

Boîte de vitesses automatique - Principes -

La boîte de vitesses d'un véhicule automobile est l'élément technique permettant de convertir les forces induites par le moteur en fonction de besoins qui varient selon les conditions de fonctionnement.

L'embrayage et le passage des rapports représentent la majorité des efforts physiques requis lors de la conduite d'une automobile.

Réduire notablement ceux-ci, augmenter la sécurité active afin de pouvoir complètement se concentrer sur la circulation et réagir bien plus vite - étant les raisons pour lesquelles on a recours à des "boîtes qui s'enclenchent d'elles-mêmes".

Les progrès de l'électronique autorisent une interconnexion entre l'hydraulique et des fonctions électroniques compliquées, conjointement à une conduite "automatique" très sûre et une grande efficacité.

La raison pour laquelle les boîtes automatiques vont en se multipliant sur les véhicules modernes. Le mode de fonctionnement d'une boîte automatique est en principe identique pour toutes les voitures particulières. Seuls des détails ayant trait à la conception les différencient conformément à leur architecture et à la puissance du moteur.

Le programme autodidactique doit vous mettre en mesure de comprendre comment est structurée une telle boîte de vitesses, de même que le fonctionnement de certains composants. Les composants représentés sont standards dans leur grande majorité ou semblables à ceux de la boîte de vitesses 01M de l'OCTAVIA.



SP20-3

■	Conversion des forces	4
■	Architecture générale de la boîte	7
■	Détermination des points de sélection	9
■	Huile de boîtes automatiques	14
■	Convertisseur de couple	16
■	Embrayage de pontage	18
■	Boîtes à trains planétaires	19
■	Éléments de sélection	23
	Embrayage à disques	23
	Freins multidisques	24
	Freins à ruban	24
	Roue libre	26
■	Commande de la boîte de vitesses	27
	Aperçu des systèmes d'une boîte automatique	28
	Programme de secours/Autodiagnostic	30
■	Système hydraulique	31
	Circuit d'huile/Pompe à huile	31
	Appareil hydraulique de sélection	32
	Schéma hydraulique	33
	Les pressions dans le système hydraulique	34
	Éléments hydrauliques de sélection	36
■	Contrôlez vos connaissances	38

Vous trouverez des informations spéciales relatives à la boîte de vitesses automatique sur 01M de la SKODA OCTAVIA dans le programme autodidactique Fascicule 21.



Conversion des forces

Pourquoi convertir les forces?

Remémorons-nous à ce sujet quelques règles fondamentales de la mécanique régissant les véhicules automobiles.

C'est le moteur qui fournit la puissance requise pour entraîner un véhicule automobile et les organes annexes indispensables (direction assistée, compresseur de climatiseur p. ex.).

La puissance **P** constitue le produit mathématique du couple **M** multiplié par le régime **n**, divisée par le facteur 9550*.

L'unité de mesure est le kW.

La puissance augmente avec le régime et le couple.

Que signifie la notion de couple?

Le couple décrit la transmission des forces par l'intermédiaire d'un arbre ou d'une roue.

Il est désigné par le symbole **M** et formé par la force **F**, qui agit sur la circonférence de la pièce rotative, multipliée par son rayon **r**.

Le régime est désigné par la vitesse angulaire ω en tr/s.

L'unité de mesure du couple est Nm = Newton-mètre.

Ce sont, dans le cas d'une boîte de vitesses, les pignons possédant un bras de levier "r" bien précis.

Les moteurs thermiques ne peuvent toutefois fonctionner entre le régime de ralenti (env. 600 à 700 tr/mn pour une voiture) et le régime maximum (qui varie selon le type de moteur, en moyenne 6000 à 7000 tr/mn).

Le couple maximum est quant à lui obtenu que sur une plage étroite de régimes.

Il augmente en direction du maximum et retombe au niveau du régime nominal.

Un convertisseur est donc indispensable dans un véhicule automobile afin d'adapter cette plage limitée de régimes à celle, très large, de la traction qu'il utilise. Celui-ci est constitué par la boîte de vitesses. Il faudrait, théoriquement, pour adapter la traction nécessaire selon les situations, avoir une boîte de vitesses comportant un nombre infini d'étages.

Ce qui n'est pas réalisable. La raison pour laquelle on tente de se rapprocher de la courbe idéale d'une ligne force de traction via plusieurs étages constants = démultiplications enclenchables.

* Le facteur 9550 résulte de la conversion de tous les paramètres mathématiques dès lors que les valeurs chiffrées de n en tr/mn et M en Nm entrent dans l'équation. P est obtenu en kW.

$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$

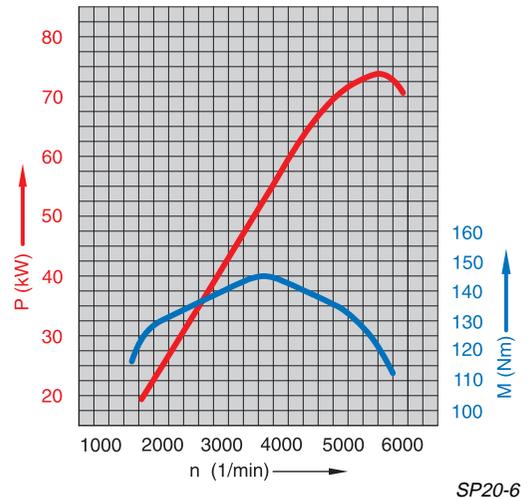
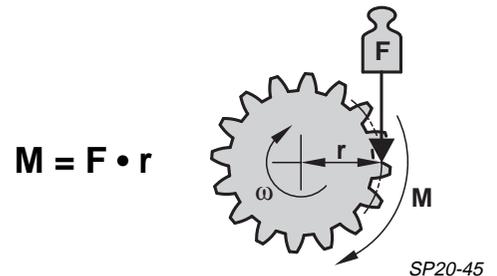


Diagramme de la puissance et du couple d'un moteur à essence



$$M = F \cdot r$$

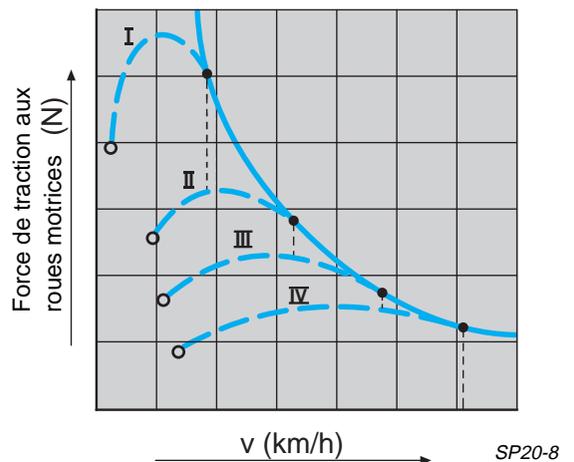


Diagramme de la force de traction et de la vitesse

- ligne idéale de la force de traction
- - - et de la force de traction des rapports I à IV
- n = 5000 tr/mn ○ n = 1000 tr/mn

La boîte de vitesses mécanique

On peut donc parler, lorsqu'il s'agit d'une boîte de vitesses, d'un dispositif de conversion des couples. Le régime n et le couple M ayant alors un comportement inverse, cela voulant dire un couple induit à l'entrée de la boîte en ressort plus fort.

Ce gain de couple implique toutefois une perte de régime.

La puissance motrice n'est pas modifiée par la boîte de vitesses.

La boîte de vitesses mécanique, c'est-à-dire celle où l'on passe les rapports manuellement, est en règle générale une boîte avec un arbre de renvoi. Nous en connaissons déjà le principe étant donné que c'est celui adopté sur toutes les SKODA.

Le flux des forces part de l'arbre primaire, arrive à l'arbre secondaire via une combinaison de pignons fixes et rejoint la transmission.

Les roues de sélection placées sur l'arbre secondaire tournent librement et ne sont couplées à celui-ci, par des manchons baladeurs, que lors de l'enclenchement d'un rapport.

Les boîtes de vitesses commandées manuellement fonctionnent donc mécaniquement - contrairement aux boîtes automatiques, qui sont entraînées par adhérence.

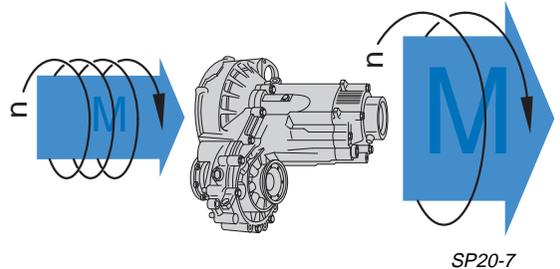
Les couples se comportent en fonction du rapport de démultiplication "i".

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{Vit. de rotation de la roue entraînant}}{\text{Vitesse de rotation de la roue entraînée}}$$

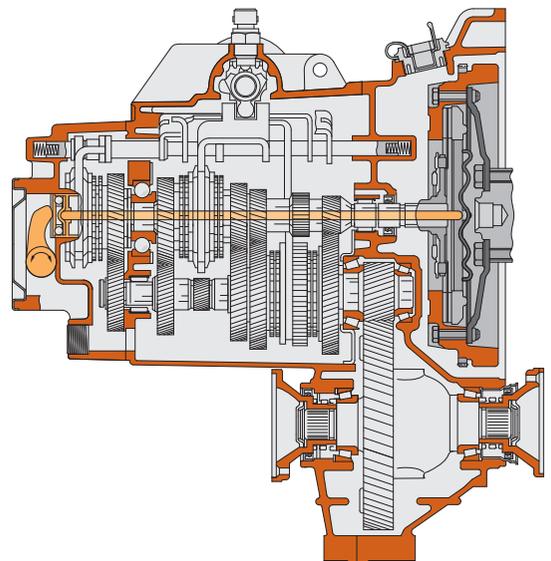
$$M_{\text{Sortie}} = M_{\text{Entraînement}} \cdot i$$

Important:

Le flux des forces doit être interrompu entre le moteur et la boîte de vitesses mécanique lors d'un démarrage et d'un changement de rapport. On sait en effet qu'il est impossible d'enclencher un rapport sous charge. Ce qui exige un dispositif à cet effet - embrayage en l'occurrence. Lequel transmet, une fois embrayé, le couple du moteur à la boîte de vitesses et aux roues motrices et interrompt le flux des forces lorsqu'il est débrayé.



SP20-7



SP18-22

Conversion des forces

Les boîtes de vitesses à enclenchement manuel aujourd'hui sont certes à la pointe de la technique

Le fonctionnement des boîtes de vitesses à enclenchement manuel a été fortement amélioré au cours de ces dernières années:

- enclenchement facile par synchronisation forcée
- fonctionnement silencieux du fait de pignons hélicoïdaux
- adaptation de la démultiplication à la puissance motrice et configuration optimale de la force de traction requise entre les rapports
- équipement des boîtes de vitesses des voitures avec 5 rapports essentiellement.

Les embrayages également ont été perfectionnés, essentiellement pour réduire des efforts au niveau de la pédale.

Le programme autodidactique 18 décrit sur quels principes reposent et comment fonctionnent l'embrayage et la boîte de vitesses des voitures modernes.

Mais

La pédale d'embrayage est actionnée entre 30 000 et 40 000 fois - ce qui a été mesuré - au cours d'un trajet de 10 000 km.

D'où l'obligation d'enclencher les rapports manuellement aussi souvent à l'aide du levier à cet effet. Il n'est donc pas étonnant si les avis divergent à ce sujet.



SP20-13

ENCLENCHER DES RAPPORTS, C'EST SYMPA - DISENT LES UNS



SP20-14

ENCLENCHER DES RAPPORTS, CA FATIGUE - DISENT LES AUTRES

il vaut donc mieux laisser travailler —> **une boîte automatique!**

Néanmoins, au cours de l'évolution des boîtes automatiques, les préjugés étaient tenaces. On prétendait qu'elles étaient "poussives" et "pas sportives".

Aujourd'hui, grâce aux ordinateurs installés dans les véhicules, avec des programmes électroniques d'enclenchement des rapports et des systèmes logiques Fuzzy déterminant les points de sélection, ces arguments sont dépassés maintenant.

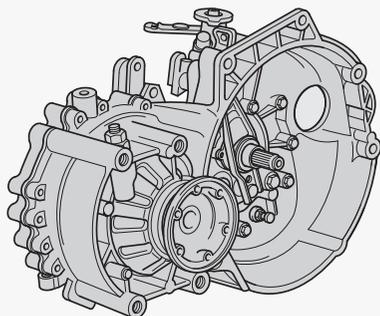
Architecture générale de la boîte

Les différences

En quoi diffère un véhicule à boîte mécanique d'un autre à boîte automatique?

Le flux des forces est identique dans les deux cas
moteur - embrayage - boîte de vitesses - différentiel - arbres de roues - châssis-suspension

avec boîte de vitesse mécanique



SP15-19

embrayage mécanique
actionné manuellement

Embrayage mécanique avec arbre de renvoi

avec enclenchement mécanique (via levier de sélection, fourchette de sélection manchons baladeurs) pour transmettre le couple

Le conducteur participe à l'enclenchement des rapports.

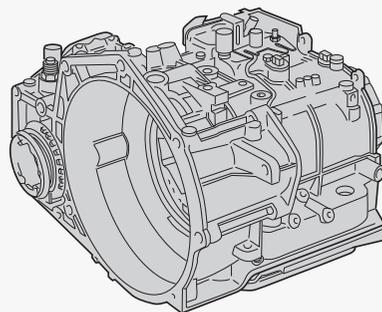
Les yeux et les oreilles sont impliqués.

Interruption du flux des forces lors de l'enclenchement d'un rapport.

En règle générale le véhicule avance en roue libre durant 1 à 2 secondes (selon le conducteur) lors de l'enclenchement d'un rapport.

