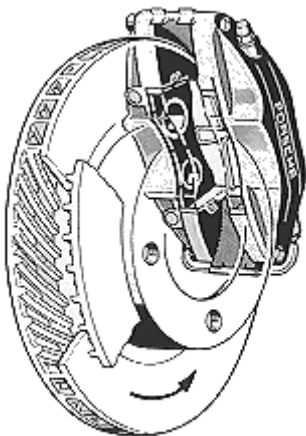


· Isaac López Luque

· Crédito 4: Sistemas de transmisión y frenado

· Control de estabilidad y de tracción, frenos y transmisiones 4x4

· Automoción: AUM-2 2003-2004



Índice:

| | |
|----------------------------------|----|
| • Presentación: | 3 |
| • Control de estabilidad: | 4 |
| • Funcionamiento: | 5 |
| • Sus inicios: | 6 |
| • En el mercado: | 8 |
| • Sistema de frenado: | 10 |
| • Frenos cerámicos: | 11 |
| • Control de tracción: | 16 |
| • Tracción 4x4: | 18 |
| • Componentes: | 19 |
| • Conclusiones: | 22 |



· Presentación:

· Con este trabajo pretendo explicar el funcionamiento del control de estabilidad, su integración en el automóvil y el resultado de su funcionamiento de este componente de seguridad.

Otro sistema es el control de tracción mediante el cual el motor transmite toda la potencia posible a las ruedas motrices para desplazarse sin que se produzca una pérdida de potencia debido al deslizamiento de los neumáticos. Los frenos son un tema importante a la hora de detener el vehículo, y como cada día se fabrican motores de mayor potencia que permiten que los vehículos circulen a una mayor velocidad, también se diseñan y fabrican mejores frenos y de distintos tipos.

En un vehículo todoterreno de pura sangre si se pretende circular por terrenos accidentados y de poca o nula adherencia, se debe disponer de sistema de tracción a las cuatro ruedas para mejorar el agarre y permitir salir de situaciones difíciles en los que un todoterreno o un vehículo SUV equipado con diferenciales normales nunca podrían salir. Por esa razón también se utilizan diferenciales autoblocantes o especiales.

· Control de estabilidad:

· El control de estabilidad o como se conoce por sus siglas "ESP" es un sistema de ayuda al conductor que consiste en mantener el vehículo en la trayectoria deseada en los momentos que se pierde el control de éste. Mayormente se conoce con el nombre de "Control de estabilidad" o con las siglas en alemán "ESP", pero cada fabricante utiliza su propio nombre.

Alfa Romeo: ASR.

Peugeot: CDS- Controle Dynamique Stabilité.

Volvo: DSA- Dynamic Stability Assistance.

BMW: DSC-Dynamic Stability Control.

Grupo VAG: ESBS-Electronic Stability Braking System.

Jaguar: ESC-Electronic Stability Control.

Porsche: PSM-Porsche Stability Management.

Fiat: VDC-Vehicule Dinamic Control.

Mitsubishi: MASCS.

· La eficacia del control de estabilidad está limitada por la velocidad del vehículo y la adherencia disponible; si la velocidad pasa de un cierto límite para la adherencia dada, el control de estabilidad no puede hacer nada.

· Por ejemplo, el control de estabilidad es inútil mientras el coche hace "aquaplaning", porque ahí no hay contacto entre las ruedas y el suelo. Si pierde la trayectoria por esa causa, el control de estabilidad no es útil hasta que el neumático vuelve a tener contacto con el suelo (y, en ese momento, puede ser una gran ayuda).

· Cuando el coche se aparta de la trayectoria deseada existen dos efectos posibles: subviraje y sobreviraje.

- El **subviraje** se produce cuando por ejemplo el conductor se encuentra en una curva con el vehículo circulando a una determinada velocidad y debe esquivar un obstáculo y la superficie es resbaladiza. En estas condiciones el vehículo tiende a irse hacia el exterior de la curva debido principalmente a que el vehículo no gira lo suficiente y a la pérdida de adherencia de los neumáticos al suelo y a la propia inercia del vehículo. También ocurre que en un subviraje el vehículo se sale de la curva por el exterior siguiendo una trayectoria recta independientemente de si el volante está girado o no. Otra manera de reconocer un subviraje es cuando el coche derrapa del eje trasero.

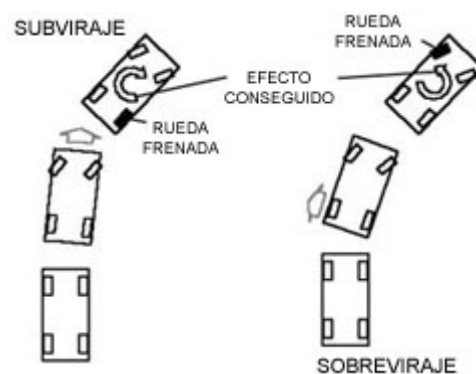
- El **sobreviraje** aparece en algunos casos después del subviraje cuando el vehículo ha recuperado adherencia y el conductor tiene la dirección muy girada. Otra manera de sobrevirar es cuando el vehículo circula a gran velocidad en una curva y desacelera, en ese momento el vehículo deja de traccionar y tiende a irse hacia el lado interior de la curva. El sobreviraje es una pérdida de trayectoria totalmente controlable en la mayoría de los casos por el conductor (si dispone de buenos reflejos) sin necesidad de emplear el control de estabilidad. En este caso el vehículo derrapa del eje delantero.

