può essere smaltita soltanto dalla porta, dal secondo montante e dal brancardo. (LINK: Urto laterale)

Airbag laterale posteriore (opzionale)

In meno di 20 millisecondi, ancora prima che l'abitacolo sia invaso da deformazioni, si gonfia l'airbag laterale posteriore disposto tra la porta, la terza luce e l'occupante. Questo airbag protegge le parti del corpo esposte, ovvero il torace, l'addome e il bacino. In caso di impatto improvviso, scatta il generatore di gas che gonfia l'airbag disposto tra il poggiatesta e la base della finestra.

Airbag per la testa AHPS

Gli airbag per la testa si sviluppano dal primo montante lungo il padiglione, sia sul lato guida che su quello del passeggero.

AHPS (Advanced Head Protection System) protegge la parte laterale della testa e della colonna cervicale, perché si pone come una tenda sui vetri laterali. Una volta innescata la carica esplosiva, la struttura tubolare fissata da apposite cinture si riempie di gas. Il gas aumenta il diametro e riduce la lunghezza complessiva dell'airbag. Il cuscino esce dal rivestimento e assume immediatamente la posizione definitiva. In questo modo è salvaguardata la necessaria stabilità ed aumenta la zona coperta, tenendo meglio conto delle diverse stature dei passeggeri. A differenza degli airbag tradizionali, questa struttura tubolare resta gonfiata per diversi secondi, diventando in pratica un elemento strutturale rigido. Il sistema di protezione della testa serve a proteggere contro le schegge di vetro e altre parti penetranti. (LINK: Urto laterale)

L'accelerazione della testa è innanzitutto smorzata dal cuscino. La dimensione e il gonfiaggio corretto del sacco impediscono l'urto violento della testa contro elementi solidi nell'abitacolo. L'impatto morbido sul cuscino è la premessa per escludere accelerazioni eccessive della testa. L'airbag ha, in un certo senso, anche una funzione di «freno».

Il sistema protegge anche contro le pericolose iperflessioni e ipertensioni laterali della testa. Infatti, la zona supplementare di deformazione formata dall'airbag protegge gli occupanti in caso di ribaltamento, evitando che i passeggeri siano proiettati dalle finestre laterali. (LINK: Urto laterale)

Airbag laterale e per la testa

Perché è stato scelto un sistema separato di airbag per la testa e il torace? I risultati della ricerca incidentologica dimostrano che gli urti laterali comportano un elevato rischio di traumatizzare la testa e il torace. Questi traumi sono dovuti da un canto a fenomeni di iperflessione e dall'altro a corpi penetranti o elementi dell'abitacolo stesso. Il risultato logico era di concepire per i due lati dell'automobile un sistema di airbag formato da airbag separati per la testa e per il torace. Insieme agli airbag frontali questi creano un sistema che, in caso d'incidente, protegge gli occupanti seduti sui posti esterni. (LINK: Urto laterale)

In numerosi test è stata dimostrata la validità di questo sistema integrato. Nelle situazioni standard dei crash test prescritti dalla normativa gli airbag per il torace hanno potuto ridurre fino al 25 percento l'affondamento delle costole misurato sui manichini. Il cosiddetto Viscous Criterion – un dato formato dall'intensità di traumatizzazione delle costole e dalla velocità di penetrazione – si riduce addirittura del 50 percento. L'uso dell'airbag per la testa ha potuto ridurre notevolmente il Head Injury Criterion. Inoltre, la testa rimane in una posizione quasi verticale, e è allontanata a velocità quasi uguale al torace dalla zona dell'impatto. Questo ha ridotto sensibilmente il potenziale di traumatizzazione.

Protezione laterale nel sedile

La struttura del sedile, dotata di supporti sotto il cuscino e nello schienale, incrementa la protezione in caso d'impatto laterale. Gli elementi ad assorbimento in materia sintetica, sia sul lato porta che sul lato tunnel, migliorano lo smaltimento dell'energia e la protezione verso il tunnel. In questo modo la nuova struttura del sedile migliora lo spazio di sopravvivenza per gli occupanti.