Le conducteur est plus sollicité physiquement et doit pleinement se concentrer sur ce qui se passe.

avec une boîte de vitesses automatique



SP15-18

Le convertisseur de couple désolidarise automatiquement, le véhicule étant arrêté, le moteur qui tourne de la boîte en position statique, mais doit remplir d'autres fonctions et on peut y voir aussi une boîte hydraulique dans celui-ci.

Boîte planétaire

La condition sine qua non pour qu'une commande automatique devienne possible, transmission automatique du couple via les embrayages et les freins.

Moins de travail pour le conducteur, des capteurs enregistrent les résistances à la progression du véhicule. La commande électronique de la boîte de vitesses traite ces informations en vue de la sélection d'un rapport, lequel est formé par des éléments et des organes hydrauliques de sélection.

Le flux des forces n'est jamais interrompu dans les boîtes automatiques et celles-ci accélèrent continuellement.

Leurs accélérations n'ont rien à envier à celles des boîtes mécaniques.

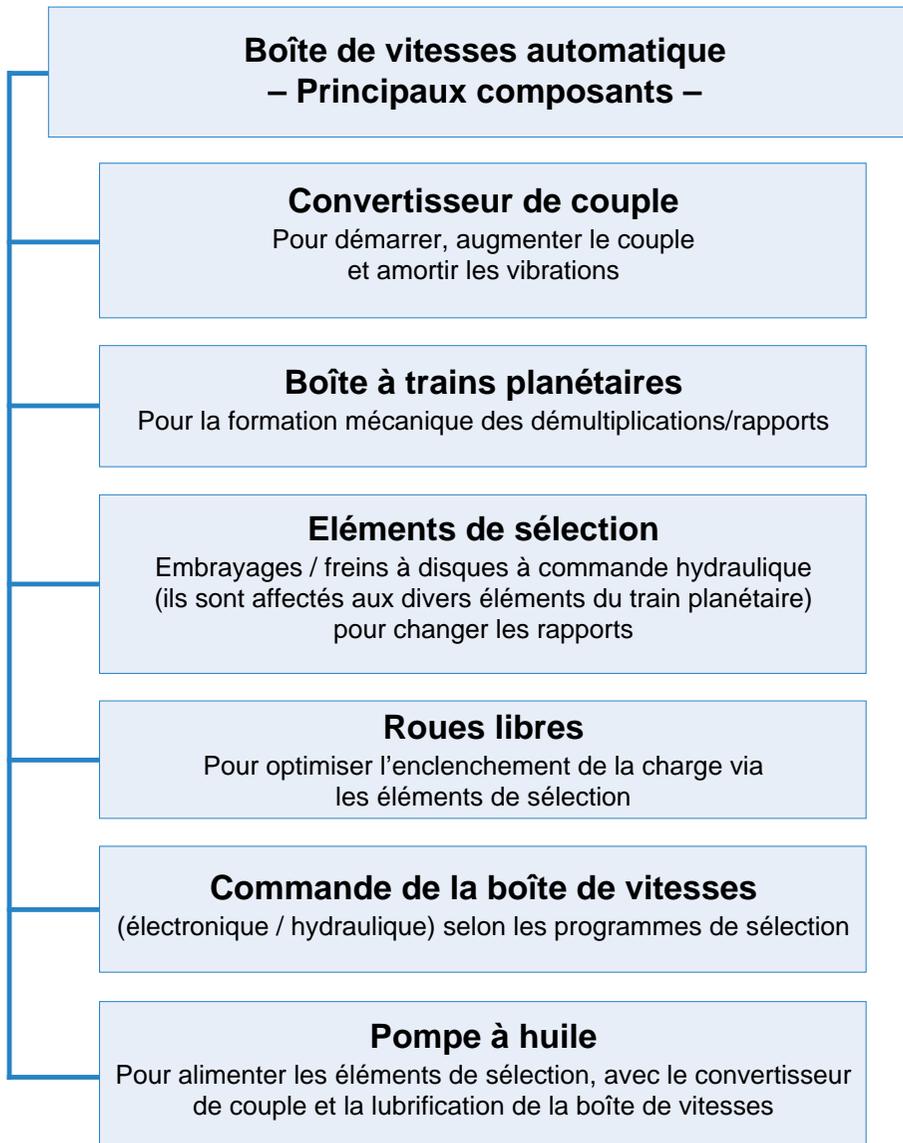
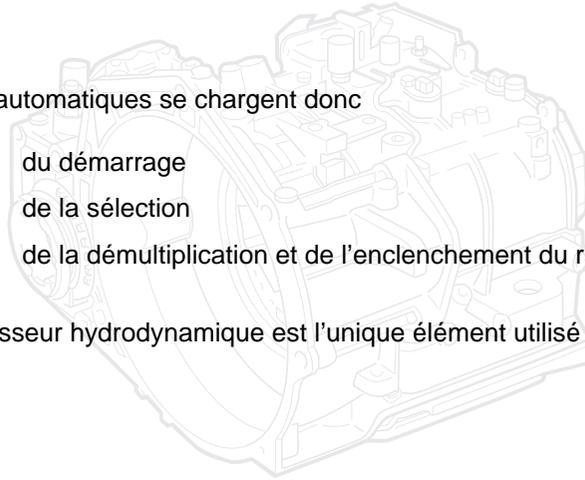
Le confort de conduite est meilleur, le stress est supprimé, la sécurité augmente au total.

Architecture générale de la boîte

Les boîtes automatiques se chargent donc

- du démarrage
- de la sélection
- de la démultiplication et de l'enclenchement du rapport choisi.

Un convertisseur hydrodynamique est l'unique élément utilisé pour démarrer

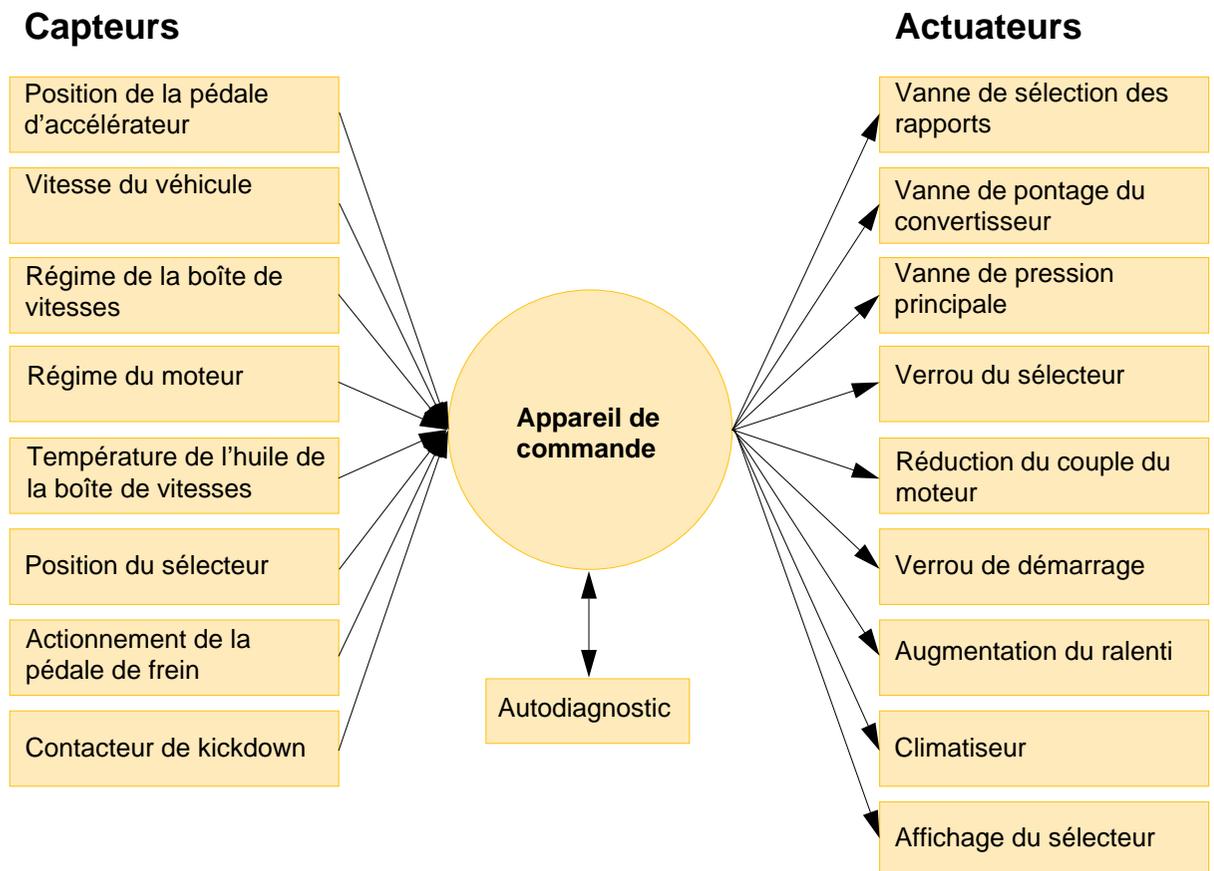


Détermination des points de sélection

Afin que les rapports soient enclenchés automatiquement, c'est-à-dire pour qu'un couple soit converti conformément à la situation du moment, à la conception purement mécanique de la boîte (boîte à trains planétaires) viennent s'ajouter trois questions intéressantes.

1. Comment la commande automatique de la boîte connaît-elle le moment où il faut enclencher un rapport? → courbe adaptative
2. Qui fournit les informations à ce sujet à l'appareil de commande? → les capteurs
3. Comment les enclenchements ont-ils lieu? → hydrauliquement via des actuateurs/électrovannes

Voyons donc les fonctions des systèmes d'une boîte de vitesses automatique, tels que ceux que la SKODA OCTAVIA.



La logique de sélection est calculée numériquement par un ordinateur placé dans l'appareil de commande.

La commande électronique de la boîte de vitesses répète constamment la saisie des signaux des capteurs, le calcul pour savoir s'il faut changer de rapport ou pas et l'émission des données aux actuateurs. Ceci est entièrement calculé en 20 ms.

Détermination des points de sélection

Ligne conventionnelle de sélection

La commande électronique de la boîte de base sur une ligne de sélection afin de passer d'un rapport sur un autre.

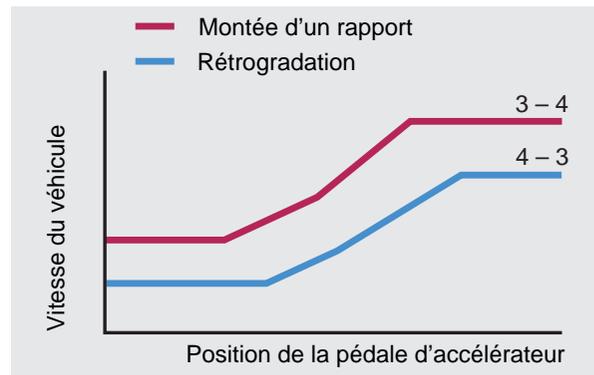
Cette ligne tient compte de la vitesse du véhicule et de la position de la pédale d'accélérateur.

La ligne caractéristique pour monter les rapports diffère de celle permettant de rétrograder.

Une ligne caractéristique de sélection est déposée dans l'ordinateur témoin pour chaque changement de rapport, et ce en fonction de la vitesse du véhicule et de la position de la pédale d'accélérateur.

Le choix des points de sélection est relativement rigide étant donné que l'enclenchement des rapports a toujours lieu aux mêmes points, bien que d'après la position de la pédale d'accélérateur et de la vitesse du véhicule.

Le diagramme ne représente que l'enclenchement des rapports 3-4.



SSP172/116

Ligne caractéristique sportive Ligne caractéristique économique

Seules des lignes caractéristiques de sélection étaient programmées au tout début de la commande électronique des boîtes de vitesses.

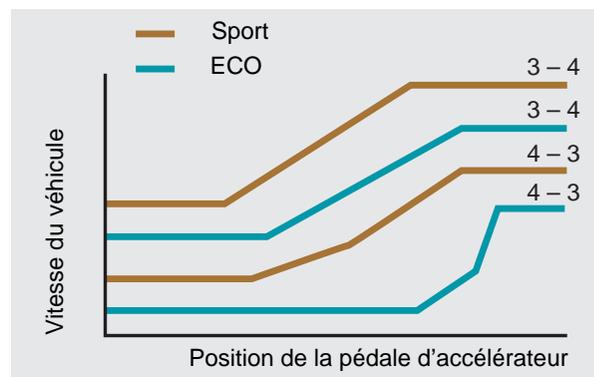
Son évolution permet, plus tard, de choisir deux programmes :

- un sportif
- et un économique

Le **passage** de l'un sur l'autre est effectué par **le conducteur** au moyen d'un contacteur séparé placé sur le sélecteur. Une amélioration apportée ultérieurement automatise cette commutation. Laquelle dépend de la vitesse d'actionnement au niveau de la pédale d'accélérateur.