· Resulta así que el control de estabilidad es especialmente eficaz en manos de conductores que lo tengan como un seguro en caso de error o circunstancias imprevisibles, más que para quienes lo usen como un instrumento para ir más rápido de lo que harían sin él.

· Con la explicación básica de pérdida de control del vehículo, el control de estabilidad actúa sobre los cuatro frenos del vehículo de manera independiente según el eje en el que se produzca el derrapaje.

Por ejemplo, en un subviraje en el cual derrapa el eje trasero del vehículo, el control de estabilidad actúa sobre el freno de la rueda delantera de la parte exterior de la curva para equilibrar el giro del vehículo y limitar la tendencia al derrapaje.

Para corregir un sobreviraje el control de estabilidad actúa sobre la rueda trasera de la parte interior de la curva y así corregir el derrapaje del eje delantero.



· Funcionamiento:

· Básicamente el ESP es un programa electrónico que ayuda al conductor en la conducción sobre carreteras difíciles y en situaciones críticas.

Mediante el empleo de sensores electrónicos, la hidráulica y un programa de software combinados entre ellos se consigue un aumento de la seguridad sobre el impredecible asfalto.

- **Sensores:** Estos se encargan de medir continuamente el ángulo de giro de la dirección, la velocidad de rotación de las ruedas, la aceleración transversal del vehículo en curvas, y el ángulo de rotación sobre el eje del vehículo (derrapaje del vehículo sobre la calzada).

Este sistema de seguridad activa reconoce cuando el vehículo perderá la estabilidad con suficiente tiempo como para actuar en milésimas de segundo sobre el sistema de frenado y el motor para ayudar al conductor a mantener el vehículo en su correcta trayectoria deseada mediante fuerzas de frenado.

· Sus inicios:

- Los primeros trabajos sobre el ESP se iniciaron cuando el sistema electrónico de antibloqueo de frenos (ABS), se encontraba en fase de pruebas. Entonces, los técnicos intuyeron, correctamente, que aquel era el principio de la realización de su sueño, pero en aquellos tiempos (1978) no había suficiente material electrónico ni medios para hacer lo que ellos tenían en mente.

Siete años más tarde, en 1985, la aparición de nuevos dispositivos electrónicos, como el diferencial autoblocante automático (comandado electrónicamente) el ASD y el control de tracción (ASR), les aportaron todo lo que necesitaban para poder avanzar en su idea.

Sin embargo, para perfeccionarla y hacerla llegar al automovilista de la calle necesitaban un socio. Y ese fue Robert Bosch, que también dispone de un centro de desarrollo y que, desde comienzos de los 90, se unió al proyecto.

- **Aplicaciones:** Bosch y Mercedes trabajando juntos consiguieron tener a punto con más rapidez el Electronic Stability Program, más conocido en el mercado por las siglas ESP, que se instaló como equipo de serie, en 1995, en los coupés SEC 600 del fabricante alemán. Posteriormente, estuvo disponible también en las berlinas de la Clase S, y comenzó a popularizarse al introducirse en el mercado la actual Clase E, en la que es equipamiento opcional.

El ESP sería posteriormente decisivo para salvar al Clase A, puesto bajo sospecha de inestabilidad después de que un periodista sueco volcara a su volante realizando unas pruebas para la televisión. Tras unas semanas de incertidumbre del staff técnico de la marca, poco acostumbrado a otra cosa que no sean parabienes por el trabajo realizado, Jürgen Schrempp, su presidente, decidió cortar por lo sano y hacer que se equipara a todos los Clase A, incluidos los que ya se habían vendido y entregado a sus propietarios, con el sistema ESP. A partir de ese momento, desaparecieron las críticas al Clase A. Hay quien dice que fue el poder de la estrella, haciendo alusión a que el prestigio de Mercedes puede con todo, pero es dudoso que ese poder no se hubiera visto afectado si los revolcones y los problemas de estabilidad del coche hubieran continuado.

Esta efectividad ha sido también refrendada por el Instituto de Seguridad del Automóvil, organización dependiente de la "Asociación de Aseguradoras Alemanas (GVD)", que lo considera un elemento altamente eficaz en la prevención de accidentes.

El análisis detallado, realizado por sus expertos, de 831 de los 15.000 accidentes con víctimas mortales que se produjeron en el país, reveló que en un 60% de los casos fueron impactos laterales los que acabaron con la vida de las víctimas y que un 33% de todos los accidentes con muertos se produjo cuando el vehículo derrapó debido a errores de conducción, reacciones bruscas con el volante, pavimento deslizante y velocidad excesiva. Por este motivo, la GVD recomienda el ESP y estima que su introducción como elemento de serie se traduciría en una baja notable de los accidentes mortales.