Poggiatesta attivi (opzionali)

In caso di tamponamento (LINK: Urto posteriore) l'occupante subisce la stessa accelerazione della macchina. Il torace e il bacino del passeggero sono a contatto con lo schienale e partecipano subito all'accelerazione. A causa della sua inerzia, nella fase iniziale del crash la testa rimane nella sua posizione iniziale, mentre il busto è proiettato in avanti. Questa dinamica porta al brusco arretramento della testa, con conseguenze traumatiche per le vertebre cervicali (colpo di frusta). Per questa ragione è importante portare il poggiatesta per tempo a contatto con la testa per evitare il movimento relativo tra la testa e il busto.

In caso di crash i poggiatesta attivi reagiscono in questo modo:
il sensore crash attiva la carica esplosiva che brucia un propellente solido.
Il gas così sprigionato genera una pressione che, attraverso un meccanismo,
si trasforma in moto di avanzamento del poggiatesta che avrà rapidamente
contatto con la testa.

I poggiatesta attivi proteggono contro i traumi anche in caso d'urto frontale,
perché al movimento in avanti segue sempre il rimbalzo sullo schienale.
Anche in questo caso la testa sarebbe lanciata indietro a seguito del suo peso.

5.4 Protezione di partner e pedoni

Compatibilità

L'idea della protezione dei partner è che i veicoli «più deboli» possano approfittare delle zone deformabili dei veicoli «più robusti». Ciò suppone tuttavia una certa compatibilità tra le carrozzerie, affinché al momento dell'urto non si presenti il fenomeno di un «accavallamento» delle carrozzerie. Le case automobilistiche devono badare a questa compatibilità.

Nel traffico stradale succedono collisioni tra veicoli di massa diversa in condizioni svariatissime. È relativamente raro l'incidente tra due veicoli di uguale massa. Differenze nascono spesso anche dalla diversa rigidità delle strutture di deformazione, in particolare quando l'impatto interessa non solo il modulo anteriore, ma anche le fiancate e la parte posteriore. Basti pensare ad un urto laterale, quando il veicolo che investe colpisce con la sua parte anteriore la fiancata dell'altra macchina. L'idea della protezione dei partner riguarda la necessità di considerare, e valutare, le caratteristiche di tutte le automobili sotto l'aspetto della loro massa, rigidezza e differenza geometrica (ad es. minime e SUV).

Pedoni

Le automobili del BMW Group sono sostanzialmente costruite in modo da proteggere anche il partner in caso d'incidente. Questo vale in modo particolare per chi è meno protetto: pedoni, ciclisti e motociclisti. Il motivo è chiaro, proprio nel caso del BMW Group: è l'unico costruttore europeo di automobili che produce anche motociclette. Forme arrotondate della carrozzeria nel modulo frontale, fregi non sporgenti e retrovisori facilmente ribaltabili migliorano la protezione per i pedoni.

6. Fase 5 – Dopo l'incidente

Alimentazione sicura del carburante e impianto elettrico

Il carburante che effluisce da un'automobile incidentata è pericoloso. Basta una piccolissima scintilla della rete di bordo o l'attrito tra due pezzi di metallo per far scoppiare un incendio. Per questa ragione è utile sistemare non solo il serbatoio, ma anche tutte le tubazioni e gli altri pezzi dell'impianto di alimentazione in una posizione ben protetta, perché il maggior numero degli incendi inizia proprio nel vano motore.

Morsetto batteria di sicurezza SBK

Dopo un grave crash (LINK: Dopo la collisione) il morsetto separa automaticamente il cavetto dalla batteria, evitando in questo modo il corto circuito nel sistema di avviamento che potrebbe causare un incendio. La centralina elettronica collegata ai sensori di crash manda il segnale di separazione del morsetto.

Su tutte le macchine in commercio esiste un cavetto di avviamento che collega la batteria con il motorino, mentre un secondo cavetto, più sottile, collega la batteria e la rete di bordo. Pur essendo disposto in zona protetta contro i crash, in caso di grave urto il cavo di avviamento (detto anche cavetto B+) delle automobili del BMW Group potrebbe essere danneggiato. Per questa ragione l'elevato amperaggio trasportato è controllato dal morsetto batteria di sicurezza (SBK) posto sul polo positivo della batteria.