Toutefois, comme avant, la décision ne permettait aucune nuance car c'était

soit "ECO" soit "SPORT"



SSP172/117

Lignes caractéristiques adaptatives

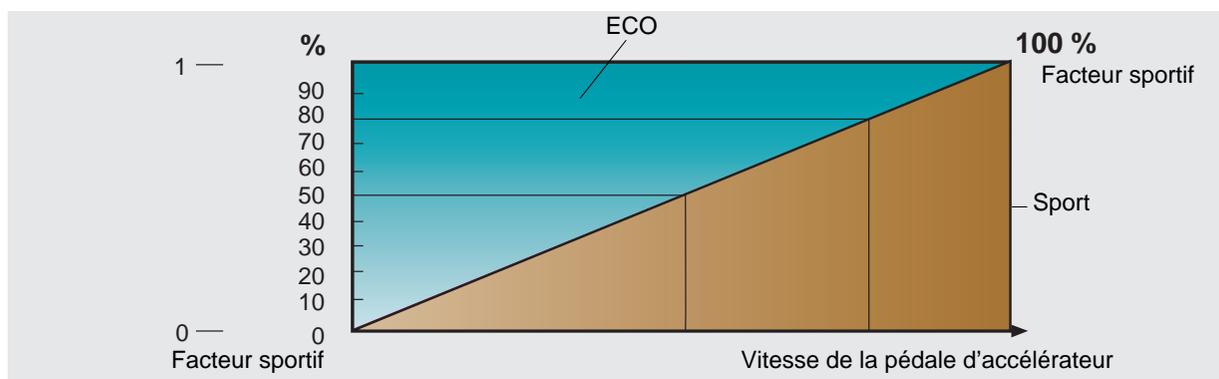
Les commandes électroniques modernes des boîtes de vitesses - ce qui est le cas aussi pour la boîte 01M de l'OCTAVIA - identifie un déplacement des lignes caractéristiques à partir d'un grand nombre d'informations décrivant, en permanence, les paramètres des organes du véhicule et ceux relevant de la conduite.

Cette ligne caractéristique pas rigide, adaptée et individualisée, est utilisée dans l'appareil de commande pour décider s'il faut changer de rapport ou pas.

On parle donc d'une ligne caractéristique adaptative de sélection.

Le **programme de sélection dépendant des résistances au déplacement du véhicule** détecte s'il y a une côte, une descente, si une caravane ou une remorque est attachée et si le vent souffle de face. L'appareil de commande calcule les résistances à la progression du véhicule et détermine les points de sélection d'après celles-ci en se basant sur la vitesse du véhicule, la position du papillon, le régime moteur et l'accélération de la voiture.

La détermination des points de sélection en fonction du conducteur et de la situation momentanée sur la route repose sur le principe de la logique Fuzzy



SP20-11

Via la vitesse d'actionnement de la pédale d'accélérateur (rapidement ou lentement) le conducteur induit un facteur sportif, que détermine la logique Fuzzy.

Le facteur sportif est pris en compte pour déterminer en souplesse les points de sélection entre un calcul de ceux-ci privilégiant la consommation ou la conduite sportive.

Il y a donc autant de points de sélection que l'on veut entre les lignes caractéristiques "ECO" et "SPORT".

D'où la possibilité de réagir avec beaucoup plus de subtilité à ce que souhaite le conducteur.

Détermination des points de sélection

La logique Fuzzy ça signifie quoi?



SP20-46

Cette logique Fuzzy est indissociable de beaucoup d'appareils de la vie quotidienne.

Les machines à laver, les aspirateurs, les caméras vidéo ou rasoirs électriques sont en effet commandés par une logique Fuzzy.

Le mot **Fuzzy** vient de l'anglais et signifie quelque chose comme "**fou utilisé en ciblant à volonté**".

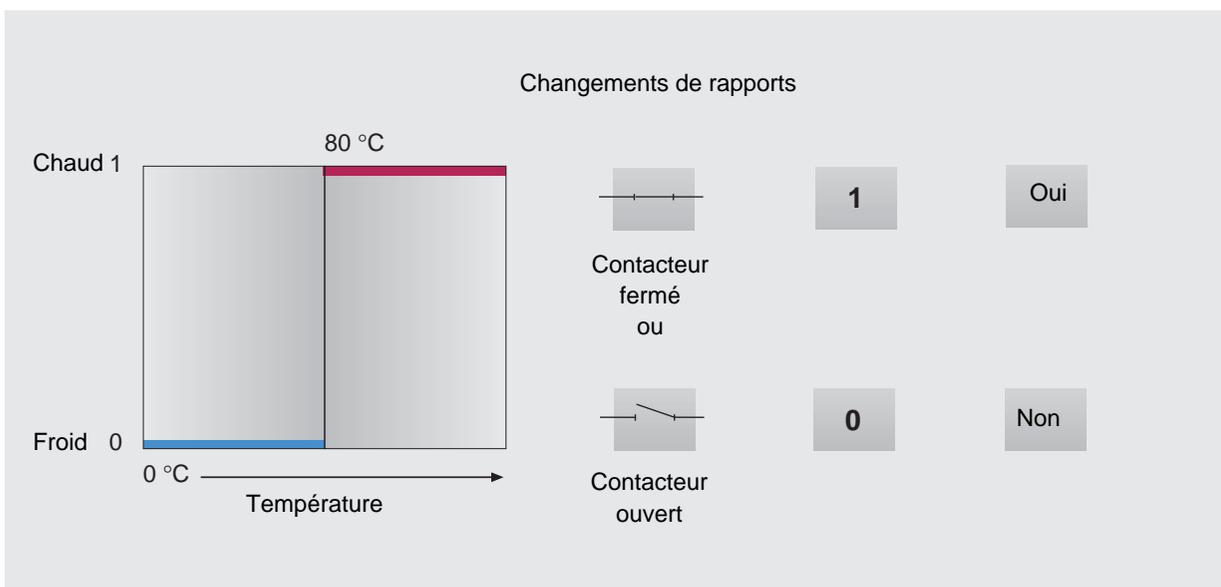
La logique Fuzzy a permis de supprimer les à-coups qui accompagnaient les changements de rapports avant elle, une subdivision rigide et dure ne permettant pas des tolérances hors de l'affectation des quantités.

Répartition classique

L'exemple ci-après se propose d'illustrer pourquoi un ordinateur sans logique Fuzzy est obligé d'avoir recours à la solution classique, c'est-à-dire un dosage sans nuances des quantités.

L'ordinateur doit pouvoir distinguer entre le chaud et le froid. Il faut donc lui communiquer une valeur limite fixe (80°C dans notre exemple).

L'ordinateur peut alors se décider entre le chaud et le froid en se basant sur les rapports enclenchés. Il ne dispose toutefois d'aucune marge de tolérance lors de l'affectation des quantités.

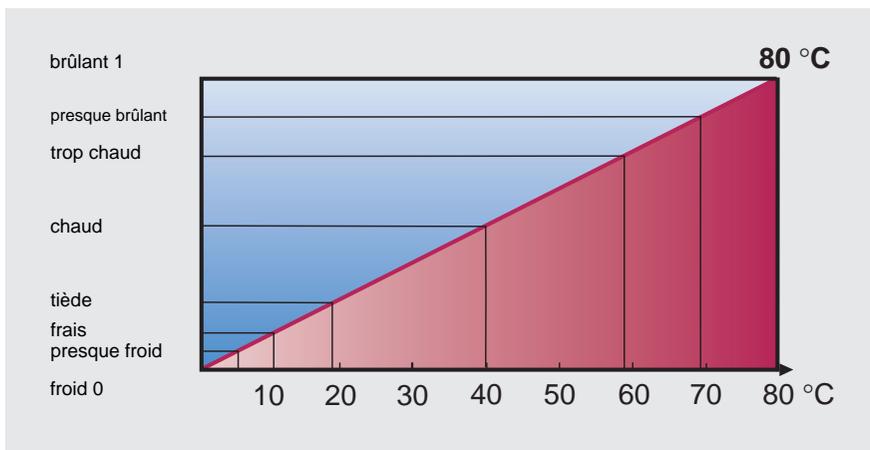


SSP172/107

Il faut toutefois fréquemment prendre des décisions plus nuancées que le tout ou rien, c'est-à-dire "Chaud" et "froid".

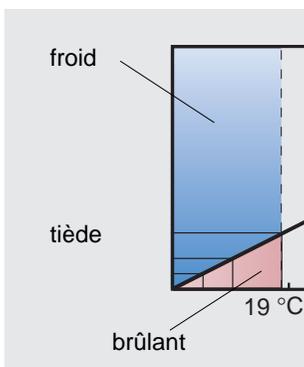
La logique Fuzzy tient compte d'un flou voulu qui travaille non pas avec deux valeurs seulement, mais avec des variables de celles-ci.

Ce qui peut donner d'innombrables valeurs intermédiaires comme "presque froid", "frais", "tiède" ou "trop chaud".



SP20-10

La limite supérieure "brûlant" et la limite inférieure "froid", ainsi que toutes les valeurs intermédiaires correspondent à des températures très précises.



SP20-9

La logique Fuzzy reconnaît la correspondance avec les valeurs intermédiaires très exactement fixées au préalable en se basant sur les surfaces qui résultent des points d'intersection - surface bleue par rapport à la surface rouge -.

Ainsi, à 19°C
88 % de la surface totale correspondent à la surface bleue = froid et
12 % de la surface rouge = brûlant.

La logique Fuzzy en déduit "tiède".

Huile de boîtes automatiques

Huile de boîtes automatiques = ATF (Automatik Transmission Fluid)

Au cours du circuit qu'elle décrit, l'huile de la boîte de vitesses automatique doit satisfaire différents critères.

Il lui faut

- Transmettre des forces (dans le convertisseur de couple)
- Effectuer des enclenchements (dans les organes hydrauliques de sélection)
- Générer des valeurs de friction (dans les embrayages et les freins à disques, dans les embrayages de pontage)
- Lubrifier des pièces (toutes les pièces rotatives de la boîte de vitesses)
- Evacuer de la chaleur
- Transporter les particules détachées.

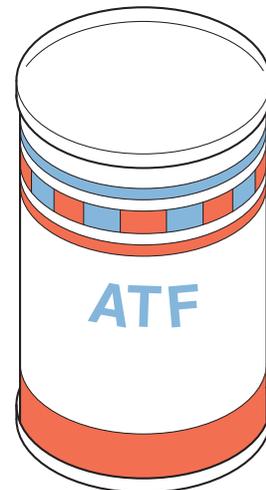
L'huile doit réaliser toutes ces opérations entre -30°C et $+150^{\circ}\text{C}$ (points de mesure de la température dans le carter d'huile de la boîte de vitesses).

Les températures comprises entre 250°C jusqu'à 400°C sont même brièvement possibles au niveau des embrayages et des freins à disques durant les passages des rapports.

L'huile minérale de base est donc dotée de toute une série d'additifs afin que la boîte automatique puisse remplir toutes les fonctions qui lui sont demandées et ce quelles que soient les conditions.

L'indice de viscosité s'en trouve amélioré en particulier de manière à garantir que celle-ci reste toujours la même sur l'ensemble de la plage des températures.

Les standards établis à cet effet par General Motors (ATF Dexron) et Ford (ATF Mercon) sont reconnus dans le monde entier.



SP20-4



Remarque:

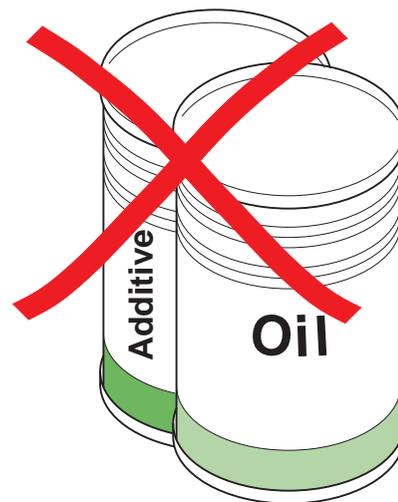
N'utiliser que l'huile autorisée par le constructeur du véhicule.

Autres huiles ou additifs modifient les propriétés et sont négatifs pour le fonctionnement et la longévité de la boîte de vitesses.

De l'eau dans l'huile de la boîte de vitesses est particulièrement nocive pour celle-ci.

L'huile aspirée dans le carter traverse un filtre afin qu'elle reste propre.

Un puissant aimant à effet permanent est placé dans le carter d'huile pour retenir les particules métalliques.

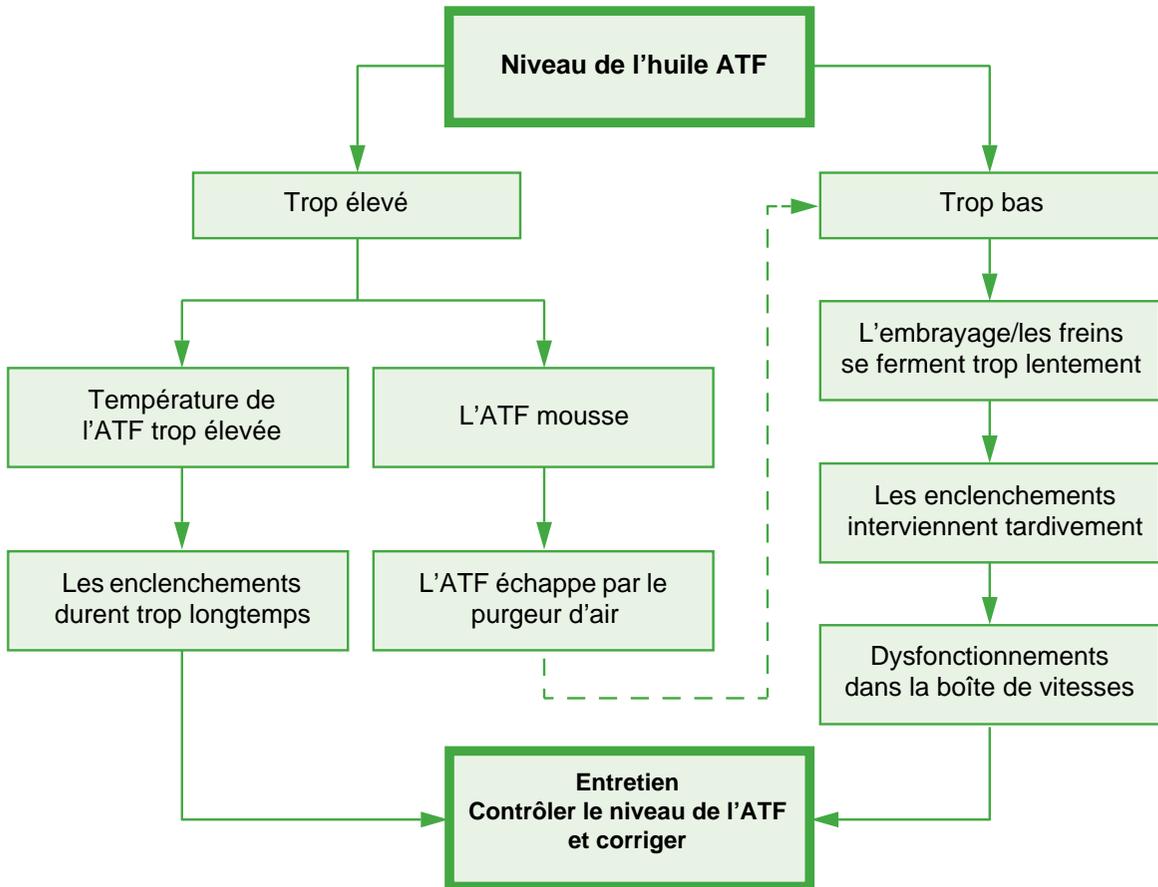


SP20-5

Niveau/température de l'huile

Le niveau et la température de l'huile exercent une énorme influence sur le fonctionnement d'une boîte automatique.