· **Buenos resultados:** Al respecto, puede ser interesante el dato conseguido por la propia Mercedes en su centro de simulación de Berlín. Realizó una prueba, en la que participaron 80 conductores de ambos sexos, en recorridos en los que aparecían curvas con placas de hielo. Los 80 conductores superaron la prueba sin accidentarse con el coche equipado de ESP. Sin embargo, sin el ESP el 78% de ellos sufrieron un accidente.

Una vez que Mercedes ha introducido el ESP en el mercado, Bosch lo ha suministrado a otras marcas. En realidad, en el momento en que aparecieron los primeros coches de la primera equipados con su sistema de control de estabilidad, BMW estaba ya probando la adaptación a sus modelos.

En la actualidad, hay ya otros fabricantes de equipos y componentes para el

automóvil, competidores de Bosch, que han desarrollado sistemas similares. Aunque por el momento, todos juntos no están siendo capaces de atender una demanda cada día más elevada. Y es precisamente esta escasez la que impide que no se aplique de serie en todos los nuevos modelos o que, incluso alguno de ellos, no lo tengan ni siquiera disponible como opción por el momento. Es el caso del Citroën C5, un automóvil que se presenta como cargado de electrónica.

· En el mercado:

· Los ingenieros de Bosch, la compañía inventora del ESP, piensan que estos dispositivos y otros como el airbag, han permitido reducir los accidentes de tráfico en más del 50% en los últimos 30 años.

Pese a su benefactora labor, el ESP se monta en casi el 50% de los vehículos nuevos que se matriculan en Alemania, mientras que en España apenas está presente en el 4% de los que se comercializan. Uno de cada dos en Alemania, uno de cada cuatro en Europa y uno de cada veinte en España. El automovilista español puede que se haya quedado anclado en el airbag y el ABS en materia de dispositivos de seguridad, desconociendo en qué consiste y cómo funciona el control de estabilidad.

Actualmente muchos vehículos tienen el ESP opcional o lo incluyen de serie en toda su gama, pero Alfa Romeo ha ido más lejos y le ofrece un modelo de control de estabilidad para su reciente 147 con dos opciones de funcionamiento. Lo denominan VDC, y básicamente es una versión modificada del ESP y una de las opciones es la de limitar la actuación del control de estabilidad a frenar sólo la rueda que sea necesaria para recuperar el control del coche en derrapaje, sin actuar en ningún caso sobre el motor. Esta disposición contribuye a que el vehículo tenga una mayor respuesta en la salida de las curvas, mientras que sobre superficies mojadas se desconecta el control de estabilidad. También se puede anular el VDC cuando el conductor desee obtener una conducción más deportiva sin sistemas que intervengan en la conducción.

El control de estabilidad se puede obtener por separado para instalarlo en determinados vehículos. El ESP lo suministran algunas empresas que se dedican exclusivamente a diseñar y fabricar sistemas de seguridad activa y pasiva para los vehículos. Este sistema tendría un precio relativamente barato porque solamente se compone de circuitos electrónicos y sensores, pero su precio de venta es algo elevado debido a que se ha de amortizar los

más de 20 años de investigación hasta obtener lo que es hoy el control de estabilidad.

No solamente los turismos incorporan este sistema de seguridad activa, los camiones están empezando a incorporarlo. Concretamente la casa DAF ha dotado a los camiones de 2 ejes (modelos CF75, CF85 y XF). La función es la misma que un control de estabilidad de un turismo, mantiene la estabilidad y contribuye a prevenir accidentes. Además este sistema contrarresta el efecto de tijera y si se presenta una situación de "sobreviraje o subviraje", el sistema regula inmediatamente a menos la potencia del motor, frena el semirremolque y, en su caso, también una rueda individual delantera o trasera de la cabina del camión.

Empresas como Bosch han desarrollado un sistema de control de estabilidad para vehículos, exactamente orientado a los turismos que emplea el sistema CAN BUS para unir físicamente los sensores con la centralita. Gracias a este sistema electrónico se consigue disminuir el cableado.



· Componentes de un ESP ↗

· Sistema de frenado:

· Todos los vehículos han de disponer de un mecanismo que sea capaz de aminorar la velocidad a la que circula o pararse completamente si es necesario. Ese mecanismo es el denominado sistema de frenado. Pero como no todos los vehículos son iguales, se montan los sistemas de frenado con algunas diferencias entre ellos. Los factores que influyen en la elección del sistema de frenado son muchos (peso del vehículo, velocidad que puede circular el vehículo, en función del peso que puede transportar...)

