

## 1. Introducción

La definición mas técnica para el sistema de cambio robotizado es aquel cambio que teniendo la base de una caja de cambios manual se le han acoplado los sistemas electrónicos e hidráulicos necesarios para su robotización. Aparte de incorporarle a este sistema unas levas en el volante para la realización del cambio de marchas en el modo secuencial, además de ser disponible el cambio utilizando la palanca selectora colocada en el carril secuencial.

El desarrollo de este tipo de cajas viene dado a la comodidad a la hora de conducir del cambio automático, la precisión y el ahorro de combustible de un cambio manual, dando lugar a la investigación y el desarrollo de este tipo de cajas de los grupos de marcas mas importantes del siglo XXI dicese grupo V.A.G. Fiat, P.S.A. Daymmler Chrysler, GM etc.

En este trabajo la caja a estudio es del grupo V.A.G. el denominado cambio Direkt SchaltGetriebe (D.S.G) en el que mostraremos el modo en el que se realiza el cambio y el funcionamiento de todos los elementos electro hidráulico de la misma e iremos comparándola en el desarrollo del trabajo con diferentes cajas análogas.



Bentley.  
Cambio D.S.G

## **2. Sistema D.S.G.**

### **2.1 Partes mecánicas:**

- Embrague multidisco exterior K1
- Embrague multidisco interior K2
- Árboles primarios (1 y 2 )
- Árboles secundarios ( 1 y 2 )
- Diferencial
- Bloqueo de aparcamiento
- Árbol inversor
- Conexión de las marchas

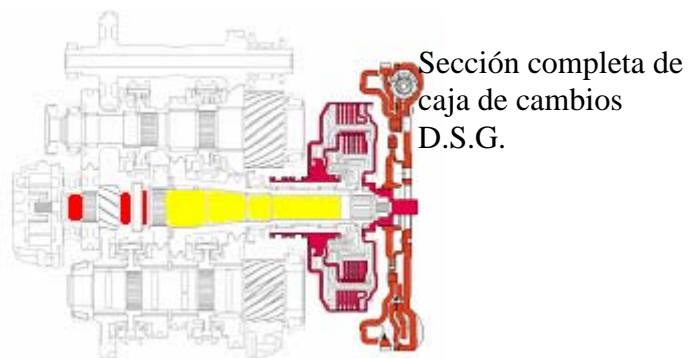
### 2.1.1 Embrague multidisco exterior k 1

Esta formado por el soporte multidisco exterior y los discos metálicos que son solidarios al disco de inercia, y por los discos de fricción y el porta discos interior del embrague k1 que están unidos al árbol primario 1. Para cerrar el embrague es necesario que la presión de aceite llegue a la entrada de la cámara de presión k1, el resultado es que el embolo k1 se desplaza comprimiendo así al conjunto multidisco del embrague k1.

El par es transmitido por el sistema multidisco hacia el árbol primario 1, que incluye los piñones impares y marcha atrás.

### 2.1.2 Embrague multidisco interior k2

Esta constituido por el porta discos exterior k2 y los discos metálicos los cuales están solidarios al volante de inercia bimasa además de los discos de fricción incluyendo el porta discos interior del embrague k2 solidarios al árbol primario 2. El funcionamiento es similar al del embrague multidisco exterior k1 exceptuando que en este caso el par es transmitido al árbol primario 2 que incluyen los piñones de las velocidades pares.



### 2.1.3 Árboles primarios (1 y 2)

EL par entra en el cambio de marchas desde los embragues multidisco anteriormente citados hacia los árboles primarios.

Ambos árboles son concéntricos siendo el interior el árbol primario 1 y exterior el 2.

El árbol primario 1 se apoya en la carcasa del cambio mediante un rodamiento de bolas y en la del embrague con un rodamiento de rodillos.

El árbol primario 2 gira libre sobre el primario con tres rodamientos de agujas, siendo estos 2 axiales y uno radial. El árbol primario va insertado al embrague multisico 1 a través de sus estrías, este árbol incorpora los piñones de 3ª y 5ª y un piñón compartido de 1ª velocidad y marcha atrás. Este árbol aporta una rueda extra generadora de impulsos para la excitación del sensor de régimen del árbol primario 1 y se encuentra situada entre el piñón de 3ª y el piñón compartido de 1ª y R.

El árbol primario 2 queda solidario al embrague multidisco 2 por medio de otro estriado. Sobre el propio árbol se encuentra mecanizados los dentados de la 2ª y uno común para 4ª y 6ª. Este árbol también dispone de otro sensor de impulsos para medir el régimen de giro de este árbol. Todo esto da paso al siguiente grupo de árboles que explicaremos a continuación.