La raison pour laquelle les boîtes de vitesses automatiques comportent un capteur mesurant la température de l'huile ainsi qu'un refroidisseur. Le dessin illustre les interactions impliquées.



Il suffit de dépasser un peu les températures prévues pour le niveau de l'huile varie. La dilatation de celle-ci se fait pas dans les canalisations comme il le faudrait, mais elle retombe dans le carter. Une montée en température du convertisseur plus spécialement a pour effet de refouler l'huile dans son carter.

Un niveau trop élevé fait mousser l'huile, qui échappe alors par le trop-plein.



Attention!
Un remplissage incorrect d'une boîte automatique peut entraîner un mauvais fonctionnement et l'endommager.

Veillez tout spécialement à la température de contrôle de l'huile lorsqu'il faut en corriger le niveau.

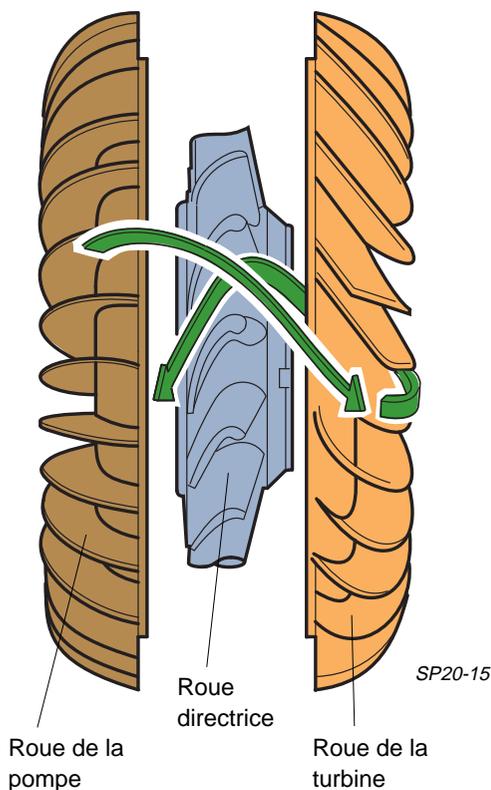
La température de contrôle doit être mesurée au moyen de l'appareil de diagnostic, lequel sera réglé sur la température indiquée.

Lors du contrôle du niveau d'huile, se baser sur le dernier Manuel de Réparation de la boîte concernée.

Si la quantité d'huile est la bonne, la commande électronique de la boîte de vitesses s'oppose à toute modification de la viscosité suite à une augmentation de la température du fait d'une variation de la pression de l'huile, ceci afin que les rapports continuent de s'enclencher aussi bien.

Convertisseur de couple

Le convertisseur hydrodynamique de couple



Composants

Le convertisseur hydrodynamique de couple est en réalité une boîte supplémentaire assurant l'écoulement du flux en direction de la boîte automatique.

Il constitue l'élément d'entrée de la boîte automatique.

Le principe du convertisseur de couple a été mis en œuvre pour la première fois en 1905 par Hermann Föttinger dans la construction navale.

La raison pour laquelle le convertisseur hydrodynamique de couple est souvent aussi appelé convertisseur Föttinger.

Le principe du convertisseur:

une pompe aspire un fluide - huile spéciale ATF pour boîtes de vitesses dans notre cas - puis l'accélère et envoie à une turbine.

L'énergie hydrodynamique est ainsi transformée en un mouvement rotatif mécanique.

Le convertisseur de couple est formé de trois éléments essentiels:

- **La roue de la pompe** (qui est simultanément le carter du convertisseur de couple)
- **La roue de la turbine** (qui entraîne l'arbre de celle-ci et donc la boîte de vitesses)
- **La roue directrice** (reliée au carter de la boîte de vitesses par une roue libre, et ne pouvant tourner que dans le même sens que la roue de la pompe et celle de la turbine)

Le convertisseur est rempli d'une huile spéciale pour boîtes de vitesses et est soumis à une pression.

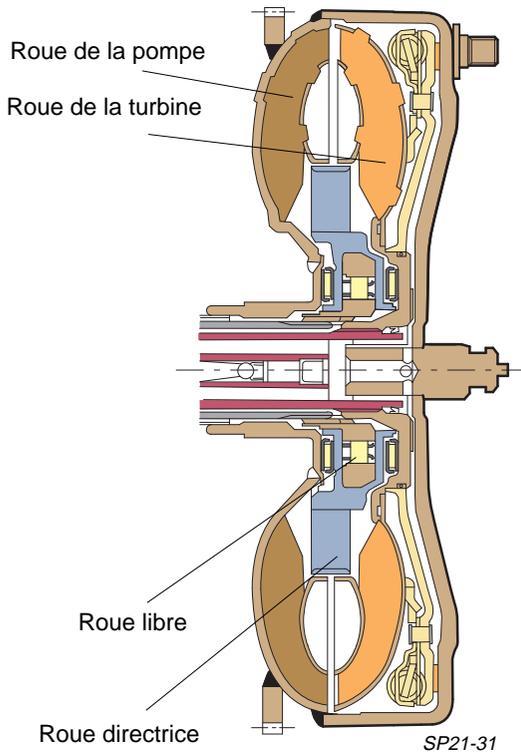
Le moteur du véhicule entraîne directement la roue de la pompe (qui fait office de carter en même temps).

Sous l'effet de la force centrifuge l'huile est refoulée vers l'extérieur, entre les pales de la roue de la pompe.

Toutefois sur l'intérieur de la paroi du carter l'huile est dirigée vers la roue de la turbine. Cette énergie hydrodynamique est reprise par les pales de la roue de la turbine, qui se met à tourner. L'énergie hydrodynamique est transformée en rotation mécanique. Le flux d'huile arrive à proximité de l'axe du convertisseur, traverse les ailettes de la roue directrice et retourne dans la roue de la pompe. L'huile a alors bouclé la boucle à l'intérieur du convertisseur.

Effet de l'entraînement

Augmentation du couple



La réduction du régime fait place à une augmentation du couple suite à l'intervention du convertisseur.

Au moment du démarrage, seule la roue de la pompe commence à tourner. La turbine est encore arrêtée.

La différence de régime - appelée glissement - s'élève à 100 %.

Le glissement diminue dans la mesure où l'huile restitue l'énergie hydrodynamique à la roue de la turbine. Les vitesses de rotation de la pompe et de la turbine convergent.

Ce glissement est absolument indispensable lors de la conversion du couple. L'augmentation du couple atteint son maximum lorsque le glissement est élevé, le flux d'huile étant donc dérivé à travers la roue directrice qu'à de fortes différences entre le régime de la roue de la pompe et celui de la roue de la turbine. C'est donc la roue directrice qui génère l'accroissement du couple pendant la phase de conversion. Le tout, pour se faire, s'appuie sur le carter de la boîte de vitesses par l'intermédiaire d'une roue libre. Si le glissement est faible, c'est-à-dire lorsque la roue de la pompe et celle de la turbine tournent à peu près à la même vitesse, la roue directrice ne fait plus monter le couple. Elle tourne alors grâce à la roue libre dans le même sens que la roue de la pompe et la roue de la turbine. Les pertes de rendement qu'elle provoque sont donc insignifiantes.

La transmission de l'énergie via le flux d'huile

Démarrage
Phase de conversion 1

La roue de la turbine est arrêtée.

La roue de la pompe tourne.

Le flux d'huile est fortement dérivé. Le glissement est important. Démultiplication lente.

Augmentation maximum du couple.

Phase de conversion 2

La vitesse de la turbine s'accroît.

Le flux d'huile "s'étire". Glissement nul, la démultiplication diminue.

L'augmentation du couple baisse.

Phase d'embrayage et de débrayage

La vitesse de la turbine est presque la même que celle de la pompe.

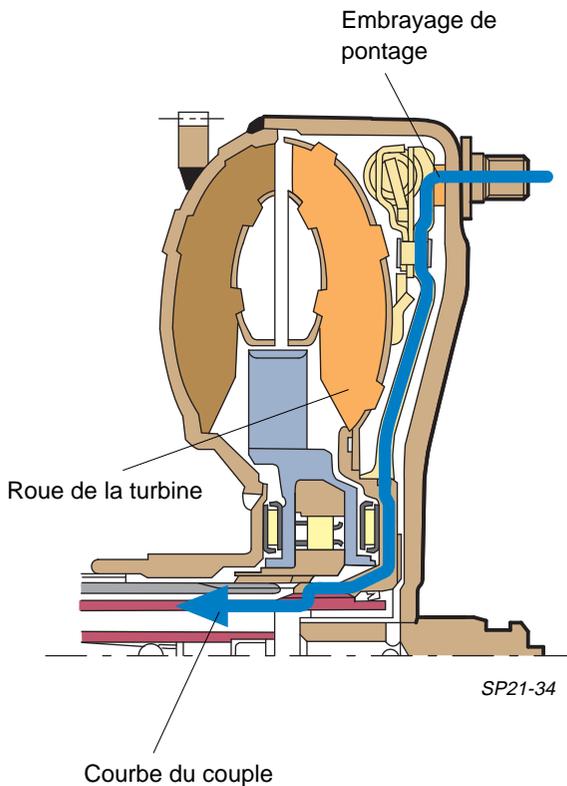
Glissement peu prononcé, la roue directrice tourne également. Le rapport de couple retombe à 1:1.

Ne fonctionne plus comme un embrayage.

Autrement dit: Le convertisseur de couple fonctionne comme une boîte hydraulique à démultiplication variable sur toute la plage de glissement.

Embrayage de pontage

Embrayage de pontage convertisseur - un embrayage mécanique



Mode de fonctionnement

Pourquoi faut-il ponter le convertisseur de couple?

Le convertisseur travaille avec des pertes relativement élevées lorsque la phase d'embrayage est atteinte, c'est-à-dire lorsque le rapport de couple est de 1:1.

Le rendement est de 85 % en règle générale, mais peut monter jusqu'à 97 % lorsqu'il s'agit de moteurs très performants qui tournent vite.

Deux à trois pour cent de glissement sont toutefois toujours indispensables pour transmettre les forces sinon l'huile ne s'écoulerait plus.

Les pertes au niveau de la transmission ont toutefois toujours des répercussions négatives sur la rentabilité du véhicule.

C'est pourquoi les boîtes de vitesses automatiques modernes sont équipées d'un embrayage de pontage. Celui-ci neutralise le convertisseur en fonction des besoins c'est-à-dire lorsque le glissement est faible.

L'embrayage de pontage est intégré au carter du convertisseur de couple.

Il est doté d'une garniture annulaire de friction et relié à la roue de la turbine.

La pression de l'huile le pousse contre le carter du convertisseur, vers lequel le couple est introduit.

D'où un entraînement direct et sans aucun glissement.

L'embrayage de pontage du convertisseur se comporte, exactement comme un embrayage ordinaire à friction à sec, des amortisseurs de torsion permettant de réduire les vibrations torsionnelles du moteur.

La fermeture et l'ouverture d'un embrayage de pontage sont décidées par l'appareil de commande de la boîte automatique.

La consommation des véhicules ayant une boîte de vitesses automatique peut être améliorée de 2 à 8 % par embrayage de pontage du convertisseur, cela dépendant des caractéristiques du véhicule et de sa boîte.

Le programme autodidactique n° 21 fait état de remarques concernant la commande hydraulique d'un embrayage de pontage du convertisseur.

Boîtes à trains planétaires

Le changement des pignons des rapports - boîte mécanique

On sait que le changement des rapports se fait comme suit lorsqu'il s'agit d'une boîte mécanique:

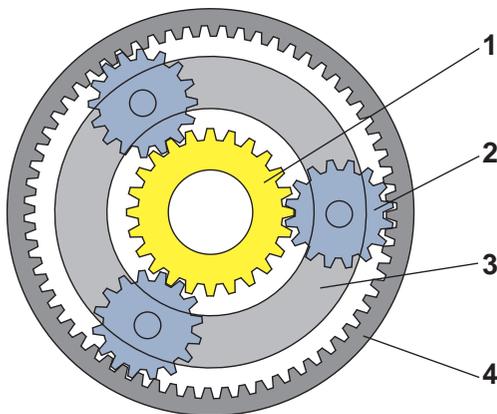
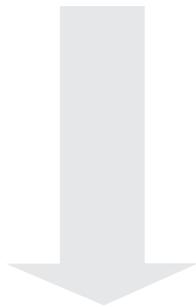
- blocage du manchon coulissant de commande
- interruption du flux des forces,
- le pignon amené à la même vitesse le manchon coulissant choisi est ensuite enclenché, le flux des forces, c'est-à-dire la chaîne cinématique, est rétabli.

Le changement des rapports - boîte automatique

Lors du changement automatique des rapports, ce qui est voulu dans le cas d'une boîte automatique, il n'est pas possible d'interrompre le flux des forces.