· Los sistemas de frenado que montan los vehículos se componen por:

1-Disco: Este es el componente que gira juntamente con la transmisión (eje motriz) o con las ruedas (eje que no tracciona). En vehículos de potencia media se emplea el acero para fabricar los discos, y en vehículos de potencia elevada o de competición se utiliza la cerámica o la fibra de carbono para la construcción de los discos. Dispone de dos superficies de rozamiento. El freno de mano actúa en los frenos del eje trasero por medio de unos cables de acero. Este tipo de frenos se puede montar en ambos ejes y solamente en vehículos no muy pesados y con una determinada potencia.

2-Pastilla: Se montan en conjunto de dos por cada disco de freno, y antiguamente se componían de amianto y ferodo que producían cáncer. Actualmente su composición en los frenos es casi nula.

Las pastillas de frenado son de menor tamaño que el disco de freno y por una de sus caras se realiza el rozamiento entre disco y pastilla para realizar la función de frenado. Existen pastillas que incorporan un sensor que informan al conductor mediante un testigo en el cuadro de mandos de que el desgaste de las pastillas es elevado y por lo tanto deben sustituirse lo antes posible.

3-Mordaza: Es el elemento encargado de sujetar las pastillas en su lugar correspondiente y de realizar la presión de las pastillas contra el disco para que haya una fricción y por lo tanto una acción de frenado. La presión encargada de empujar las pastillas es a través de un cilindro o varios (según las características del vehículo como mencioné anteriormente) y se genera cuando se pisa el pedal de freno y una membrana aumenta la presión de envío y el fluido hidráulico llega hasta la mordaza por medio de unos conductos llamados latiguillos.

· Además de emplearse el conjunto de frenos de disco, también se utilizan los frenos de tambor, estos últimos se componen por:

1-Tambor: Es el que rodea a las mordazas y en su cara interior dispone de la superficie de rozamiento. Este tambor se une al buje de la rueda por medio de tornillos y el que se fija a su vez la llanta de rueda. Este tipo de frenos se suelen montar en el eje trasero de vehículos de elevado peso porque la superficie de rozamiento es mayor que en los frenos de disco. El freno de mano actúa sobre el eje trasero a través de unos cables de acero.

2-Zapatas: A diferencia de los tambores, las zapatas (se montan dos zapatas dentro de un tambor y se llaman primaria y secundaria) se unen a un plato portazapatas, lo que significa que las zapatas no giran y solamente tienen un movimiento bascular. Ese movimiento se transmite a las zapatas a través de un bombín hidráulico (se ubica dentro del tambor y se fija al plato portazapatas). El circuito del fluido hidráulico es el mismo que para unos frenos de disco (servofreno, depósito, conductos, latiguillos y bombín). Las zapatas se unen entre ellas a través de unos muelles, y el ferodo se une al cuerpo de la zapata con remaches. El material adherente de las zapatas es el mismo que para las pastillas de freno de disco.

· Frenos cerámicos:

· Estos frenos tienen la particularidad que están contruidos con material cerámico (solamente el disco de freno) mientras que el resto de componentes que forman un freno de disco siguen siendo del material habitual.

Este material se emplea en algunos vehículos de competición, y actualmente se está introduciendo en vehículos de calle de altas prestaciones.

"La fuerza de rozamiento no depende de la magnitud de las superficies en contacto."

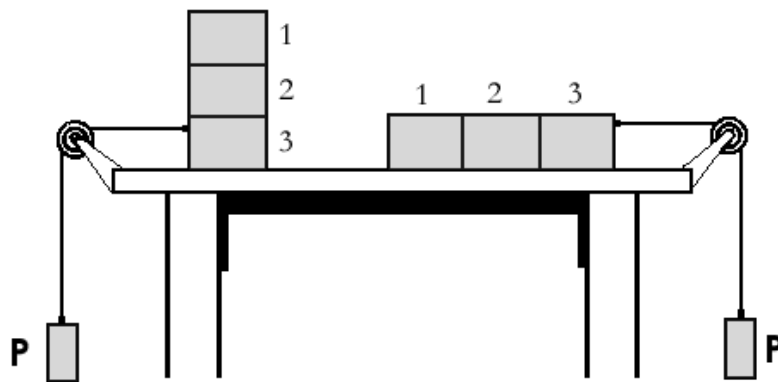
Sino que depende del coeficiente de rozamiento (se denomina con la letra griega μ). Éste toma valores muy diferentes dependiendo de la rugosidad de las superficies en contacto y de la naturaleza de ellas.