#### **2.1.4 Árboles secundarios ( 1 y 2 )**

Es un árbol hueco sobre el que se montan los piñones de 1ª, 2ª, 3ª y 4ª marchas los cuales giran locos sobre rodamientos, también se montan en estos árboles los correspondientes sincronizadores.

Se encuentran sincronizadores simples únicamente utilizado para el piñón de la 4ª marcha y sincronizadores dobles para la 1ª 2ª y 3ª marcha .

El árbol secundario 2 es igualmente hueco y se montan los piñones de las marchas 5ª, 6ª y marcha atrás, esta última marcha es de sincronización doble y 5ª y 6ª es de sincronización simple. Finalmente el piñón de ataque de ambos secundarios engrana con la corona del diferencial formado por el grupo cónico.

### **2.1.5 diferencial**

Gira sobre 2 rodamientos uno en la carcasa del embrague y otro en la del cambio, tiene los mismos componentes que un diferencial convencional. Las únicas características que contempla propias son que el piñón de ataque de ambos árboles secundarios transmiten el par a la corona del diferencial y que la rueda de bloqueo de aparcamiento va integrada en el diferencial.

### **2.1.6 Bloqueo de aparcamiento**

Este sistema es empleado para evitar el desplazamiento involuntario del vehículo al parar el coche sin accionar el freno de estacionamiento puesto que el sistema de embragues multidisco pierde toda su presión por lo que estos se quedan abiertos dejando libre la transmisión del vehículo. El funcionamiento es totalmente mecánico constituido por una rueda de bloqueo, un trinquete accionado por un cable de mando que solo es accionado en la posición P de la regleta de la palanca selectora del cambio. Al accionar la posición P el trinquete incide sobre los dientes de la rueda de bloqueo mediante un muelle fijador 1 en su estado de compresión hasta que el desplazamiento del vehículo permita la introducción del trinquete en el dentado. La extracción de la palanca de su posición P la corredera vuelve a su posición de partida comprimiendo a su vez el muelle 2 extrayendo el trinquete del hueco del dentado de la rueda de bloqueo.

### **2.1.7 Árbol inversor**

Es el encargado de invertir el sentido de giro del árbol secundario 2, a su vez de cambiar el sentido de giro del piñón de salida hacia el grupo del diferencial, engranando el piñón compartido de 1ª y R en el árbol primario 1 con el piñón libre de R en el árbol secundario 2.

### **2.1.8 Conexión de las marchas**

La conexión de las velocidades es realizado por 4 horquillas accionadas hidráulicamente alojadas en la carcasa del cambio desplazando cada una a un sincronizador. Estas están guiadas mediante rodamientos de bolas para mayor suavidad en su desplazamiento, en cada extremo de estas dispondrá de un embolo hidráulico. La presión de aceite lleva a cada una por 8 émbolos hidráulicos cuales son gestionados por la mecatronic conducida por un circuito hidráulico donde su presión varia de los 0 a los 20 bar. La selección dependerá según a que embolo le llegue la presión. La rapidez de engranajes de marchas variara en función de la excitación de las electrovalvulas, una vez introducida la marcha la presión hidráulica desaparece y se mantendrá por el efecto de retención que ejerce el recorte destalonado del dentado de mando. La horquilla en posición neutra se mantiene retenida por el casquillo de encastre. La mecatronic estará informada de la posición instantánea de cada horquilla mediante un imán permanente enfrentado a un sensor de recorrido.

### **2.2 Partes hidráulicas.**

El circuito hidráulico del D.S.G. es común para todas las funciones del cambio, disponiendo de un aceite caracterizado por mantener estable su viscosidad a todo tipo de temperaturas de trabajo sin crear espuma. Los principales puntos a desarrollar son:

- Bomba de aceite
- Mecatronic
- Unidad de control para el cambio automático
- Unidad de mando hidráulica
- Placa de circuito impreso

➤ Descripción del circuito hidráulico

### 2.2.1 Bomba de aceite

Es accionada por el volante bimasa transportando el movimiento un eje hasta el engranaje central de la bomba de aceite, con lo que siempre girara a las vueltas que gire el motor, para aportar mayor lubricación a medida que aumenta el giro de todos los engranajes del cambio. Esta bomba es de tipo de engranajes interiores para mantener la presión de accionamiento de los elementos hidráulicos incluso girando al ralentí siendo capaz de alcanzar una presión máxima de 20 Bar con un caudal de 100 l/m en condiciones extremas de funcionamiento. Este tipo de bomba es una bomba ATF.



Bomba de aceite

### 2.2.2 Mecatronic

Esta unidad compacta tiene diferentes funciones trabajando estas unidas y coordinadas siendo estas funciones:

- Unidad de control del cambio automático

- Unidad de mando hidráulica
- Placa de circuito impreso

Esto aporta numerosas ventajas, al encontrarse integrados en la unidad de control el mayor numero de sensores, actuadores eléctricos y los conectores necesarios para la conexión del cambio al vehículo con un conector central reduciendo así el cableado, fiabilidad eléctrica y un menor peso.