L'appareil de commande automatique ne peut pas déduire de la situation momentanée sur la route si une interruption du flux des forces serait opportune.

Quelles sont les alternatives?



SP20-31

Pour les boîtes automatiques, seules des boîtes enclenchables sans interrompre le flux des forces entrent donc en ligne de compte.

Ce qui est le cas avec les boîtes à trains planétaires.

Lesquelles sont donc à la base de la quasi-totalité des boîtes automatiques.

Du fait même de leur principe, les boîtes à trains planétaires sont également appelées boîtes à engrenages épicycloïdaux.

Une boîte à trains planétaires est constituée de deux à quatre trains planétaires.

Ceux-ci sont solidaires les uns des autres ou reliés par des embrayages.

Un seul train planétaire permet d'expliquer le fonctionnement.

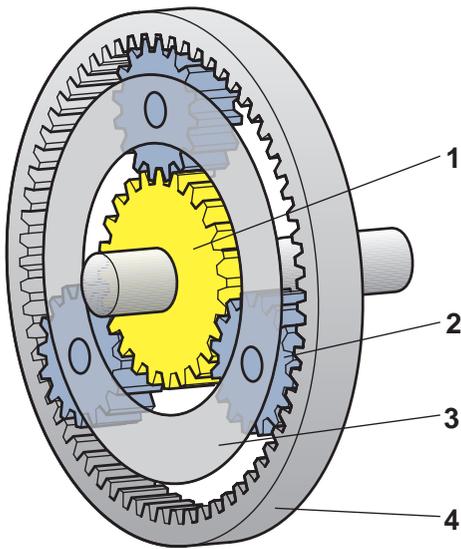
Un train planétaire comprend

- un pignon central, le pignon planétaire - 1 -
- plusieurs satellites (trois à six) - 2 -
- le porte-satellites - 3 -
- une couronne extérieure à denture intérieure - 4 -

La totalité des paires de pignons est constamment en prise.

Des manchons coulissants ne sont pas nécessaires, les vitesses des pignons ne doivent pas être synchronisées.

Boîtes à trains planétaires



SP20-2

A l'intérieur, le pignon planétaire -1- tourne sur un axe central. Les satellites -2- viennent s'engrener dans la denture du pignon planétaire.

Ces satellites peuvent tourner aussi bien autour de leur axe que décrire un cercle autour du pignon planétaire.

Le porte-satellites -3- reçoit ceux-ci ainsi que leurs axes.

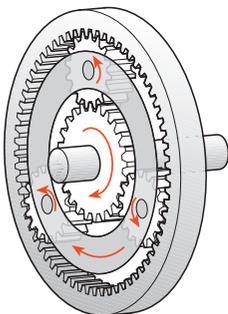
Le porte-satellites reprend le mouvement circulaire de ceux-ci autour du pignon planétaire et, logiquement, autour de l'axe central également.

La denture intérieure de la couronne -4- vient prendre dans les satellites et entoure la totalité du train de ceux-ci.

L'axe central est aussi le centre de rotation de la couronne.

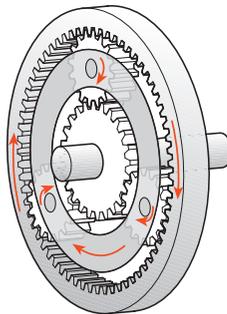
La couronne, le porte-satellites et le pignon planétaire ont chacun leur propre liaison avec l'arbre.

Lorsque l'un des éléments de la boîte de vitesses est retenu et que les deux autres interviennent à l'entrée et à la sortie, un train de satellites permet aussi bien des démultiplications plus importantes ou plus réduites pour aller plus lentement ou plus vite. Le sens de rotation est inversé lorsque le porte-satellites est retenu. La boîte à trains planétaires se bloque si deux éléments sont retenus, le rapport de démultiplication est alors de 1:1.



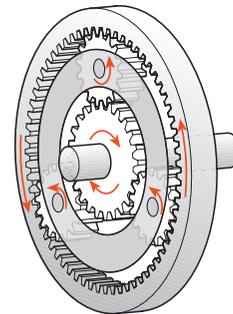
SP20-16

- Couronne fixe
- Entraînement par pignon planétaire = rapport de démultiplication élevé pour ralentir



SP20-17

- Pignon planétaire fixe
- Entraînement par la couronne = faible rapport de démultiplication au ralenti

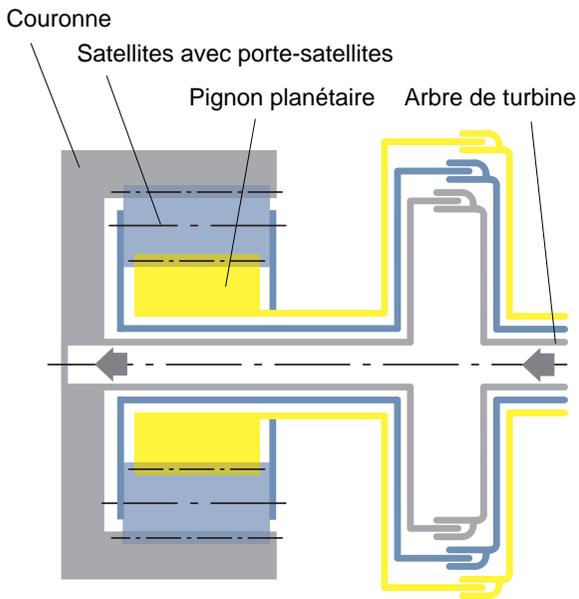


SP20-18

- Porte-satellites fixe
- Entraînement par pignon planétaire = inversion du sens de rotation

D'autres **variantes de la démultiplication** peuvent être obtenues en combinant l'entraînement et le freinage (retenue) des composants

Couronne	Pignon planétaire	Porte-satellites	Rapport de démultiplication
Fixe	Sortie	Entraînement	Forte pour accélérer
Sortie	Fixe	Entraînement	Faible pour accélérer
Entraînement	Sortie	Fixe	Pour accélérer inversion du sens de rotation
Fixe	Fixe	Sortie	Aucun rapport de démultiplication train de satellites bloqué
Entraînement lent	Entraînement normal	La rotation s'ajoute à celle de la couronne Superposition des vitesses (effet de l'escalier roulant)	



SP20-20

Schéma de l'entraînement et de la sortie d'un train de satellites

Les composants du train de satellites doivent donc être freinés ou entraînés de l'extérieur.

Afin que cela fonctionne, il faut que les arbres des composants entrant en ligne de compte soient amenés à l'extérieur et reliés aux arbres antagonistes. Ce qui, côté conception, est résolu à l'aide d'arbres creux s'emboîtant l'un dans l'autre.

L'extérieur de ceux-ci revêt la forme d'une cloche (cloches d'embrayage) et sont rendus solides, selon activation, des arbres antagonistes d'une forme identique.

Les cloches mentionnées portent, quant à elles, les embrayages et les freins.

Lors d'un freinage, les freins viennent s'appuyer contre les carters de la boîte de vitesses (se reporter également à la description des organes de sélection).

Boîtes à trains planétaires

Plusieurs trains de satellites sont disposés les uns derrière les autres dans le cas de la boîte automatique d'une automobile. Cette combinaison permet "d'assembler" les étages

nécessaires de la boîte.

Les diverses combinaisons et les configurations techniques standards portent le nom de leurs inventeurs.

Boîte Wilson



est constituée de 3 trains de satellites.

La première couronne, le deuxième porte-satellites et la troisième couronne sont solidaires l'un des autres.

Le deuxième et le troisième pignons planétaires sont également solidaires l'un de l'autre.

L'entraînement dans les rapports avants est assuré par le double pignon planétaire.

Boîte Simpson



est constituée de 2 trains de satellites avec un pignon planétaire, les porte-satellites de l'un des trains, la couronne de l'autre et l'arbre primaire sont solidaires les uns des autres.

L'entraînement des rapports avants a lieu chaque fois par l'intermédiaire des couronnes.

Ce principe a souvent été utilisé à l'époque des boîtes automatiques à 3 rapports.

Boîte Ravigneaux



est constituée de 2 trains de satellites avec un porte-satellites.

Cette conception est mise en œuvre dans la boîte automatique 01M de la SKODA OCTAVIA.

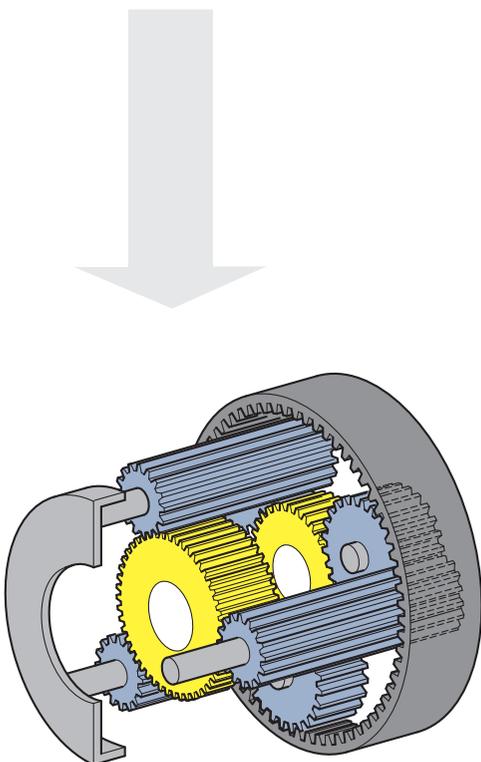
Le porte-satellites porte deux trains de satellites:

- des satellites courts d'un grand diamètre, qui prennent dans un petit pignon planétaire
- des satellites longs d'un faible diamètre qui prennent dans un grand pignon planétaire et des satellites courts.

La boîte Ravigneaux ne comporte qu'une seule couronne enveloppant les satellites courts.

La sortie est toujours confiée à la couronne. La boîte Ravigneaux permet d'obtenir 4 rapports avants et une marche arrière.

Très compacte, elle convient tout spécialement lorsqu'il s'agit de véhicules à traction avant.



SP20-19

Embrayage à disques

Chaque rapport possède au moins un organe de sélection induisant le flux des forces, via un phénomène de friction.

Les embrayages à disques sont utilisés afin de générer le flux des forces entre l'arbre de la turbine et le train de satellites.

Ils comportent des disques, à l'intérieur et à l'extérieur, qui tous les deux, sont reliés à des pièces rotatives. Ils s'imbriquent l'un dans l'autre comme des peignes. Au repos, un entrefer se produit et ils sont remplis d'huile, de sorte qu'ils puissent tourner librement.

Le groupe de disques est comprimé par un piston hydraulique, qui tourne y compris sa charge d'huile, laquelle agit, à l'arrière, sur le piston. L'huile arrive donc par l'intermédiaire d'un arbre creux. La détente de l'embrayage à disques est obtenue via des ressorts (ressorts de pression, mais aussi ressorts à godet) lors du débrayage. Des soupapes à bille (partiellement dans le piston, partiellement dans le support des disques) font en sorte que la pression puisse redescendre rapidement et l'huile s'écouler lorsque le système n'est pas actionné.

Aussi bien sur la partie extérieure qu'intérieure, les supports reprennent les disques par l'intermédiaire des roues, d'où une liaison mécanique.

Les disques extérieurs sont en acier.
Les disques intérieurs sont en plastique très résistant.

Ils servent simultanément de garniture de friction.

La structure de soutien est en cellulose.

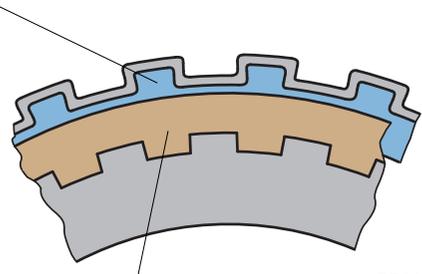
La résistance thermique utilisée est obtenue en mélangeant des fibres d'aramide, un plastique hautement résistant.

Des minéraux sont ajoutés pour influencer la friction, et de la résine phénolique pour assurer la liaison.

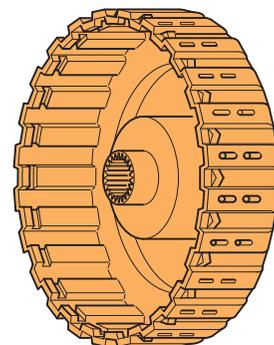
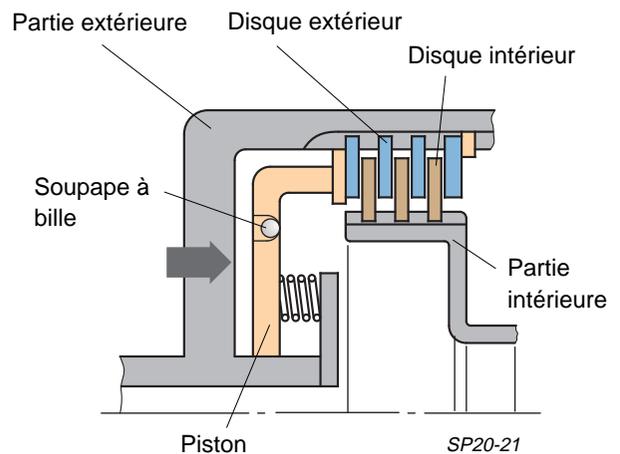
Le nombre de disques peut très fortement varier en fonction de la version de la boîte de vitesses. Le jeu entre les disques est important pour le fonctionnement de la commande automatique et est déterminée dès le stade de la conception. Il est réglé séparément au moment du montage.

Le principe de l'embrayage à disques est celui également repris pour la boîte automatique 01M de la SKODA OCTAVIA.