· A continuación presento una tabla que indica los diferentes valores de μ

| Coeficiente de rozamiento | Naturaleza de la superficie |
|---------------------------|-----------------------------|
|---------------------------|-----------------------------|

| | |
|-------------|--|
| $\mu = 0.9$ | Alquitrán seco |
| $\mu = 0.8$ | Asfalto rugoso seco |
| $\mu = 0.6$ | Adoquinado |
| $\mu = 0.5$ | Asfalto rugoso húmedo |
| $\mu = 0.4$ | Asfalto usado húmedo |
| $\mu = 0.3$ | Pastilla de freno sobre disco de fundición |
| $\mu = 0.3$ | Adoquinado húmedo |
| $\mu = 0.1$ | Hielo |

Para comprender el porqué de los frenos cerámicos por ahora inaccesibles para los coches de utilización normal, deberemos saber algo sobre las leyes de rozamiento entre cuerpos sólidos:

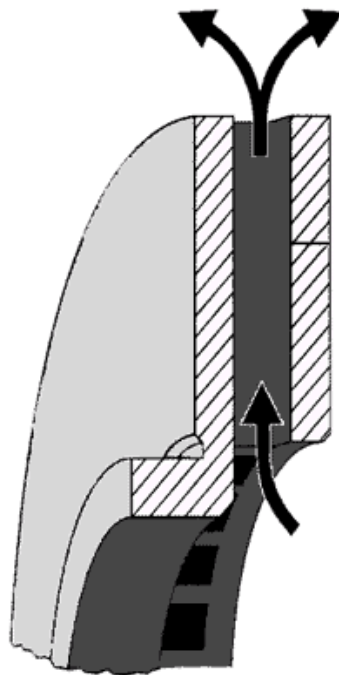


· Si intentamos que los dos bloques de ladrillos se deslicen por la superficie de la mesa mediante la fuerza que ejerce el peso P , nos puede sorprender que el rozamiento entre dicho bloque y la mesa no depende nada más que de la fuerza normal a la superficie que esté ejerciendo aquél sobre ésta. La fuerza producida por el peso P , mueve igual el bloque de la izquierda que el de la derecha, aunque éste presenta una superficie 3 veces mayor. Ésta es la llamada en la mecánica clásica «primera ley del rozamiento»:

El coeficiente de rozamiento en frío de una pastilla cuyo material está pensado para una *utilización normal*, es de un valor relativamente alto ($\mu = 0.34$) en comparación a su valor al pasar los 400° ($\mu = 0.25$). El pensado para una *utilización deportiva*, presenta valores contrarios a los anteriores, es decir en las primeras frenadas hasta que se alcanzan 200° puede ser $\mu = 0.2$, para pasar a un valor de $\mu = 0.3$ en caliente (400°) manteniéndose en este valor hasta los 650° en que baja de nuevo a $\mu = 0.2$. Con una pastilla de estas características, en el momento de aplicar el freno en frío, el

conductor se encuentra con la sensación de que falta el agarre deseado. Sólo después de unas cuantas frenadas, en las que el disco alcanza más de 200° , es estable hasta que sobrevenga el calentamiento excesivo (fading) por encima de 650° , lo que produce una bajada drástica del coeficiente de rozamiento.

- La casa Porsche fue la primera en trasladar la tecnología y los avances de la competición a sus vehículos de venta al público. Primero empezó por montar los discos autoventilados que usaba el 917 de carreras en el 911 Turbo, con lo que se mejoró la estabilidad de frenada y se redujeron las distancias de frenada en caliente. Estos discos están constituidos por un canal central con unas nervaduras centrales envolventes en forma de turbina, que crean una corriente de aire del interior del disco hacia la periferia; que con su efecto disipador del calor, los refrigera sustancialmente.



· Autoventilación de un disco de freno 

- Actualmente Porsche ofrece como opción unos discos que aportan unas ventajas innegables a los anteriores; se trata de unos discos fabricados con fibra de carbono con lo que ello supone de ligereza y robustez. La ventilación está asegurada por unos conductos interiores, que han sido patentados por la propia marca, y que junto a los taladros transversales refuerzan el efecto de ventilación en la superficie. A esta estructura en fibra de carbono se añade una capa superficial de material cerámico (carburo de silicio). Esta capa se adhiere mediante un proceso de cocción a $1.420^{\circ}C$ en un horno de alto vacío, y bajo una atmósfera de nitrógeno. A

esta temperatura muy exactamente mantenida, la cerámica fluye en fase líquida impregnando la fibra de carbono, que la absorbe como si de una esponja se tratara. Tras el proceso de enfriamiento, el disco de freno tiene la dureza del diamante presentando una gran resistencia a la abrasión, lo que alarga extremadamente su vida útil (300.000 kms). Su coeficiente de rozamiento también es mayor que el de un disco de fundición.

Las pastillas de freno también permiten realizar un kilometraje que se puede cifrar en el doble de lo habitual. Esta altísima dureza superficial del disco cerámico, hace que se mantenga su forma plana incluso por encima de 650°. Es decir, es casi imposible que se "alabee", un fenómeno que se produce en los discos normales, y provoca una mala adaptación de la pastilla al disco con el consiguiente desgaste prematuro de las pastillas de freno.

Estos serían la solución definitiva en cuanto a duración y respuesta de los frenos de un vehículo, pero eso sí, el millón y medio de pesetas (9000 euros) que hay que pagar para disponer de esta opción en el Porsche Turbo hacen que uno se lo piense varias veces.