Esta unidad esta preparada para soportar temperaturas variables que se comprenden entre los  $-40^{\circ}\text{C}$  y los  $150^{\circ}\text{C}$  además aceleraciones oscilantes de hasta 33 veces la aceleración de la gravedad, las cuales no deben afectar a la capacidad del sistema en su funcionamiento.







Circuito impreso Mecatronic

### **2.2.3 Unidad de control para el cambio automático**

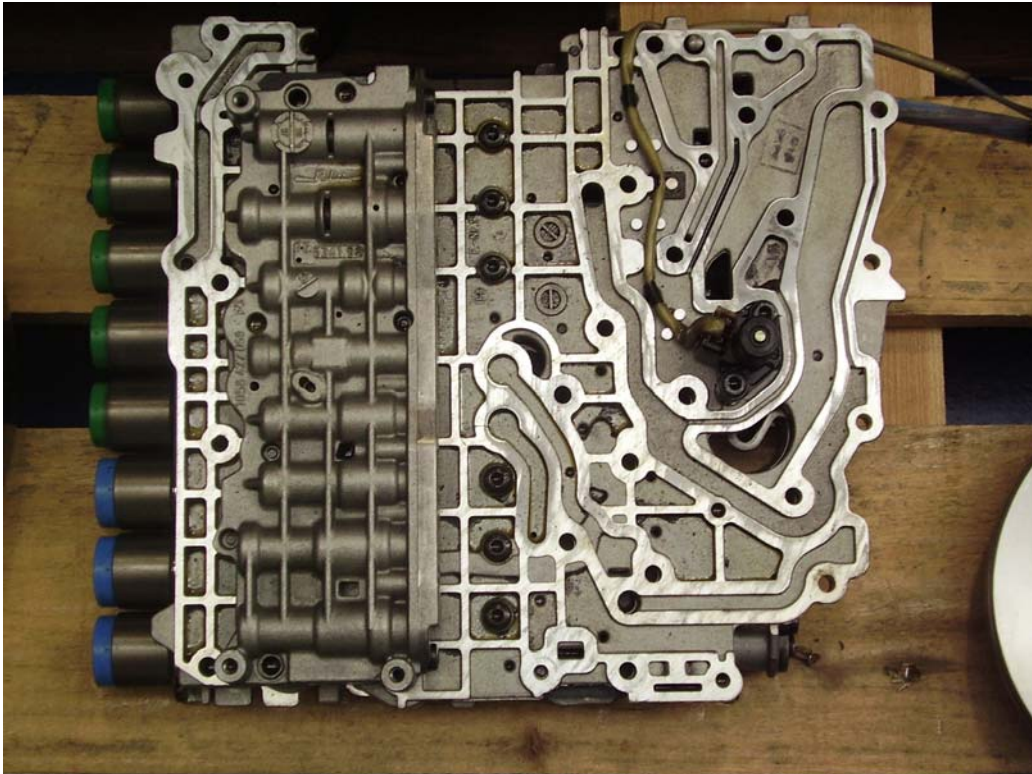
Esta unidad de control incorpora una gestión electrónica que trabaja con la información de 12 sensores cuales 8 de ellos son de tipo hall, 2 de presión hidráulica y los 2 últimos de temperatura. A través de las señales enviadas de los sensores internos, externos y datos procedentes de otros sistemas, esta unidad de control decide la activación en cada momento de los actuadores electro hidráulicos correspondientes.

### **2.2.4 Unidad de mando hidráulica**

Su principal objetivo es gestionar la presión hidráulica llevando acabo las funciones de la unidad de control del cambio incorporando en su interior su parte electromecánica, hidráulica con 5 válvulas conmutadoras excitadas eléctricamente y 6 válvulas de modulación también accionadas eléctricamente regulando la presión. Esta dispone de una válvula de descarga con mando hidráulico para evitar tales aumentos de presión que

podrían causar posibles daños en el circuito, y 5 válvulas de corredera comandadas por presión hidráulica excitadas por las válvulas eléctricas integradas en este sistema controlando presión de embragues, refrigeración de los mismo y el cambio de marchas.

Todo este sistema incorpora los principales elementos de un circuito hidráulico.



Placa de válvulas de la Mecatronic

### **2.2.5 Placa de circuito impreso**

Es la responsable de agrupar todos los conductores eléctricos entre la unidad del control del cambio y las válvulas de activación eléctricas en un solo elemento.