Disque extérieur relié mécaniquement à la partie extérieure



Disque intérieur relié mécaniquement à la partie intérieure SP20-22



SP20-25

Support (cloche d'embrayage) reprenant les disques extérieurs

Éléments de sélection

Freins multidisques

Les freins multidisques sont utilisés pour obtenir une partie du train de satellites.

Ils ressemblent aux embrayages à disques et possèdent également des disques intérieurs et extérieurs.

Les disques intérieurs sont également reliés à la partie rotative via des ergots, alors que les disques extérieurs sont fixes et s'appuient sur le carter de la boîte de vitesses.

Lors de l'activation, un piston hydraulique comprime le groupe de disques.

Le piston hydraulique, contrairement à ce qui est le cas pour l'embrayage à disques, est fixe.

Le jeu entre les disques du frein est également important pour que la commande fonctionne impeccablement et il est donc réglé séparément.

Ce type de freins est installé dans la boîte automatique 01M de la SKODA OCTAVIA.

Freins à ruban

Les éléments d'un train de satellites peuvent également être retenus par un frein à ruban.

La configuration extérieure de l'arbre est similaire à celle d'un frein à tambour.

Un ruban en acier, qui sert de frein, enserre le tambour qui tourne librement lorsque le système n'est pas actionné.

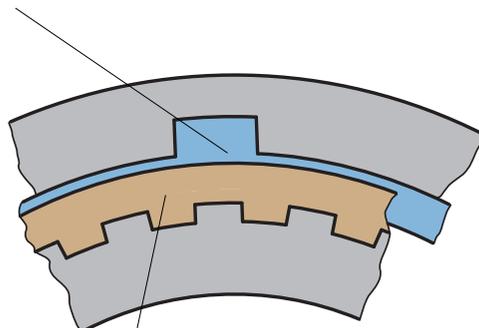
Le ruban du frein s'appuie, à une extrémité, contre le carter de la boîte de vitesses.

Lors de l'activation hydraulique, la force du piston agit sur l'autre extrémité et freine le tambour jusqu'à son arrêt complet.

Un inconvénient du frein à ruban réside dans le fait que d'importantes forces radiales agissent sur le carter de la boîte de vitesses.

Ce principe est mis en œuvre p. ex. dans la boîte 001 de l'Arosa, une voiture particulière.

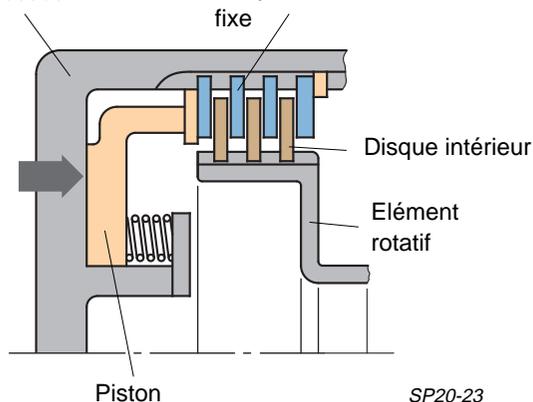
Disque extérieur s'appuyant sur la boîte de vitesses



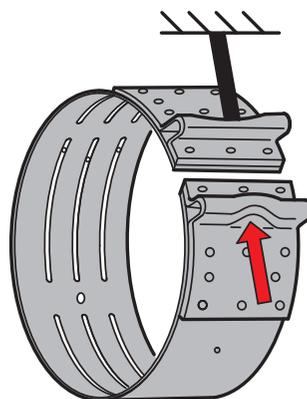
SP20-24

Disque intérieur engrené mécaniquement avec la pièce rotative

Carter de boîte de vitesses



SP20-23



SP20-26

Chevauchement

Lors d'un changement de rapport électrohydraulique, un organe de sélection s'ouvre et un autre se ferme.

Une opération qui ne dure que quelques fractions de seconde.

Le couple transmis, l'organe de sélection qui s'ouvre diminue durant ce processus. Celui de l'organe qui se ferme augmente par contre.

Le nouveau rapport intervient à l'instant où le couple de l'organe de sélection en train de s'ouvrir est supérieur à celui qui se ferme.

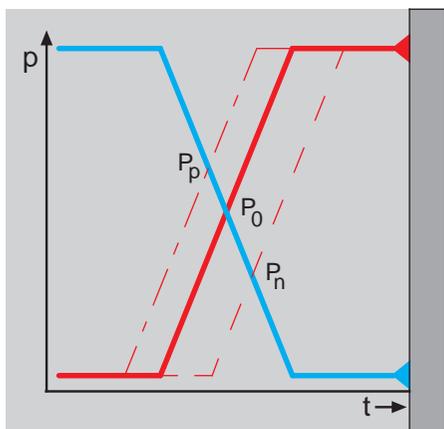
Ce processus est appelé chevauchement.

Lors du chevauchement nul, l'organe de sélection en train de s'ouvrir sort de la totalité du couple fourni par celui qui se ferme.

Le couple est donc conservé au total.

La commande du chevauchement repose exclusivement sur les enclenchements hydrauliques, eux-mêmes activés par un appareil d'enclenchement électronique.

Cet appareil reçoit la totalité de la pression de travail.



SP20-27

p = Pression
 t = Durée

 = Courbe de pression de l'organe de sélection en train de se fermer en cas de chevauchement nul

 = Courbe de pression de l'organe de sélection en train de s'ouvrir en cas de chevauchement nul

 = Chevauchement négatif

 = Chevauchement positif

P_0 = Point de chevauchement nul

P_n = Point de chevauchement négatif

P_p = Point de chevauchement positif

Aux chevauchements nuls viennent s'ajouter des chevauchement négatifs et positifs, judicieusement utilisés dans certaines situations bien précises.

Chevauchement négatif

L'organe de sélection en train de s'ouvrir reprend trop tard.

(autrement dit la baisse de pression du premier organe de sélection intervient trop tôt lors d'une traction pour monter un rapport / en rétrogradant pour freiner

ou

l'augmentation de la pression de l'organe de sélection en train de s'ouvrir intervient trop tard lors d'une traction pour rétrograder / la montée d'un rapport sans accélérer.

Lorsque le moteur est sous charge le régime de celui-ci augmente du fait de la désolidarisation. Le régime du moteur retombe brutalement lorsque l'on n'appuie plus sur la pédale d'accélérateur).

Chevauchement positif

L'organe de sélection en train de s'ouvrir reprend trop tôt.

(autrement dit la baisse de pression de l'organe de sélection qui se ferme intervient trop tard lors d'une traction pour monter un rapport / en rétrogradant pour freiner

ou

l'augmentation de la pression de l'organe de sélection en train de s'ouvrir intervient trop tôt lors d'une traction pour rétrograder / la montée d'un rapport sans accélérer. La boîte de vitesses se bloque brièvement d'où une chute instantanée du couple.

Ceci peut être judicieux s'il faut que le moteur passe rapidement d'un régime élevé à un faible régime).

Éléments de sélection

Roue libre

La commande de chevauchement peut être simplifiée en lui adjoignant des roues libres.

La roue libre ne transmet un couple que dans une seule direction.

Elle tourne par contre librement dans le sens opposé.

Elle est utilisée afin de simplifier, techniquement parlant, un enclenchement mais sans discontinuité de la force de traction.

Elle autorise une transition précise entre les rapports sans contraintes particulières au niveau de la commande de l'organe de sélection en train de s'ouvrir.

Le flux cinématique s'inverse lorsque le véhicule roule en frein moteur.

La roue libre s'ouvrirait alors et ne permettrait pas au frein moteur d'agir (comme la roue libre d'un vélo).

La raison pour laquelle des freins ou des embrayages sont couplés parallèlement à la roue libre.

Roue libre à rouleaux

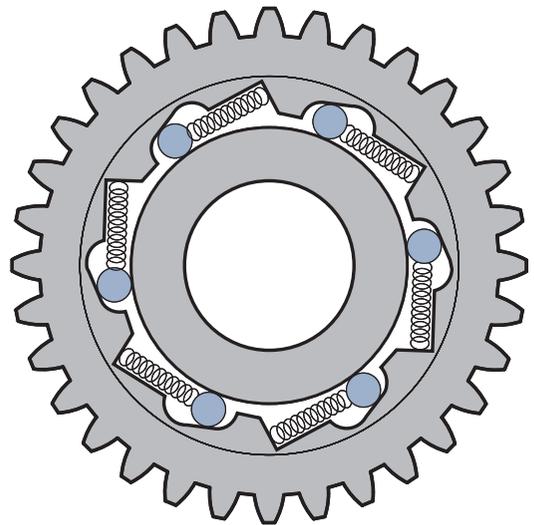
Des rouleaux sont logés dans les espaces entre la bague intérieure et la bague extérieure.

Ceux-ci, dans le sens du blocage, viennent se positionner dans ces espaces devenant toujours plus étroits.

D'où une liaison entre la bague intérieure et la bague extérieure.

Des ressorts poussent des rouleaux dans l'espace de manière à obtenir un blocage impeccable.

Une roue libre à rouleaux est p. ex. installée dans la boîte de vitesses automatique 01M de la SKODA OCTAVIA.



SP20-28

Roue libre à cliquets

Elle est plus compliquée que la roue libre à rouleaux mais autorise, avec des dimensions identiques, la transmission de couples plus élevée.

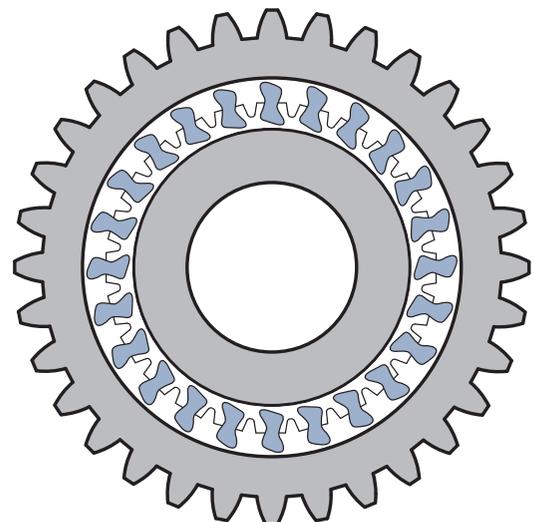
Des cliquets en forme d'haltères sont placés dans une cage à ressorts entre la bague intérieure et la bague extérieure.

Ces ressorts font en sorte que les cliquets ne puissent jamais se décoller.

Ceux-ci, en regardant dans le sens normal de rotation de la roue libre, sont basculés, mais ne gênent pas celle-ci.

Ils se redressent dans le sens de blocage.

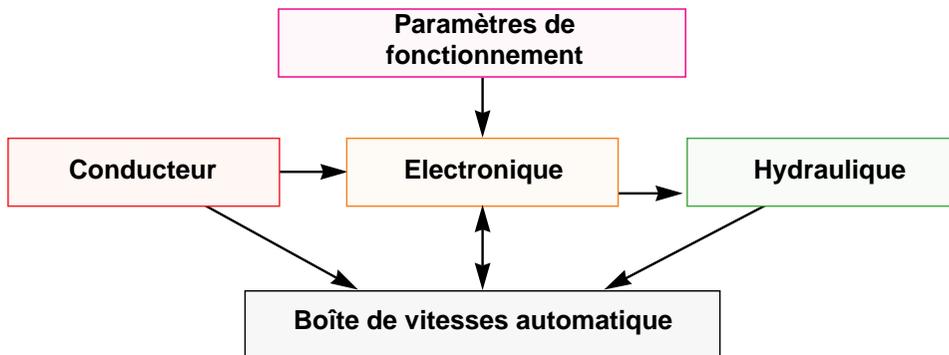
Une roue libre à cliquets est p. ex. montée dans la boîte automatique 001 de l'Arosa.



SP20-29

Commande de la boîte de vitesses

On peut dire, en simplifiant, que quatre composants participent dans une boîte automatique moderne à la logique de la commande et à l'exécution de celle-ci.



- Conducteur** → décide quand, où ça, à quelle vitesse, sportivement ou économiquement
Les transmetteurs sont la pédale d'accélérateur et le sélecteur.
- Paramètres de fonctionnement** → influence exercée par les résistances à la progression du véhicule, côte ou descente, avec remorque, si vent de face, si sous charge ou sans accélérer.
Des capteurs transmettent les informations à l'appareil de commande.
- Electronique** → analyse, assure le travail "intellectuel", pilote l'appareil hydraulique de sélection.
- Hydraulique** → assure la modulation des pressions de commande et des courses d'enclenchement.

Cela n'était pas encore le cas avec les premières boîtes de vitesses automatiques.

La logique de la sélection des rapports reposait sur un principe hydraulique.

Les paramètres de fonctionnement étaient saisis par des composants hydrauliques, pneumatiques et électriques, puis convertis en pressions avant de déclencher la sélection d'un rapport.

Suite à l'évolution de l'électronique dans le secteur automobile, la majorité de ces composants ont été remplacés par d'autres qui fonctionnent électroniquement.

La commande hydraulique de la boîte de vitesses fit place à une commande électronique.

Les organes de sélection sont activés par de l'électronique, la commande hydraulique de la boîte de vitesses devint électrohydraulique. La commande électronique de la boîte de vitesses devint l'élément central de la logique de commande et d'exécution.

Les points d'enclenchement sont formés à partir d'un grand nombre d'informations décrivant les paramètres momentanés et de fonctionnement ainsi que la situation sur la route (cf. également détermination des points de sélection).