· Sistema de frenos *Porsche Ceramic Composite Brake* 

- Una efectiva dispersión del calor, utilizando aleaciones de aluminio de alta resistencia térmica en la carcasa de las pinzas y sus pistones, así como la incorporación externa de los conductos del líquido de frenos en la misma corriente del aire de ventilación. Este diseño reduce la temperatura del líquido de frenos, lo que a su vez disminuye el desgaste de las pastillas y prácticamente elimina la posibilidad de la formación de burbujas en el fluido de frenos.

La rigidez es máxima, y como consecuencia, las dilataciones son mínimas, lo que es un requisito ineludible para una rápida respuesta del freno, un

óptimo tacto y recorrido corto del pedal de frenos. Un retroceso homogéneo de las pastillas de freno asegura una óptima refrigeración de los discos, evitando así todo tipo de ondulaciones y rugosidades en las superficies de los discos así como cualquier vibración al efectuar una frenada.

La ligereza de todos los elementos del sistema contribuye a la disminución del peso de las masas no suspendidas, lo que favorece un calibrado más efectivo de los muelles y sus amortiguadores en la suspensión.

El sistema de fijación de las pastillas de freno proviene de la competición y ha sido desarrollado para proporcionar una larga efectividad y vida útil.

Un detalle adicional que proporciona una excelente capacidad de deceleración se refiere fue desarrollado por los ingenieros de Porsche a finales de los años sesenta, durante las pruebas *antifading* (se comprueba la efectividad de la frenada, concretamente el coeficiente de rozamiento realizando 25 frenadas consecutivas con el vehículo circulando a un 90 % de su velocidad máxima hasta llegar a los 100 km/h) para los discos de freno de competición. Los probadores comprobaron, en los tests de estabilidad de frenos, que la temperatura de los discos autoventilados disminuía alrededor de 40 grados utilizando conductos envolventes en vez de radiales. Posteriormente lograron reducir la temperatura otros 60 grados perforando los discos de forma transversal. Porsche patentó los discos autoventilados con conductos envolventes con perforaciones transversales en 1967.

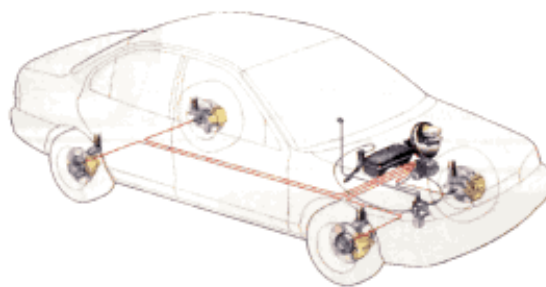
Desde 1960, Porsche ha registrado más de 300 patentes a través del desarrollo propio de sistemas de frenos.



· Control de tracción:

· Al igual que el control de estabilidad, los controles de tracción se sirven de los sensores del antibloqueo de frenos para funcionar. Pero a diferencia del primer sistema, los controles de tracción sólo evitan que se produzcan pérdidas de motricidad por exceso de aceleración, y no son capaces de recuperar la trayectoria del vehículo en caso de excesivo "subviraje o sobreviraje". Los hay que sólo actúan sobre el motor, reduciendo la potencia, aunque el conductor mantenga el acelerador pisado a fondo, (ya sea mediante el control del encendido, actuando sobre el acelerador electrónico, la inyección o, en algunos casos, incluso desconectando momentáneamente algún cilindro). Otros actúan sobre los frenos, a modo de diferencial autoblocante, pues frenan la rueda que patina para que llegue la potencia a la que tiene más adherencia. También hay sistemas de control de tracción que combinan la actuación sobre motor y frenos.

Una centralita electrónica compara a través de los sensores del ABS el giro de las ruedas motrices con las que no lo son (o de las cuatro ruedas en caso de la tracción total), detectando si las primeras pierden adherencia, que en tal caso la centralita electrónica manda una señal para que se reduzca la fuerza del motor. En otros sistemas lo que hacen es frenar las ruedas que pierden adherencia y otros más completos efectúan ambas cosas a la vez.



· Siglas que utilizan los fabricantes para denominar el control de tracción:

ASC+T (*Active Stability Control + Traction*): Control activo de estabilidad y de tracción de BMW. Evita la pérdida de tracción de las ruedas motrices. Primero actúa sobre el ABS, frenando la rueda que patina, y si patina una segunda rueda, reduce el par motor.

ASR (*Accelerator Skid Control*): Regulador de deslizamiento de la tracción, impide patinar a las ruedas motrices en aceleraciones, interviniendo sobre

el motor hasta que sólo se desarrolle el par transmitible. Volvo lo denomina DSA.

AWD (*All Wheel Drive*): Tracción a las cuatro ruedas.

EDS (*Electronic Diferencial Slippery*): Bloqueo electrónico del diferencial. Actúa con el ABS. Mejorando las condiciones de tracción cuando una rueda motriz patina, frenándola para transmitir par a la otra. Realiza una función similar a un diferencial autoblocante, hasta cierta velocidad.

ETS (*Electronic Traction Support*): Control electrónico de tracción de Mercedes. Evita que patinen las ruedas motrices en las salidas. Equivale al EDS y al ABD.