Si tratta di un componente del tipo capocorda che blocca l'estremità del cavetto. Nella cavità tra la parete frontale conica e l'involucro del morsetto SBK è inserita una carica esplosiva, simile a quella dell'airbag o del pretensionatore delle cinture. Questa carica è innescata dalla centralina degli airbag che capta la direzione dell'urto. Il gas di questa carica pirotecnica agisce sul cono e lo fa uscire dalla sua sede; entro due millisecondi è così interrotto elettricamente il collegamento tra il cavo di avviamento e la batteria. Due mollette impediscono il rimbalzo del cono nella sua sede originaria.

Un collegamento separato con la rete di bordo ne garantisce il corretto funzionamento, anche dopo lo stacco del modulo SBK. In questo modo è sicuro il funzionamento degli elementi importanti: hazard, luci, centralina airbag (necessaria per le eventuali collisioni secondarie) (LINK: Secondo impatto) e chiamata telefonica di emergenza.



Disattivazione pompa carburante

Quando sono stati raggiunti i criteri di attivazione del pretensionatore, viene interrotto automaticamente l'afflusso di carburante. Via linea dati la centralina dell'airbag manda un segnale alla centralina del motore per disattivare la pompa del carburante, evitando così il possibile incendio nel vano motore.

Interventi immediati

L'informazione di una collisione è sempre trasmessa da una centralina agli altri sistemi. (LINK: Dopo la collisione) Se scatta un airbag, sono automaticamente attivati anche l'hazard (per prevenire gli altri utenti della strada) e le luci dell'abitacolo per facilitare l'orientamento degli occupanti e dei soccorritori. Se la chiusura centralizzata era stata chiusa, le porte si sbloccano automaticamente. Ciò permette agli addetti di salvare le persone eventualmente rimaste ferite.

Chiamata di emergenza automatica/manuale

Quando i sensori di crash captano l'avvenuto grave indicente, il sistema BMW Assist – eventualmente installato a bordo – lancia automaticamente una chiamata d'emergenza. (LINK: Dopo la collisione) Con l'aiuto del canale SMS del telefono mobile sono trasmessi i dati della macchina e le coordinate della sua posizione riconosciute dal sistema di navigazione GPS. Se la macchina non fosse equipaggiata di sistema di navigazione oppure non fosse possibile raggiungere la centrale operativa, il telefono proverà a collegarsi automaticamente con il «112». Un'altra possibilità è la chiamata di emergenza inviata dal pilota o dal passeggero, premendo il tasto integrato nel padiglione della macchina.

7. Lo sguardo al futuro imminente

Integrated Chassis Management ICM

La maggior parte dei sistemi di regolazione è, a tutt'oggi, prevalentemente autosufficiente. In futuro saranno invece collegati in rete. ICM svolge la funzione di coordinatore preposto e deciderà, nel caso concreto, sul miglior impiego di un sistema. Oltre a ciò questo «coordinatore al metalivello» inoltrerà le informazioni importanti captate da un sistema di regolazione agli altri sistemi collegati. Oggigiorno ogni sistema dispone ancora di un riconoscimento separato. L'impiego dell'ICM porterà ad una cooperazione tra i sistemi di frenatura, di sterzata (attiva) e di regolazione dell'assetto (Dynamic Drive); il risultato sono sinergie e vantaggi funzionali per il cliente.

Il primo passo verso il futuro dei sistemi di regolazione dell'assetto è già stato compiuto dall'Electronic Brake Management (EBM). (LINK: Electronic Brake Management EBM). L'Integrated Chassis Management si basa proprio su questa idea dell'interazione tra i sistemi.