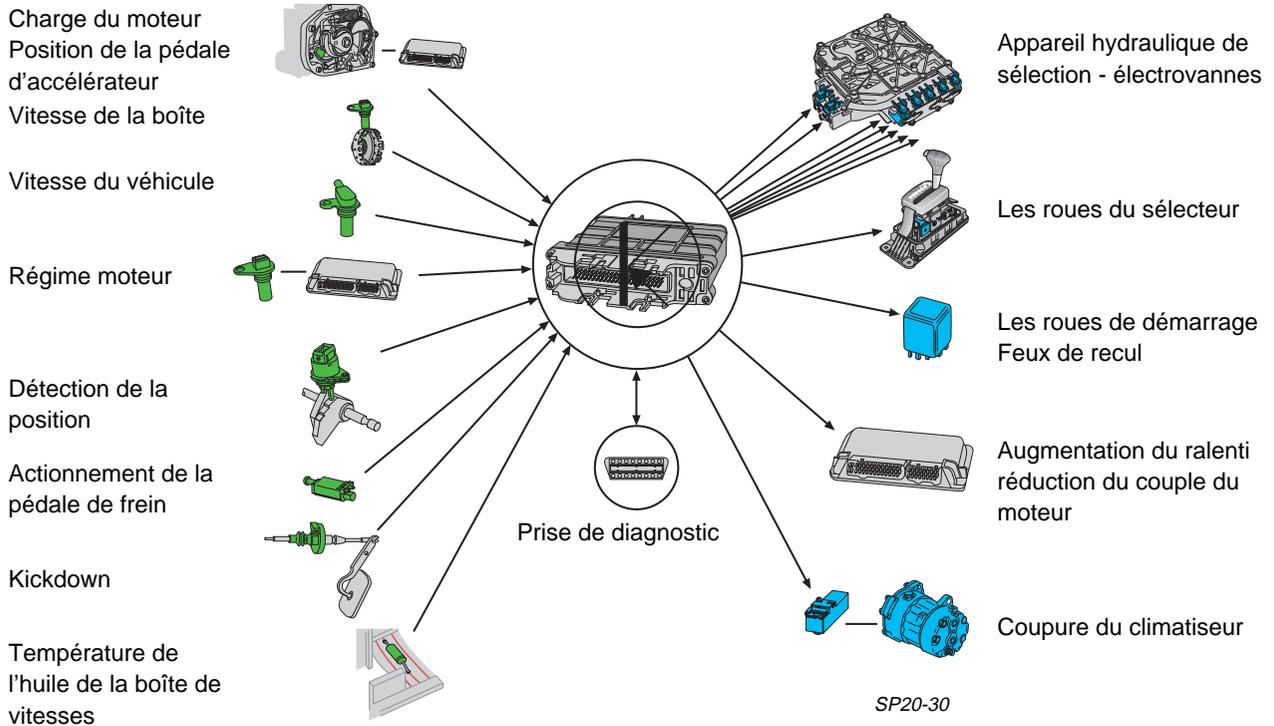
Exceptions

Les principales positions du sélecteur - P - R - N - D - continuent toutefois d'être transmises mécaniquement aussi par le sélecteur au tiroir de sélection à l'intérieur de l'appareil d'enclenchement hydraulique. Ce qui garantit la disponibilité de la boîte automatique même en cas de défaillance de l'appareil de commande électronique.

Commande de la boîte de vitesses

Aperçu des systèmes d'une boîte automatique

L'appareil de commande est toujours disposé séparément à l'intérieur du véhicule, mais pas sur le boîte de vitesses. Son emplacement diffère selon le type de véhicule (p. ex. dans le caisson d'eau, dans le compartiment moteur, au niveau du plancher).



L'appareil de commande détermine la logique de sélection en procédant à des calculs permanents. En se basant sur ceux-ci, il active les actionneurs de la commande électronique de la boîte de vitesses, dont font partie en premier lieu les électrovannes placées dans l'appareil hydraulique de la boîte de vitesses.

Les avantages de la commande électronique d'une boîte de vitesses par rapport à la version hydraulique conventionnelle sont les suivantes :

- Possibilité de traiter des signaux supplémentaires sans beaucoup d'opérations supplémentaires.
- La commande de l'hydraulique est plus précise.
- Les effets de l'usure peuvent être compensés par la commande adaptative de la pression.
- La ligne caractéristique de sélection peut être flexible.
- L'électronique protège plus facilement contre une erreur du conducteur.
- Des défauts s'étant produits peuvent être court-circuités jusqu'à un certain point de manière à garantir la disponibilité du véhicule.
- Les défauts survenus sont conservés dans les mémoires à cet effet pour les besoins de l'entretien et des contrôles.

Les fonctions des capteurs et des actionneurs d'une commande automatique de boîte de vitesses sont décrits en détail dans le programme autodidactique 21, Boîte de vitesses automatique 01M.

Communication avec d'autres systèmes du véhicule

La commande électronique d'une boîte de vitesses ce n'est pas un système fonctionnant isolément. Elle communique avec d'autres systèmes électroniques du véhicule afin de minimiser les capteurs, d'optimiser le confort de sélection des rapports et d'accroître la sécurité sur la route.



Beaucoup de signaux sont utilisés en commun par l'électronique du moteur et celle de la boîte de vitesses, p. ex. le régime du moteur, le signal de la charge, la position de la pédale d'accélérateur.

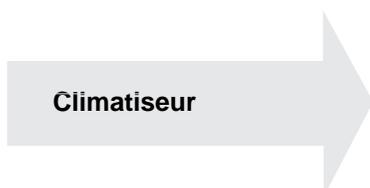
Le moment précis de l'enclenchement d'un rapport est communiqué à l'appareil de commande du moteur afin d'atténuer les pressions lors de l'actionnement des organes de sélection (p. ex. embrayages à disques, freins multidisques). L'appareil de commande de la boîte automatique est relié directement à cet effet à l'appareil de commande du moteur au moyen d'un câble. Au moment même de l'enclenchement d'un rapport, le point d'allumage est brièvement déplacé en direction de "retard", d'où une chute de quelques instants du couple du moteur.

Certains systèmes de la commande électronique de la boîte de vitesses autorisent des échanges d'informations avec les différents systèmes du châssis-suspension.

La commande électronique de la boîte de vitesses ne permet aucune sélection puisqu'un système de contrôle de la stabilité intervient en vue d'une régulation (p. ex. Contrôle électronique de la traction ou Blocage électronique du différentiel).

Si une régulation intervient au moment du démarrage (régulation antipatinage) la commande électronique de la boîte de vitesses utilise alors le deuxième rapport afin de réduire le couple.

Si un virage est négocié à vive allure, un capteur enregistre l'accélération transversale et la transmet à la commande électronique de la boîte de vitesses. D'éventuels changements de rapports sont alors neutralisés.



L'embrayage électromagnétique du compresseur est arrêté lorsqu'il faut fortement accélérer et que le couple du moteur doit être intégralement disponible.

Les informations requises sont alors transmises par la commande électronique de la boîte de vitesses à l'appareil de commande du climatiseur dès que le contacteur du Kickdown a été activé.

Commande de la boîte de vitesses

Programme de secours/Autodiagnostic

La commande électronique de la boîte de vitesses renferme des **stratégies en cas de défaillance des signaux = programme de secours**.

Si une rupture de câble p. ex. entraîne une défaillance d'un signal d'entrée, on essaie alors de se rabattre sur un signal de rechange de sorte que le véhicule puisse continuer de rouler en toute sécurité.

Exemple:

La température de l'huile de la boîte de vitesses est enregistrée par un capteur.

Si celui-ci tombe en panne on peut alors utiliser une valeur basée sur l'expérience. A savoir:

"Boîte de vitesses à sa température de service à 70°C".

La température du liquide de refroidissement du moteur peut également servir de signal de rechange.

La description des capteurs / actuateurs dans le programme autodidactique 21 concernant la boîte de vitesses 01M renferme également les signaux de remplacement requis dans chaque cas.

La commande diagnosticable de la boîte de vitesses

dépose dans la **mémoire** les défauts survenus au cours du programme de secours.

Cette mémoire peut être consultée au moyen d'un lecteur et via interface de diagnostic.

Le personnel chargé de l'entretien et des contrôles peut ainsi savoir d'où vient l'anomalie.

Un **défaut sporadique** ne se produit que brièvement et disparaît.

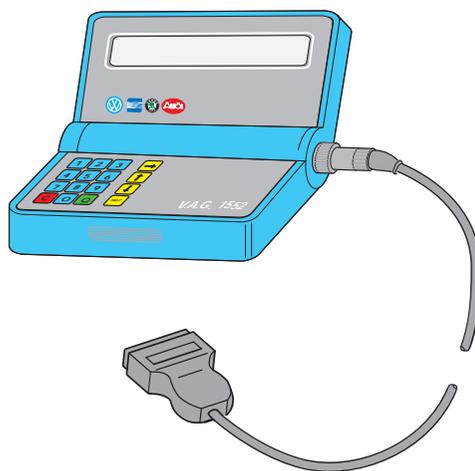
Diverses stratégies sont utilisées en fonction de la nature du défaut:

- La commande reste dans le programme de secours même si le défaut ne se produit plus,
- La commande revient sur le fonctionnement normal si le défaut ne se manifeste plus même après plusieurs démarrages.

L'information reste toutefois dans la mémoire.

Fonctionnement de secours

Un fonctionnement de secours intervient en cas de défaillance de signaux absolument indispensables ou de la commande électrique de la boîte de vitesses. Le système hydraulique assure alors la totalité des opérations. Le sélecteur continue d'être relié mécaniquement au tiroir de sélection de sorte que le véhicule puisse quand même continuer de rouler. Selon la position du sélecteur, la boîte automatique se trouve alors sur N, R ou D, c'est-à-dire un rapport pour avancer. L'embrayage de pontage du convertisseur est déconnecté.



SP17-29



Remarque:

Il faut donc toujours commencer par consulter la mémoire de défauts avant de poursuivre les opérations lorsque l'on doit travailler sur une boîte automatique.

Circuit d'huile/Pompe à huile

Le convertisseur, l'électronique et la boîte à trains planétaires d'une boîte automatique sont judicieusement complétés par l'hydraulique.

Le fluide opérationnel dans une boîte de vitesses automatique est **l'huile** en dernière analyse.

L'huile d'une boîte automatique revêt donc une importance toute particulière car sans elle toutes les fonctions disparaîtraient (cf. également le chapitre consacré à l'huile pour ce qui est l'importance de celle-ci).

Une pompe spéciale met l'huile sous pression, laquelle traverse le **circuit d'huile**.

Une **pompe à croissant** est utilisée comme **pompe à huile** dans la quasi-totalité des boîtes automatiques.

L'entraînement est assuré par le moteur du véhicule et au régime de celui-ci.

Les pompes à croissant sont solides et fiables et fournissent la pression de travail voulue (jusqu'à 25 bars environ).

Elles assurent l'alimentation en huile:

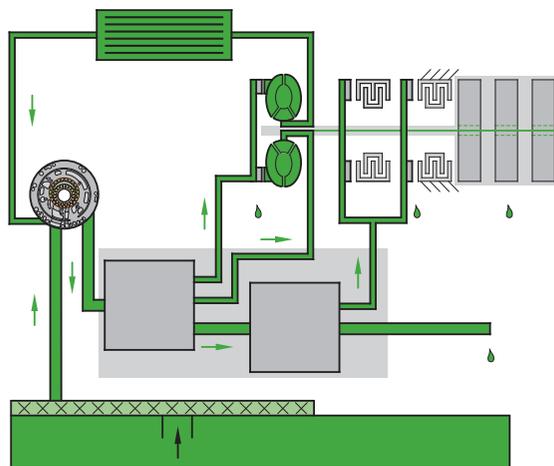
- des éléments de sélection
- de la commande de la boîte de vitesses
- du convertisseur hydrodynamique de couple
- de tous les points à lubrifier dans la boîte de vitesses.

L'huile est refroidie à l'intérieur d'un petit circuit spécial par le liquide de refroidissement du moteur.

La régulation et la répartition de la pression ont lieu dans l'appareil hydraulique d'enclenchement (généralement placé sous la boîte de vitesses).

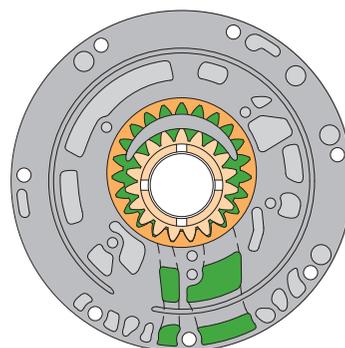
Une pompe à croissant est également installée dans la boîte automatique 01M de la SKODA OCTAVIA p. ex. Elle est décrite dans le programme autodidactique 21.

Le circuit d'huile, qui est très semblable dans toutes les boîtes automatiques, y est également expliqué.



Circuit d'huile (schématique)

SP21-19



SP21-18

Pompe ATF

Système hydraulique

Appareil hydraulique de sélection

L'appareil hydraulique de sélection constitue la centrale de commande pour la pression d'huile.

La pression de l'huile y est régulée et répartie dans les organes de sélection en conformité des signaux de la commande électronique de la boîte de vitesses.

En règle générale, cet appareil est constitué de plusieurs boîtiers d'électrovannes.

Un boîtier reprend à lui tout seul la totalité des vannes qui s'y trouvent (vannes de sélection, électrovannes de régulation, vannes de régulation de pression).

Les canalisations d'huile conformes au schéma hydraulique s'y trouvent également.

Les canalisations d'huile sont disposées à l'intérieur d'un boîtier d'électrovannes de manière à ne pas se croiser.

Les intersections requises sont réalisées en perçant des trous dans un bloc intermédiaire. Des voies de passage de l'huile peuvent ainsi être réalisées dans divers boîtiers superposés.

Les vannes (électrovannes) activées électriquement par l'appareil de commande électronique sont branchées à l'extérieur de leur boîtier. D'où un accès très facile pour les contrôles et un remplacement sans aucune complication.