### **2.2.6 Descripción del funcionamiento hidráulico**

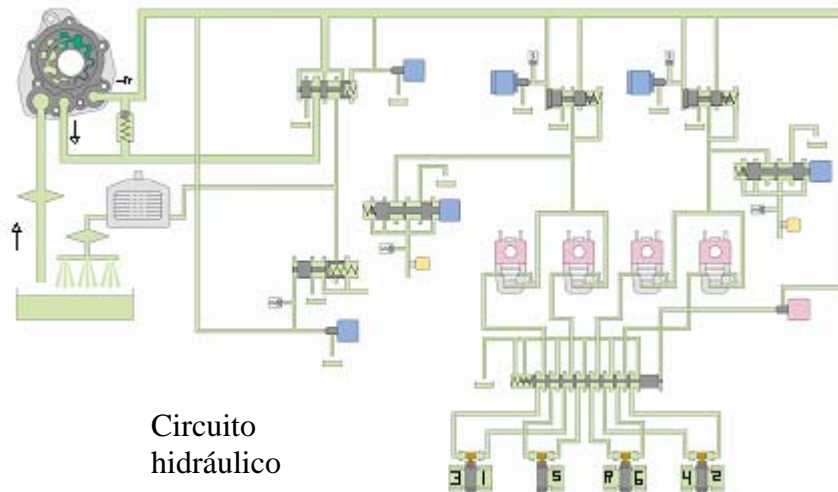
La bomba aspira del deposito por la entrada de aspiración encontrándose interpuesto un filtro antipartículas mandando el aceite a la válvula de compuerta de presión principal la

cual regula la presión de trabajo en el circuito hidráulico siendo esta accionada por la válvula reguladora de presión 3. La variación de presión del circuito dependerá de la válvula mencionada anteriormente para evitar el exceso de presión dispone de una válvula de descarga que mantiene el umbral de presión de funcionamiento inferior a 32 Bar, al ser superado este tarado la válvula se abre. La presión máxima de trabajo se obtendrá cuando la válvula esta cerrada. Cuando se supere el tarado máximo de dicha válvula parte de la presión volverá por el circuito de retorno a la cámara de aspiración de la bomba de aceite o por un segundo conducto el cual se ramifica en dos:

- El primero de estos es conducido hasta los eyectores de refrigeración de los piñones pasando anteriormente por el filtro de aceite exterior para eliminar impurezas y por el radiador de aceite para rebajar su temperatura
- Llegando la segunda ramificación a la válvula compuerta para la refrigeración de los embragues la cual será accionada por la válvula reguladora de presión 4.

El multiplexor trata de una válvula corredera de 2 posiciones que permite doblar la información asumida por el grupo de válvulas 1-4 viniendo determinada la posición del multiplexor por la válvula 5.

En reposo el multiplexor se encuentra en su posición básica ayudada por un muelle teniendo acceso a seleccionar únicamente las marchas 1ª 3ª 6ª y R. En el momento que la válvula 5 es excitada será activado el multiplexor, mediante la llegada de presión de aceite, el cual es oprimido en contra de la fuerza del muelle a su posición de trabajo con lo que se podrá acceder a las marchas 2ª 4ª 5ª y N.



Este sistema dispondrá de unas válvulas de seguridad para ambos ramales hidráulicos. El primero de estos es accionado por la válvula reguladora de presión 5 siendo esta la que regulara la presión hidráulica de la electroválvula 1 que comanda la 1ª y la 5ª, la electroválvula 2 que solo intervendrá en la 3ª y la válvula reguladora de presión 1 para el cambio automático que regula el embrague interior k1. Siendo accionada la segunda válvula de seguridad por la válvula reguladora de presión 6 que gestionara la presión hidráulica de la electroválvula 3 participando en la 2ª y la 6ª, la electroválvula 4 que interviene en la 4ª y R, y comandando también la válvula de presión 2 para el embrague exterior k2. La conexión de las marchas será accionadas mediante las horquillas cuando a los émbolos hidráulicos les llegue presión que estará controlada por el grupo de electroválvulas 1-5.

## 2.3 Parte eléctrica

### ➤ Sensores

- Transmisión de régimen de entrada al cambio
- Sensor de temperatura de aceite

- Sensor de régimen del árbol primario 1 y 2
- Transmisor 1 y 2 para el régimen de salida del cambio
- Transmisor 1 y 2 para presión hidráulica
- Transmisor para la temperatura del aceite del cambio, sensor temperatura en la unidad de control
- Sensor de recorrido 1 y 2, 3 y 4
- Unidad de control de sensores de la palanca selectora
- Conmutador de la palanca selectora bloqueada en posición P
- Unidad de control mecatronic para el cambio D.S.G