Electronic Brake Management e Brake by Wire

Il lancio dell'Electronic Brake Management (EBM) in BMW è stata la prima pietra per realizzare le future generazioni di sistemi di regolazione dei freni. L'obiettivo dell'EBM è di valorizzare gli attuatori presenti nel Dynamic Stability Control (DSC) per un numero possibilmente grande di funzionalità che interessano direttamente i freni. Oltre alle tradizionali funzioni ABS, ASC e DSC, il sistema EBM comprende il Cornering Brake Control (CBC), il Dynamic Traction Control (DTC) nonché il Dynamic Brake Control (DBC). L'intervento automatico dei freni durante il funzionamento del sistema ACC (Adaptive Cruise Control) è generato attraverso un'interfaccia ECD (Electronic Controlled Deceleration). Altri elementi dell'EBM sono, per la BMW X5, il Hill Descent Control (HDC) e per la nuova Serie 7 il freno di stazionamento con la funzione Automatic Hold, che blocca la macchina con motore acceso anche su strade in salita o in pianura, senza dover premere il pedale del freno. Inoltre, il sistema EBM consente, nell'ambito della funzionalità del freno di parcheggio della BMW Serie 7, di valorizzare attraverso il sistema idraulico DSC la funzione della frenata di emergenza che agisce, per la prima volta, sulle quattro ruote. EBM è associato ad un dispositivo frenante tradizionale, può tuttavia essere collegato anche ad altre soluzioni, come ad esempio Electro Hydraulic Brake (EHB) oppure Electro Mechanic Brake (EMB), sfruttandone il potenziale operativo.



Il lancio della tecnologia Brake by Wire, con la trasmissione elettrica della richiesta di frenata dal pedale al freno, sostituirà quella idraulica. Se adeguatamente configurati, i sistemi elettrici di frenatura vantano un notevole potenziale in quanto a comfort, precisione e dinamica, oltre al gran numero di funzioni integrative.

Nei sistemi di frenatura elettroidraulici la richiesta del guidatore è trasmessa e valorizzata elettricamente dalla centralina. Il comando delle valvole nel gruppo idraulico manda la pressione necessaria di frenata dall'accumulatore ad alta pressione ai freni delle ruote. Dato che manca il collegamento diretto meccanico-idraulico tra il pedale e il freno, la corsa e la forza del pedale sono riprodotti da un simulatore. In caso di disfunzione resta invariata l'attivazione meccanico-idraulica del freno.

Si parla di un Electro Mechanic Brake (EMB), quando i componenti idraulici alle pinze sono sostituiti da attuatori elettrici. In questo caso la richiesta del pilota è trasmessa elettricamente ai servomotori delle pinze. Dato che il sistema è privo di liquido frenante, il sistema EMB è spesso anche definito il Brake by Wire «secco».

Oltre a ridurre il peso, l'ingombro e i costi, un obiettivo fondamentale dei futuri sviluppi è di raggiungere, e superare, le caratteristiche operative positive dei tradizionali impianti frenanti. Vi contribuirà anche la crescente capacità di calcolo delle centraline elettroniche che sarà di grande vantaggio ai piloti e darà un contributo importante alla sicurezza attiva. L'avvento della tecnologia Brake by Wire rivoluzionerà le future generazioni di automobili e consentirà di integrare funzionalità innovative nel mondo dei sistemi di regolazione dell'assetto.

ConnectedDrive – interazione tra pilota, auto e ambiente

Il concetto di ConnectedDrive è composto dalle parole inglesi «connect» (connettere) e «drive» (guidare). È un sistema innovativo del BMW Group che intende fare interagire il guidatore, la macchina, gli altri utenti della strada e l'ambiente circostante. Ebbene, mentre in passato il collegamento delle diverse informazioni veniva lasciato all'uomo ed alle sue capacità interpretative, nel caso di ConnectedDrive cambia fundamentalmente l'approccio filosofico. L'obiettivo è di mettere a disposizione del guidatore il maggior numero di informazioni in una forma possibilmente personalizzata. ConnectedDrive potrebbe essere anche definito come copilota virtuale che eroga le informazioni giuste al momento giusto nella forma giusta. Si tratta insomma di un benefit per il guidatore che resta comunque padrone assoluto di tutte le sue azioni e responsabile delle sue scelte e delle relative conseguenze. L'auto «pensa», però anche in futuro eseguirà gli ordini del suo guidatore.

Lotta al colpo di sonno: l'assistente di veglia

La ricerca del BMW Group sta sperimentando un sistema capace per ridurre il pericolo delle conseguenze di un colpo di sonno. Uno studio dell'associazione tedesca dell'industria assicurativa (GdV) dimostra che nel 24% degli incidenti autostradali con esito letale il motivo è stato il colpo di sonno.