TRC (Control de tracción): Control de tracción empleado por Toyota en los modelos LS400 y SC400 en Europa, y en Estados Unidos se denomina TRAC.

MATC: Es el nombre que da Mitsubishi a su control de tracción.

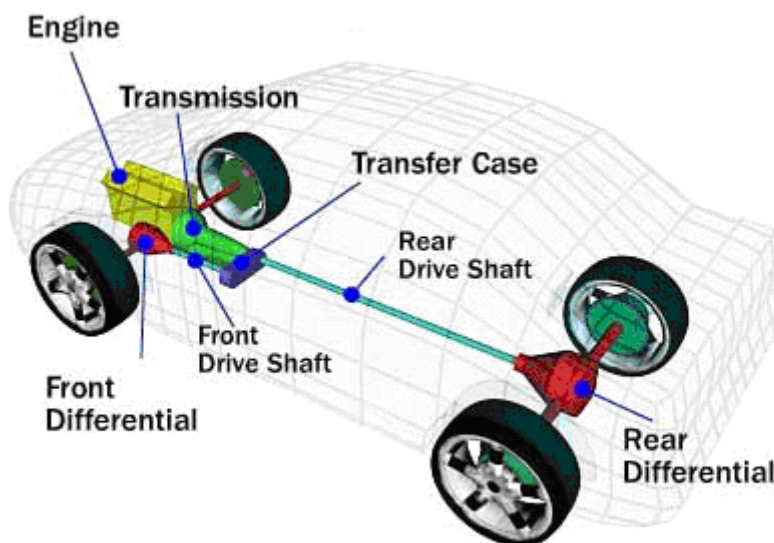
· Tracción 4x4:

· Hay casi tantos tipos de sistemas 4x4 como vehículos 4x4. Como que cada fabricante tuviera varios esquemas para proveer potencia a todas las ruedas. El lenguaje empleado puede resultar confuso, por lo que comenzaremos a aclarar cierta terminología:

· ***Four-wheel drive o doble tracción:*** en general se refieren a sistemas usados sólo en condiciones de baja tracción como sobre nieve, hielo o fuera de ruta (*off-road*).

· ***All-wheel drive o tracción integral:*** estos sistemas suelen ser permanentes y están diseñados para actuar en todo tipo de superficies, tanto dentro como fuera de ruta, y la mayoría no puede ser desacoplada.

Los sistemas "part-time" (doble tracción) y permanentes pueden ser evaluados según el mismo criterio. El mejor sería el que proporcione el par exacto a cada rueda, tal que no patine.



· Tracción:

· La tracción a la fuerza máxima que la cubierta puede ejercer contra el piso (o viceversa), vienen determinados por:

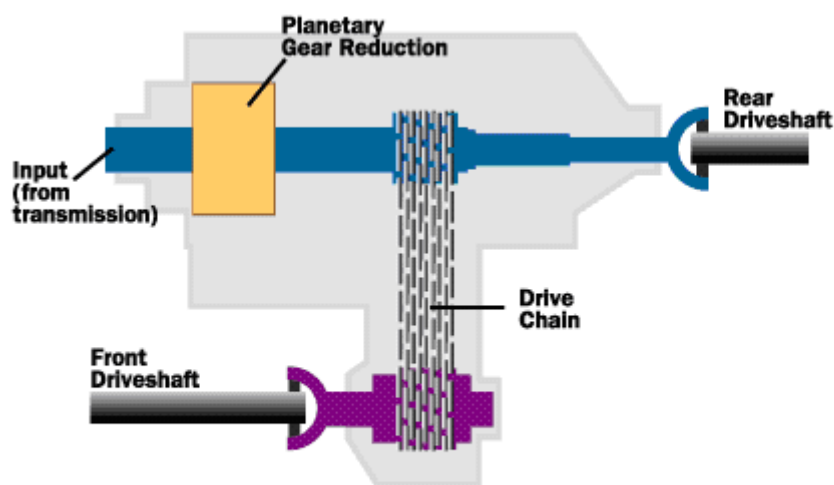
- **Peso sobre la rueda:** cuanto mayor sea, más tracción. Las fuerzas pueden desplazarse según circule el automóvil, como en una curva, en donde el peso se recargará en los neumáticos exteriores, o cuando se está acelerando, que se recargan las ruedas traseras.
- **Coeficiente de fricción:** está relacionada con el tipo de neumático y de superficie de la pista.
- **Deslizamiento:** que puede ser de 2 tipos:
 - Estático: donde el caucho no patina.
 - Dinámico: cuando existe un deslizamiento relativo en caucho y piso.

· Componentes:

· Las partes principales que componen el sistema 4x4 son los 3 diferenciales (delantero, trasero y central) y la caja de transferencia. Adicionalmente los sistemas 4x2 poseen cubos de bloqueo, y ambos contarán con equipamiento electrónico para hacer un mejor uso de la tracción.