➤ Actuadores

- Válvula reguladora de presión 3
- Válvula de regulación de presión 4
- Válvulas reguladoras de presión 5 y 6
- Válvulas reguladoras de presión 1 y 2
- Electrovalvula 5
- Electrovalvulas 1, 2,3, y 4
- Cuadro de instrumentos
- Iluminación de posición palanca selectora
- Electroimán para el bloqueo de la palanca selectora
- Electroimán para el bloqueo de la llave de contacto

### **2.3.1.1 transmisor de régimen de entrada al cambio**

Forma un conjunto con el sensor de temperatura del cambio, este trabaja según el principio del conocido efecto hall explorando los huecos existentes en la parte exterior del embrague doble. La señal generada se aplica para determinar el número de revoluciones a la entrada del cambio el cual será idéntico al número de revoluciones del motor determinando así el resbalamiento de los embragues multidisco, en caso de fallo de esta la unidad de control mecatrónica utilizara el número de revoluciones del motor obteniéndolo del CAN-BUS de tracción.

### **2.3.1.2 Sensor de temperatura del aceite del cambio**

Como hemos comentado anteriormente esta unido al transmisor de régimen de entrada al cambio. Este mide la temperatura del aceite a la salida de los embragues multidisco, el sensor ha sido diseñado para que sea capaz de medir la temperatura de forma rápida y precisa. El umbral de medida oscilara entre los  $-55^{\circ}\text{C}$  y los  $180^{\circ}\text{C}$ . Se empleara para regular el caudal de aceite empleado para la refrigeración de los embragues. En caso de falta de señal la unidad de control utilizara la señal del transmisor para el aceite del cambio el sensor de temperatura del aceite.

### **2.3.1.3 Sensor de régimen del árbol primario 1 y 2**

Ambos sensores están integrados en la unidad de control mecatrónica, estos basan su funcionamiento en el principio Hall, explorando cada uno de estos una rueda generatriz de impulsos situada en el árbol correspondiente. Esta rueda dispone de una pieza de chapa llevando integrado en todo su perímetro exterior unos pequeños imanes con sus correspondientes polaridades. Estas señales son utilizadas para calcular el resbalamiento de ambos embragues respectivamente. Sensor árbol primario1 se encarga del embrague exterior k1, mientras que el sensor árbol primario2 se encargara de la medida del

embrague interior k2. Si por algún motivo diese un error algún sensor se procedería a la desactivación del ramal correspondiente y solo se podría circular en 2º si fallase el del árbol primario 1 y con 1º,3º en el caso de error del sensor árbol primario 2.

#### **2.3.1.4. Transmisor 1 y 2 para el régimen de salida del cambio**

Se encuentran en el interior de la unidad de control uno junto a otro, teniendo como los anteriores sensores el principio de funcionamiento Hall. Estos dos sensores obtienen las señales de una misma generatriz en el árbol secundario<sup>2</sup>, estas señales recibidas son las mismas pero levemente decaladas. Dichas señales sirven para detectar la velocidad y el sentido de marcha. En caso de avería la unidad de control trabajara con las señales de velocidad y marcha de vehículo procedentes del ABS.

#### **2.3.1.5. Transmisor 1 y 2 para presión hidráulica.**

Estos dos transmisores se encuentran en la unidad de control del cambio trabajando de la misma forma. Cada transmisor mide la presión de su embrague multidisco, el transmisor 1 se encarga del multidisco exterior K1 y el transmisor 2 medirá la presión del multidisco interior K2. Estos están constituidos por dos placas paralela que conducen la corriente eléctrica, fijada a una de estas se encuentra el diafragma de cerámica que es lo que se encuentra en contacto con la presión del circuito, pandeando según la presión que le llegue, por lo que separa las placas generándose una señal fiable. El buen funcionamiento de estos hace que la unidad de control detecte la presión hidráulica de cada embrague multidisco, en caso de avería se desactivaría el ramal correspondiente al fallo dejando actuar solo el que funcione correctamente.

#### **2.3.1.5. Transmisor para la temperatura aceite cambio, sensor temperatura en la unidad de control.**

Están alojados en la unidad de control bañados continuamente por aceite midiendo la temperatura de este. Sirven para activar oportunamente los correspondientes sistemas

para reducir la temperatura del aceite evitando el daño de las partes eléctricas de la Mecatronic. Si la temperatura alcanzase una temperatura comprendida entre los 138°C y 145°C la unidad de control reducirá el par suministrado por el motor. Si en algún caso superase los 145°C se anularía la presión hidráulica el los embragues para su desconexión.

#### **2.3.1.6. Sensores de recorrido 1, 2,3 y 4**

Se trata de 4 sensores Hall dispuestos en la unidad de control, cada uno esta enfrentado a uno de los imanes de cada horquilla, concretamente:

- el sensor 1 para 1ª y 3ª
- el sensor 2 para 2ª y 4ª
- el sensor 3 para 5ª
- el sensor 4 para 6ª y R

Estos se encargan de informar de la posición de cada horquilla, por lo que implica saber la posición de cada actuador del cambio y la velocidad insertada. En caso de avería la unidad de control desactivara el ramal afectado.