L'assistente di veglia è in grado di riconoscere il grado di sopore del guidatore.

Una camera intelligente a raggi infrarossi riconosce il grado di attenzione o stanchezza del guidatore in base alla frequenza e la velocità dei battiti delle palpebre e il grado di apertura degli occhi. Una persona sveglia ha un minore numero di battiti delle palpebre, che però sono molto veloci.

Più stanca diventa, maggiore è il numero dei battiti che però sono più lenti.

Parallelamente si riduce il grado di apertura degli occhi.

In base a questi dati l'algoritmo aritmetico dell'assistente calcola il grado di veglia o stanchezza istantaneo. Il sistema reagisce subito con un segnale ottico, se dovesse riconoscere che il guidatore è oggettivamente stanco, o si sta avvicinando alla stanchezza. L'obiettivo di questo progetto di ricerca è di riconoscere, e evitare possibilmente, i pericoli dovuti alla stanchezza.

Il BMW Group distingue quattro fasi di attenzione o stanchezza. Fase 1 = sveglio, fase 2 = attenzione ridotta, fase 3 = stanco, fase 4 = sonnolento.

I guidatori sonnolenti rischiano di subire un colpo di sonno o di addormentarsi addirittura completamente. Il sistema, attualmente in fase sperimentale, visualizza il risultato calcolato dall'assistente di veglia. Se riconosce che il guidatore è sveglio (= fase 1), sono accesi due diodi verdi. Se invece la sua attenzione è ridotta (= fase 2) oppure è stanco (= fase 3), sono accesi uno o due diodi gialli. Se il guidatore invece dovesse trovarsi in uno stato sonnolento (= fase 4), due diodi rossi lo avvertono sull'imminenza del pericolo di un colpo di sonno. Ovviamente è ipotizzabile accompagnare quest'ultima fase con un segnale acustico.



Visione notturna

Viaggiare di notte è straordinariamente faticoso e anche rischioso. Da anni BMW sta progettando tecnologie innovative destinate a ridurre i problemi del guidatore nei tragitti notturni e contribuire a questo modo anche ad aumentare la sicurezza generale del traffico stradale.

L'innovativo sistema di assistenza alla guida BMW Night Vision e assistente luce di profondità permette ai guidatori di una BMW di affrontare con maggiore previdenza i viaggi durante le ore del tramonto e notturne. Infatti, situazioni critiche sono riconosciute prima e ci si può adattare più presto. Oltre ad aumentare la sicurezza, il sistema rende la guida meno stressante; situazioni potenzialmente critiche sono riconosciute per tempo e si evitano comandi ridondanti. Per il guidatore si tratta di un comfort sensibilmente maggiore.

BMW Night Vision: tecnologia innovativa a raggi infrarossi aumenta la sicurezza di notte

Un termovisore esegue la scansione fino a 300 metri davanti alla macchina. L'immagine che risulta da questa scansione è visualizzata sul monitor e raffigura gli oggetti captati: più chiari sono, maggiore è il calore registrato dalla camera. Le parti più chiare dell'immagine sono di conseguenza uomini (pedoni sul bordo della strada) e animali (forse selvatici vaganti) – e anche punti su cui concentrarsi durante la guida responsabile. Nei tragitti interurbani, in strade molto strette, nelle entrate di poderi e autosilos mal illuminati, il BMW Night Vision aumenta notevolmente la sicurezza.

I risultati di una serie di studi comparati hanno indotto gli ingegneri BMW ad optare per questa innovativa tecnologia dei raggi infrarossi a distanza (FernInfraRot – FIR), perché riconosce efficacemente di notte uomini, animali e oggetti vari. Diversi studi scientifici dimostrano inoltre che, in confronto alla tecnologia a raggi infrarossi a corto raggio (NahInfraRot – NIR) il sistema FIR è la tecnologia più adatta al caso. Oltre ai vantaggi intrinseci al sistema FIR, BMW ha potenziato la tecnologia con alcune funzionalità dedicate. Infatti, la visualizzazione segue il percorso stradale (panning) e oggetti molto distanti possono essere ingranditi (zoom). Un comando affiancato al comando delle luci serve a attivare/disattivare il BMW Night Vision. BMW Night Vision sarà probabilmente disponibile a partire dal quarto trimestre per la Serie 7.