· **Diferenciales:** Estos automóviles poseen 2 diferenciales, uno ubicado en el tren delantero y el otro en el tren trasero. Ellos envían el par desde el motor hacia las ruedas. También permiten a las ruedas izquierda y derecha rotar a distintas velocidades en un giro en curvas por ejemplo.

· **Caja de transferencia:** Es el dispositivo que divide y reparte la potencia entre los ejes



delantero y trasero en un 4x4.

Mientras los diferenciales se encargan de las diferencias de velocidades entre las ruedas internas y externas en una curva, la caja de transferencia (también llamada caja transfer) en los vehículos de tracción integral se encarga de la diferencia de velocidades entre los ejes anterior y posterior, a través de un acoplamiento, un diferencial o tren de engranajes, permitiendo un adecuado funcionamiento sobre cualquier tipo de superficie.

La caja de transferencia en los sistemas 4x2 envían parte del par al eje delantero, pero siempre el trasero recibirá un porcentaje de par mayor que el delantero. Por ello, se emplean sólo en situaciones de baja tracción en las que se permita ese resbalamiento. Sobre el asfalto seco, debe ser desconectado para evitar vibraciones y excesivo desgaste de ruedas y ejes. Algunas cajas de transferencia también tienen un juego adicional de engranajes de reducción para brindar un par adicional con una velocidad de salida muy baja. La caja transfer la gobierna el conductor mediante una palanca o un interruptor, y las maneras de accionarla pueden ser mecánicas, electrónicas y neumáticas.

- **Cubos de bloqueo:** Cada rueda está unida a un cubo. Los sistemas 4x2 usualmente tienen cubos de bloqueo en el tren delantero para poder desconectarlo del diferencial (Nissan Terrano y Patrol), de los semiejes y del eje motor, evitando desgastes y roturas cuando no se lo utiliza como 4x4. Modelos actuales permiten efectuar la maniobra de conexión o desconexión automáticamente, incluso con el vehículo en movimiento. Tanto éstos como los anteriores manuales cuentan con un manguito deslizante que traban los semiejes con el cubo similar a una caja de cambios.
- **Electrónica avanzada:** En muchos automóviles modernos juega un papel primordial como sistemas de control de tracción, siendo similar al de frenos ABS. En otros, existen mecanismos de acoplamientos controlados electrónicamente para obtener una mejor respuesta.
- **Diferenciales:** Existen diversos tipos de diferenciales, desde el diferencial normal formado por dos planetarios, dos satélites (cuanto mayor par a transmitir más número de satélites), un piñón de ataque y una corona

junto con una carcasa de diferencial. Este tipo de diferenciales se emplea en turismos.

El conjunto diferencial gira apoyado sobre rodamientos de rodillos troncocónicos. En el interior del diferencial se rellena de valvulita para prolongar la duración de componentes y mayor suavidad de funcionamiento. Los diferenciales se pueden bloquear automáticamente (autoblocantes) o a gusto del conductor mediante un interruptor y son accionados electrónicamente, neumáticamente o bien mediante palancas (mecánico). Los diferenciales empleados en vehículos todoterreno son el tipo Haldex, Ferguson y conos de fricción los más usuales.

El Haldex (suele montarse como diferencial central) basa su funcionamiento en un conjunto de discos, los cuales se unen al diferencial y otros discos se unen al árbol de transmisión, y el conjunto gira a la misma velocidad cuando el vehículo marcha en línea recta y sobre superficie adherente.

Este diferencial recibe aceite a presión enviado por una bomba, y cuando se produce diferencia de velocidad de giro entre el eje delantero y trasero, la bomba envía aceite a presión que une a los discos formando un conjunto sólido y repartiendo el giro al eje que se disponga.

El Ferguson es similar al Haldex y también se conoce con el nombre de viscoacoplador. El conjunto de discos gira en una carcasa hermética y con silicona y un 20% de aire. Cuando se produce diferencia de giro entre el árbol de transmisión (eje delantero con el que se unen los discos a la carcasa) y el eje trasero (los otros discos se unen al portadiscos), se produce el cizallamiento de la silicona entre los orificios de los discos y así aumenta la temperatura y la presión rápidamente de manera que los discos se unen formando un conjunto sólido y repartiendo el giro al eje trasero a través del diferencial central que es el propio Ferguson.

Los conos de fricción están unidos a los planetarios del diferencial, y el interior de la carcasa tiene forma cónica (similar a los sincronizadores de la caja de cambios) de manera que cuando el diferencial recibe un par elevado, los planetarios tienden a separarse y unirse con el interior de la carcasa del diferencial de manera que el conjunto se hace rígido realizando un efecto de bloqueo del diferencial.

· Conclusiones:

· Al realizar este trabajo además de aprender algunos detalles más a fondo sobre las transmisiones y los frenos he entendido como funcionan los controles de estabilidad, los de tracción y el porque de su uso en los vehículos. Además me ha servido de repaso de algunos conceptos ya dados y espero que sea de fácil comprensión para todas aquellas personas interesadas en leer este documento relacionado con la automoción.