#### **2.3.1.7. Unidad de control de sensores palanca selectora.**

Alojados en el interior de la palanca selectora se encuentran 16 sensores Hall, tres imanes y la electrónica de control. Los sensores están alineados en filas de 6, 7 y 3 por lo que resulta muy preciso conocer la posición de la palanca. La fila de 6 y 7 producen una señal redundante para mayor fiabilidad, mientras que la fila de tres es para el modo secuencial. La palanca puede ocupar las siguientes posiciones:

- “P” estacionamiento.- el vehículo se inmoviliza mecánicamente, para cambiar la palanca de posición es necesario dar el contacto, pisar el freno y pulsar el botón de desbloqueo.



- “R” marcha atrás.- para seleccionar la marcha atrás hay que oprimir el botón de desbloqueo.
- “N” punto muerto.- la transmisión se queda en punto muerto si la palanca se queda mas de dos segundos en esta posición, para desbloquear se pisara de nuevo el freno.
- “D” conducción normal.- las marchas se engranan automáticamente.
- “S” conducción deportiva.- la conexión de marchas automática de marchas se realiza de acuerdo con una curva característica de cambios deportivos.
- “+/-“ triptronic.- el cambio de marcha se realiza a voluntad del conductor.

La electrónica reconoce la señal de cada sensor Hall y la posición de la palanca convirtiendo en mensajes CAN-Bus y los vuelca a la línea de tracción. En caso de avería se desconectara todo el sistema e imposibilita el cambio de marchas.

#### **2.3.1.8. Conmutador de palanca selectora bloqueada en “P”.**

Es un sistema empleado para que deje extraer la llave del contacto al conductor solo cuando la palanca se encuentra en “P”, por que se trata de un interruptor que se abre cuando la palanca selectora ocupa “P”. Si diese algún fallo si seria posible la extracción de la llave girándola con suavidad.

#### **2.3.1.9. Unidad de control Mecatronic para el cambio D.S.G.**

La constituyen la unidad de control del cambio automático y la unidad de mando hidráulico. La unidad en su interior dispone de 12 sensores:

- 8 tipo Hall
- 2 transmisores de para medir presión hidráulica
- 2 sensores temperatura

La unidad analiza las señales de los sensores y las señales de otras unidades de control relacionadas con el cambio de marchas para la excitación de actuadores y gestionar correctamente las siguientes funciones:

- presión hidráulica en el circuito
- embragues multidisco
- programas de cambio
- modo emergencia
- y diagnosis

### **2.3.2.1 Válvula reguladora de presión 3**

Esta diseñada como una válvula moduladora, cerrada cuando se encuentra en su posición de reposo y sin corriente eléctrica, por lo que puede adoptar las distintas posiciones intermedias que sean necesarias dependiendo del estado de funcionamiento de la caja.

Esta válvula es excitada directamente por la unidad de control del cambio. Su funcionamiento consiste básicamente en regular la presión hidráulica accionando la válvula reguladora de presión principal y así controlar la presión de trabajo manteniéndola en un umbral adecuado.

En caso de avería la válvula queda cerrada cuando la bomba atf genera presión y lógicamente la válvula corredera de presión principal de igual modo, por lo que la presión de trabajo del circuito será siempre del valor máximo.

### **2.3.2.2 Válvula reguladora de presión 4**

Es una válvula de modulación que permanece cerrada cuando no hay corriente eléctrica, la cual pilota la presión de aceite que acciona la válvula de compuerta de aceite de refrigeración de los embragues.

Al producirse un fallo se cierra completamente la válvula al igual que la válvula de compuerta y fluya la máxima cantidad de aceite de refrigeración a los embragues

### **2.3.2.3 Válvulas reguladoras de presión 5 y 6**

Son excitadas directamente por la unidad de control comportándose como válvulas moduladoras. Su función es cortar la presión hidráulica en el ramal del cambio que aparezca una avería importante o peligrosa. Concretamente actúa sobre la válvula de seguridad 1 del ramal del cambio mientras que la válvula 6 acciona la válvula de seguridad del ramal 2.

En el caso de que se produjera una avería en estas válvulas la válvula defectuosa se cierra provocando que la válvula de seguridad se abra, de tal forma que mantiene presión en el ramal afectado. Si se avería la válvula 1 por los sistemas electrónicos no se permita circular en otra velocidad que 2ª y si se avería el ramal 2 solo se podrá circular en 1ª y 3ª.