Assistente luce di profondità: viaggiare con gli abbaglianti – più semplice per il guidatore

L'assistente luce di profondità disponibile da settembre 2005 per le BMW Serie 5, Serie 6 e Serie 7 consta di un sensore, integrato nel piede del retrovisore interno, registra la dinamica del traffico e gestisce autonomamente l'on/off degli abbaglianti. A tale proposito il sistema riconosce la luce della macchina, le luci di coda delle macchine che precedono nonché l'illuminazione stradale. Le luci abbaglianti si accendono sempre, quando l'illuminazione sulla strada non è sufficiente e il cono di luce non incontra macchine che precedono oppure procedono in senso contrario. BMW è il primo costruttore europeo del segmento premium che offre un tale sistema.

Uno studio scientifico negli Stati Uniti ha dimostrato che i fari di profondità vengono poco usati, benché in molte situazioni ciò fosse possibile o addirittura necessario. L'assistente luce di profondità contribuisce in all'uso più frequente degli abbaglianti. Con questo sistema, inoltre, non si abbaglia più gli altri utenti della strada, quando il guidatore si dimentica di accendere gli anabbaglianti. Oltre ad aumentare il comfort, l'assistente incrementa la sicurezza.

8. Glossario

Raccolta di voci

ABS

Anti Blocking System.

ACC

Adaptive Cruise Control.

ADB

Automatic Differential Brake.

AHPS

Advanced Head Protection System.

ALC

Adaptive Light Control.

ASC

Automatic Stability Control.

AUC

Automatische Umluft Control.

BFD

Brake Force Display.

CBC

Cornering Brake Control.

DBC

Dynamic Brake Control.

Dérapiage

Slittamento o deviazione laterale, particolarmente delle ruote posteriori.

Nella guida sportiva lo spostamento laterale posteriore della vettura compiuto di proposito da piloti automobilistici (spesso insieme alle ruote slittanti).

DSC

Dynamic Stability Control.SC



DTC

Dynamic Traction Control.

EBM

Electronic Brake Management.

EBV

Regolazione elettronica della forza frenante.

EDC

Electronic Damper Control.

EHB

Electro Hydraulic Brake.

EMB

Electro Mechanical Brake.

EPS

Electric Power Steering.

EWS

Elektronische Wegfahrsperre – Antiavviamento elettronico.

FLC

Flexible Light Control.

Freno motore

Nelle fasi di rallentamento, a pedale dell'acceleratore rilasciato, il motore viene trascinato e assorbe potenza, per via delle resistenze meccaniche e del lavoro di pompaggio del gas nei cilindri. Di conseguenza la vettura viene rallentata.

HBA

Hydraulic Brake Assistant.

HDC

Hill Descent Control.

HIC

Head Injury Criterion.

ICM

Integrated Chassis Management.

Imbardata

Rotazione del veicolo intorno al proprio asse verticale.

Imbardata, angolo di

L'angolo d'imbardata è l'angolo di rotazione dell'automobile attorno all'asse longitudinale.

Imbardata, momento di

È il prodotto della forza per il braccio ($M = F \times a$);

il momento d'imbardata è di conseguenza l'unità dell'imbardata.

MSR

Motor-Schleppmomenten-Regelung – Regolazione del rilascio motore.

PDC

Park Distance Control.

RDC

Reifen Druck Control – Controllo pressione pneumatici.

RSC

Run Flat System Component.

SBK

Sicherheits-Batterie-Klemme – Morsetto batteria di sicurezza.

Slittamento

La differenza di velocità tra la ruota e la velocità reale del veicolo. Il fenomeno si esprime sia attraverso il bloccaggio che il pattinamento delle ruote.

Sottosterzo

La vettura in curva, in seguito a un'eccessiva velocità d'entrata o a scarsa aderenza, tende a percorrere una traiettoria più larga di quella desiderata. Il fenomeno è una conseguenza dell'inerzia (peso del motore sull'asse anteriore).

Sovrasterzo

La vettura in curva tende ad allargare, con il retrotreno, la traiettoria. Il veicolo incomincia a ruotare intorno al proprio asse verticale (imbardata). Il sovrasterzo può avvenire per eccesso di potenza sulle ruote posteriori; nelle automobili a trazione anteriore il fenomeno può seguire, staccando improvvisamente l'acceleratore.

Trazione

Esprime la qualità di trasmettere la potenza con le ruote alla strada.

Variazione di carico

È il cambiamento della direzione della forza oppure della coppia motrice trasmessa, causata ad esempio dallo stacco dell'acceleratore.

9. Norme e rating per crash test

Le principali norme e i rating per i crash test nonché i relativi criteri

Norma EEC 96/79:	Urto frontale contro barriera deformabile a 56 km/h; urto disassato al 40 per cento. Carico: due persone e bagagli. Criteri: protezione occupanti, possibilità di salvataggio, struttura veicolo, tenuta impianto carburante.
Norma EEC 96/27:	Urto laterale di una barriera mobile e deformabile di 950 kg (telaio a ruote e struttura frontale a nido d'ape) lanciata a 50 km/h contro una vettura. Carico: una persona con bagagli. Criteri: protezione occupanti, possibilità di salvataggio, struttura veicolo, tenuta impianto carburante.
Giappone TRIAS 47:	Urto frontale contro barriera indeformabile 0° (angolo retto), lanciata a 50 km/h; copertura del 100 per cento (full-scale). Carico: due persone e bagagli. Criteri: protezione occupanti.
USA FMVSS 208:	Urto frontale contro barriera indeformabile 0°–30° (blocco inclinato), allacciati e non allacciati. Velocità 48,3 km/h; Copertura del 100 per cento ; Carico: due persone e bagagli. Criteri: protezione occupanti.



Novità da 9/03:

Sei urti frontali contro barriera indeformabile, 0°–30°, allacciati e non allacciati, 40–48 km/h, manichini: 5% donna e 50% uomo
un urto frontale offset, barriera deformabile, Copertura 40%, 40 km/h, allacciati,
Manichino: 5% donna
Richiesta: out of position.
Criteri: protezione occupanti.

USA FMVSS 301:

Urto frontale contro barriera indeformabile 0°–30°, a velocità di 48,3 km/h;
copertura 100 per cento crash laterale a 32 km/h, urto posteriore a 48,3 km/h,
barriera indeformabile mobile (1.814 kg).
Carico: due persone e bagagli.
Criterio: tenuta impianto carburante.

USA FMVSS 214:

Urto laterale di una barriera deformabile di 1.365 kg, lanciata a 54 km/h.
Carico: due persone e bagagli.
Criterio: protezione occupanti.

USA FMVSS 201:

Urto laterale contro una colonna tipo albero di Ø 254 mm, lanciata a 29 km/h.
Criterio: protezione occupanti.

Ratings

Euro-NCAP:

New Car Assessment Program

(= programma di valutazione delle automobili nuove);

Urti frontali e laterale (+ test contro il palo per veicoli con sistemi per la protezione della testa).

Aumento della velocità dell'impatto della norma EEC 96/79 (urto frontale) a 64 km/h.

Valutazione individuale e globale del rischio di traumatizzazione di diverse zone del corpo nei crash frontale e laterale (valutazione separata di seggiolini e protezione dei pedoni).

J-NCAP:

Due crash frontali (copertura totale + offset), crash laterale.

Aumento della velocità dell'impatto della norma J

TRIAS 47 a 56 km/h, della norma EEC 96/79 a 64 km/h e della norma EEC 96/27 (urto laterale) a 55 km/h.

Valutazione della protezione occupanti, struttura, salvataggio per ogni tipologia di crash e valutazione complessiva.

US-NCAP:

Aumento della velocità d'impatto della norma USA FMVSS 208 (urto frontale) a 56 km/h e della norma USA FMVSS 214 (urto disassato) a 63 km/h.

Valutazione separata della protezione occupanti nel crash frontale e laterale.

IIHS:

(= Insurance Institute for Highway Safety, USA)

Urto frontale contro barriera deformabile a 64 km/h; 40 per cento diassamento;

Carico: due persone e bagagli.

Valutazione individuale della struttura, dei sistemi di ritenuta, protezione occupanti, giudizio globale.