### **2.3.2.4 Válvulas reguladoras de presión 1 y 2**

Al igual que las válvulas anteriormente estudiadas se corresponden con el diseño de una válvula de modulación las cuales permanecen cerradas cuando no hay presión. Este grupo de válvulas actúan sobre la presión que le llega a los embragues multidisco. La avería en estas válvulas implica la desactivación del ramal del cambio afectado.

### **2.3.2.5 Electrovalvula 5**

Consiste en una válvula conmutadora excitada por la unidad de control y que gobierna la posición del multiplexor. En posición de reposo impide que llegue presión de aceite al multiplexor.

En reposo solo se pueden accionar los piñones de las marchas 1ª 3ª 6ª y R mientras que si se encuentra excitada esta electroválvula podrán conectarse la 2ª 4ª y 5ª.

En caso de avería impide la correcta conexión de algunas marchas al no poder gestionarse correctamente la presión hidráulica, también podría darse el caso que se accionaran marchas erróneas e incluso en casos extremos que el vehículo quede inmovilizado.

### **2.3.2.6 Electroválvulas 1 2 3 y 4**

Son válvulas conmutadoras ( si, no)

Cuando son activadas abren un paso de aceite a través del multiplexor para accionar los actuadores del cambio. Las electroválvulas 1 y 2 gestionan la presión de aceite para conectar y desconectar la 1ª 3ª y 5ª. Las electroválvulas 3 y 4 controlan la presión de aceite para conectar y desconectar las marchas 2ª 4ª 6ª y R.

Si una sola electroválvula se avería se desactiva el ramal en el que se encuentra el actuador de cambio averiado.

El vehículo solo podrá circular en 1ª y 3ª o 2ª respectivamente de la electroválvula dañada.

### **2.3.2.7 Cuadro de instrumentos**

El cuadro de instrumentos indica al conductor el momento en el que debe de pisar el freno para desbloquear la palanca encendiéndose el testigo de bloqueo de la palanca selectora.

El cuadro lo activa a partir del análisis de los mensajes del CAN-BUS que recibe de la unidad de control del cambio, de la unidad de control de sensores de la palanca selectora y del ABS.

Además el cuadro indica al conductor de posibles fallos del cambio automático, dividiéndolos en dos niveles de gravedad. Si el cuadro indica la avería sombreando el fondo de las marchas es necesario acudir a un centro de reparación para el análisis del cambio y su posterior reparación con la mayor brevedad posible. Si indica la avería del modo anterior pero en este caso parpadeando se debe acudir a un centro de relación inmediatamente.

Si se produce una avería que implica el mal funcionamiento del cambio se iluminara el testigo de aviso EOBD.

### **2.3.2.8 Iluminación posición de la palanca selectora**

Básicamente este sistema se compone de 7 diodos led los cuales iluminan las diferentes posiciones que puede ocupar la palanca de selección.

La unidad de control de los sensores que integra esta palanca se encarga de alimentar por separado a cada diodo para encender el preciso del estado de la palanca. Pueden iluminarse de 3 formas:

- Iluminación suave cuando la posición no esta seleccionada
- Iluminación intensa cuando esta seleccionada esta posición
- Iluminación intensa con parpadeos cuando la posición esta seleccionada pero no hay comunicación con la unidad de control del cambio.

En caso de avería fallara toda la iluminación de la palanca.



#### **2.3.2.9 Electroimán para el bloqueo de la palanca selectora**

Su funcionamiento es muy sencillo, es simplemente un electroimán que es excitado por la unidad de control de sensores de la palanca selectora.

Este electroimán contiene un perno de bloqueo y un muelle de compresión para evitar el movimiento indeseado de la misma. Cuando se encuentra en posición P el muelle de compresión empuja al perno de bloqueo y este se encaja en un fiador que existe. Cuando la palanca selectora se encuentra en la posición N durante mas de 2 segundos, la unidad de control de sensores excita el electroimán de tal forma que ahora se fija en el otro fiador del lado opuesto. Para desbloquear el electroimán y poder desbloquear la palanca selectora basta pisar el pedal del freno con el contacto encendido.

#### **2.3.2.10 Electroimán para el bloqueo de la llave de contacto**

Este electroimán esta situado junto al conmutador de encendido y arranque, y conectado a la unidad de control para la columna de dirección.

Este sistema está diseñado para no permitir al conductor extraer la llave si la palanca selectora del cambio no está en la posición P.

El funcionamiento es el de una bobina excitada por la unidad de control de la columna de dirección, que al generar un campo magnético desplaza un perno de bloqueo. Sin excitación este electroimán, el muelle de compresión está expandido y el perno de bloqueo desplazado hacia el exterior, de tal forma que evita que la pestaña de sujeción gire solidaria con el bombín de la llave y esta no se pueda extraer. En caso de avería no se realiza el bloqueo de la llave.

## **2.4. Funcionamiento en orden de marcha.**

El vehículo con el motor parado, no tiene accionado nada del cambio estando liberados los embragues multidisco liberados por la falta de presión hidráulica, en estos momentos estará la palanca selectora en posición “P” para bloquear el cambio y evitar el desplazamiento involuntario del vehículo. Al arrancar el coche empieza a funcionar todos los elementos que constituyen el cambio, empezando por la bomba de aceite que activa los embragues multidisco aparte de lubricar toda la mecánica de la caja, hasta la situación de la palanca selectora en el display del cuadro de instrumentos electrónico.

Para empezar a circular tendremos que situar la palanca selectora en posición “D” o “S” dependiendo de que tipo de conducción vayamos a realizar en el modo automático, si una conducción normal (“D”), llegando a un régimen de 500 vueltas inferior al corte de inyección o deportiva (“S”), en este modo cambia a 200 vueltas antes del corte de inyección. Una vez situado la palanca en el modo deseado, aceleraremos para el desplazamiento del vehículo, según la posición del acelerador electrónico dependerá a que régimen de motor el cambio decidirá cambiar de marcha. Cuanto más aceleres mayor número de vueltas de motor se conseguirán antes del cambio pero nunca permitirá que el motor llegue al corte de inyección. Si vamos con una conducción

relajada y necesitamos en un momento dado una aceleración rápida, como por ejemplo en un adelantamiento, dispone el pedal del acelerador un sistema de “kick-down” que actúa sobre el cambio engranado la marca inferior. Todo este funcionamiento es idéntico al del modo “S” pero con un mapa de cambios mayor, alargando el cambio de velocidad en algunas vueltas más del motor.

Si tenemos la palanca selectora en modo “D” la empujamos a la derecha y la meteremos en el modo manual-secuencial (Triptronic), en el que los cambios serán realizados por voluntad del conductor, llegando si se desea al corte de inyección momento en el cual cambiara sola a la siguiente velocidad. Pero si vamos andando y paramos sin reducir la gestión electrónica engrana la primera automáticamente, para reiniciar la marcha sin que se desgasten en exceso los embragues al hacerlos patinar por salir en una velocidad larga.



Leva accionamiento secuencial de marcha superior





Leva accionamiento secuencial de marcha inferior

Cuando paramos en un atasco, un semáforo o algo similar en el que volveremos e emprender la marcha sin parar el motor. Es recomendable posicionar la palanca selectora en “N” que es el punto muerto de la caja de cambios, que sirve para liberar el motor de las ruedas motrices, evitando el desgaste innecesario de los embragues, árboles primarios<sup>1y2</sup>, árboles secundarios <sup>1y2</sup> y de demás componentes mecánicos del cambio. Para reanudar la marcha introduciremos otra vez la “D”.

Para estacionar marcha atrás situaremos la palanca selectora en posición “R” para ello habrá que pisar el freno y pulsar el gatillo del pomo de la palanca. Entonces entrara el piñón de marcha atrás invirtiendo el giro normal de la salida a las ruedas de la caja de cambios.

Una vez estacionado tendremos que situar la palanca en “P” aparte de tirar del freno de estacionamiento, para evitar que el vehículo se mueva y para poder extraer la llave del contacto, al disponer el vehículo de un sistema comandado por la caja de cambios de seguridad que evita dejar la palanca en otra posición que no sea “P”.

Para comprobar el buen funcionamiento de la caja y comprobar si la caja corta a las vueltas establecidas existe un banco de pruebas.



Banco de pruebas cajas de cambio robotizadas

### 3. AGRADECIMIENTOS

Por ultimo no nos gustaría dar por finalizado este trabajo de investigación sobre las cajas de cambios robotizadas sin hacer una última mención a todas aquellas personas y centros que nos han prestado su ayuda para la elaboración de este trabajo sin la cual no podríamos haberlo realizado de una forma tan satisfactoria. Por ello queremos agradecer de una forma muy especial:

- A nuestro profesor Luis de la Cooperativa de enseñanza José Ramón Otero
- A nuestro profesor Javier de la Cooperativa de enseñanza José Ramón Otero
- A nuestros compañeros que han realizado labores de investigación.
- A D. Manuel Laguna por la guía de la visita a ZF

- A D. Rocco Albano por hacer posible la visita a ZF

- Y por ultimo también hacer mención a Tecnomotor, taller el cual ha prestado su colaboración para la realización de las pertinentes fotografías.

Acabado este apartado y este compromiso personal damos por finalizado nuestro trabajo que nos ha servido para el conocimiento a la perfección de este sistema de cambio robotizado.

## **4. Bibliografía**

Libro de transmisión y frenado. Editorial Edites

Libro Preparación sistema DSG Seat