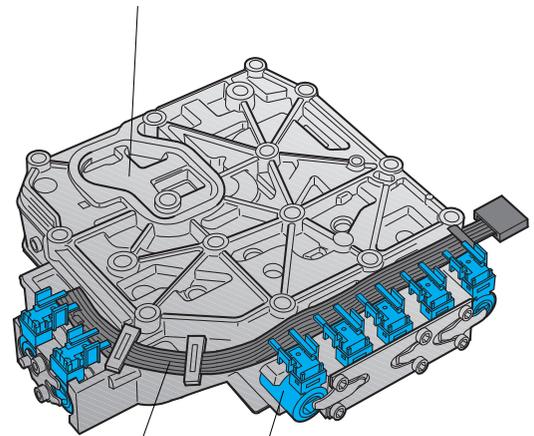
En plus des connections électriques avec l'appareil de commande électronique, l'appareil hydraulique de sélection est relié mécaniquement au sélecteur via un tiroir manuel.

L'appareil hydraulique de sélection est généralement monté sous la boîte de vitesses.

Le carter de la boîte de vitesses renferme alors une partie des canalisations.

Les canalisations d'huile peuvent également se présenter sous forme d'une plaque séparée reprenant celles-ci.

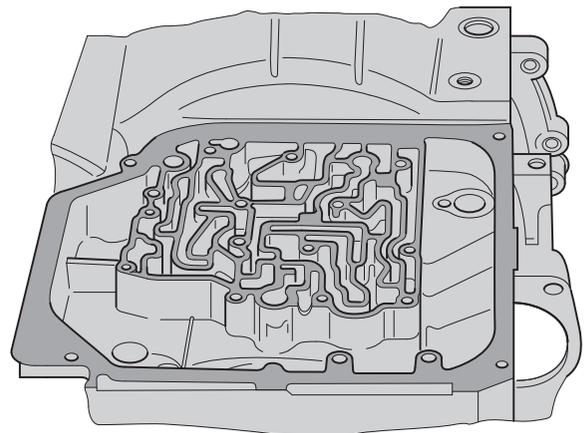
Appareil hydraulique de sélection



SP20-32

Electrovannes

Pellicule conductrice via laquelle les signaux pénètrent dans les électrovannes



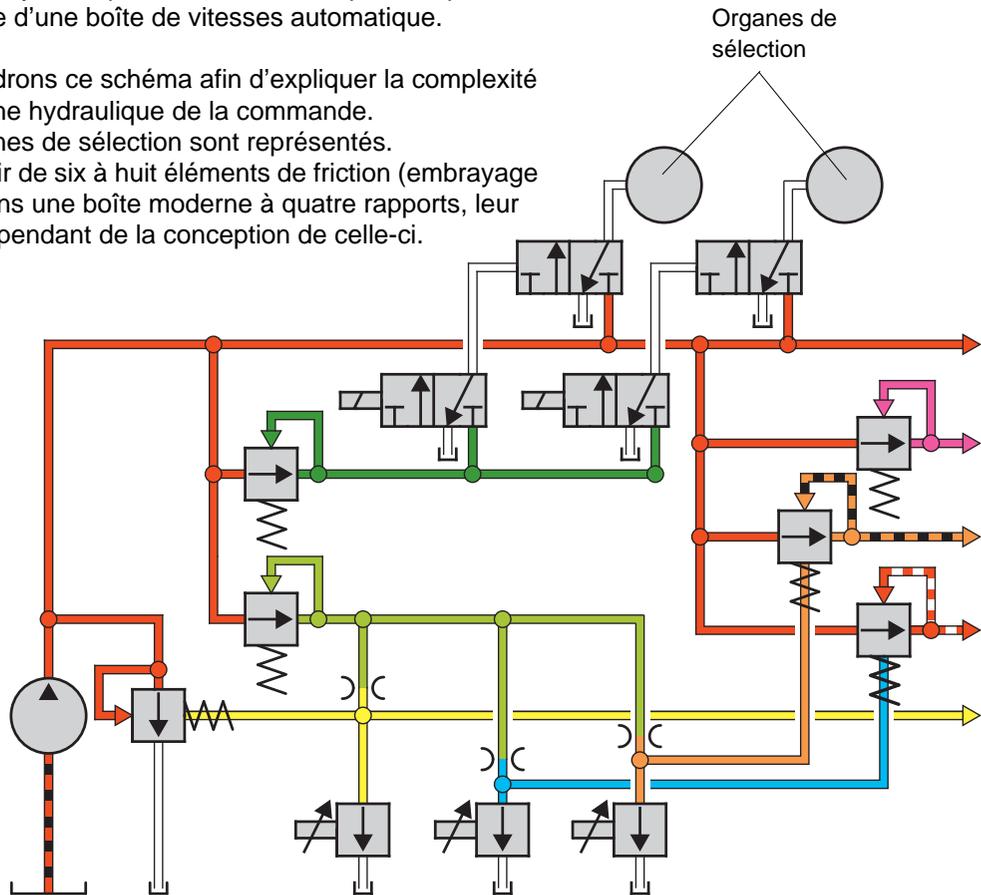
SP20-33

Canalisations d'huile dans le carter de la boîte de vitesses

Schéma hydraulique

Le schéma hydraulique est un extrait simplifié du plan hydraulique d'une boîte de vitesses automatique.

Nous prendrons ce schéma afin d'expliquer la complexité du labyrinthe hydraulique de la commande.
 Deux organes de sélection sont représentés.
 Il peut s'agir de six à huit éléments de friction (embrayage et frein) dans une boîte moderne à quatre rapports, leur nombre dépendant de la conception de celle-ci.



Le schéma représente les électrovannes au repos

SP20-34



Système hydraulique

Les pressions dans le système hydraulique

L'huile circulant à l'intérieur du système hydraulique doit être soumise à diverses pressions. Celles-ci sont générées par des vannes de régulation de pression et des électrovannes de régulation.

Pression de travail

Atteignant 25 bars, la pression de travail est la plus élevée de toutes dans le système hydraulique.

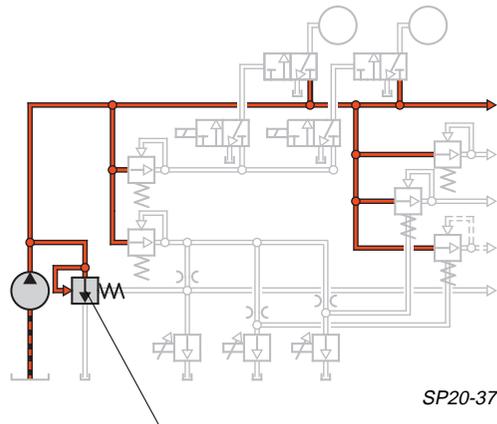
Elle est générée par la pompe à huile, en l'occurrence directement derrière celle-ci.

Suite à un écoulement nul contrôlé, elle est régulée par la vanne de régulation de la pression de travail.

La régulation de la pression a lieu en fonction du rapport enclenché d'après les impulsions de la commande électronique de la boîte de vitesses. La pression de travail est répartie sur un ou plusieurs organes de sélection, cela dépendant du rapport devant être enclenché.

La répartition est assurée par une vanne de sélection.

La pression de travail arrive à l'organe de sélection concerné du rapport qu'il faut passer.



Vanne de régulation de la pression de travail
(une vanne de régulation de pression)

Pression des vannes de sélection Pression des vannes de régulation

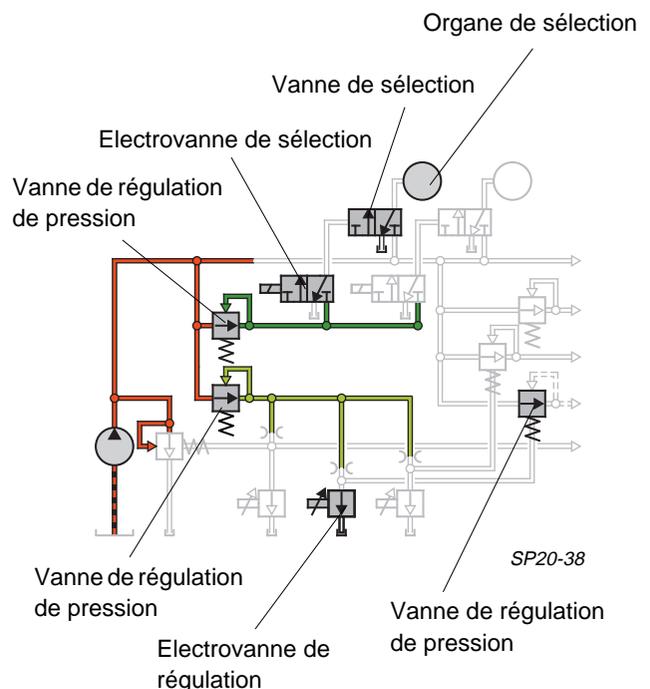
La **pression de la vanne de sélection** est ajustée entre 3 et 8 bars par une vanne de régulation. Elle alimente en courant électrique les électrovannes de sélection activées électriquement.

Important!

Les électrovannes de sélection pilotent via la pression à cet effet les vannes de sélection en aval, pilotant elles-mêmes les organes de sélection (voir également l'exemple de sélection).

La **pression des vannes de régulation** est également ajustée via une vanne de régulation de pression et se situe entre 3 et 8 bars.

Elle alimente une vanne de régulation de pression en aval en y envoyant la pression de commande via une électrovanne de régulation, le destinataire pouvant être p. ex. l'embrayage de pontage du convertisseur.



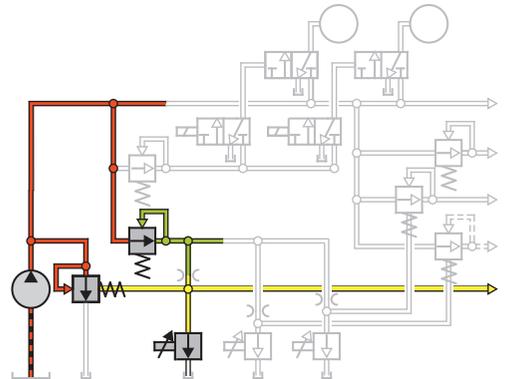
Pression de modulation

La pression de modulation est proportionnelle au couple du moteur et reflète la charge subie par le moteur.

Après avoir reçu des informations provenant de l'électronique du moteur, la vanne de modulation (une électrovanne de régulation) est activée par la commande électronique de la boîte de vitesses et génère la pression de modulation.

Celle-ci se situe entre 0 et 7 bars.

La pression de modulation arrive à la vanne de régulation de la pression de travail et influence ainsi la hauteur de celle-ci.



SP20-39

Pression de sélection Pression de lubrification

La **pression de sélection** va de 6 à 12 bars.

Elle est utilisée durant le changement d'un rapport et au niveau de l'organe de sélection devant être enclenché.

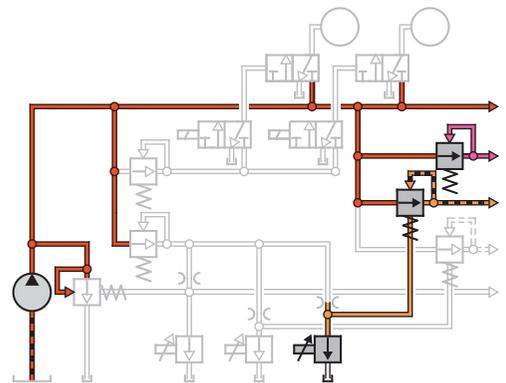
La pression de sélection est ajustée par la commande électronique de la boîte de vitesses via une électrovanne de régulation et une vanne de régulation de pression.

Une fois l'opération terminée, elle est remplacée, au niveau de l'organe de sélection, par la pression de travail.

La **pression de lubrification** va de 3 à 6 bars.

Elle alimente le convertisseur de couple.

L'huile traverse le convertisseur, le refroidisseur et tous les points de la boîte de vitesses automatique devant être lubrifiés.

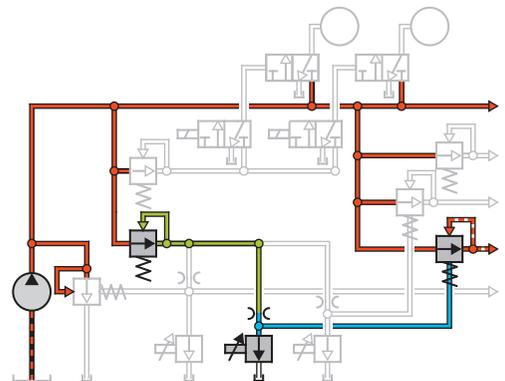


SP20-40

Pression pour l'embrayage de pontage

La pression est ajustée au moyen d'une électrovanne de régulation et d'une vanne de régulation de pression et est pilotée par la commande électronique de la boîte de vitesses.

La pression est ajustée selon le couple du moteur à transmettre.



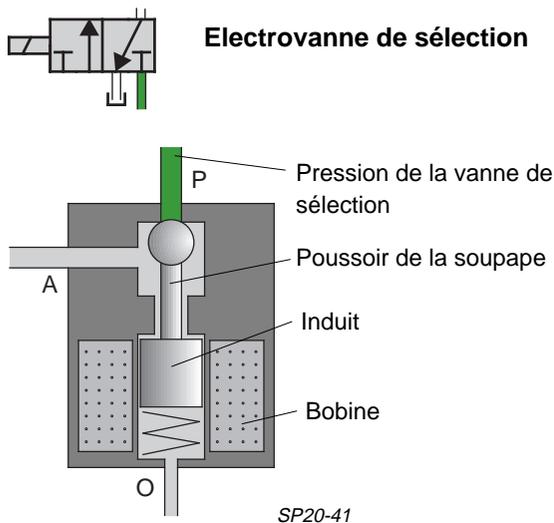
SP20-44

Système hydraulique

Éléments hydrauliques de sélection

Des électrovannes faisant office d'éléments hydrauliques de sélection sont utilisées par la boîte automatique à pilotage électronique (électrovanne de sélection, électrovanne de régulation).

On utilise également des vannes de sélection à fonctionnement hydraulique exclusivement.



Des électrovannes de sélection envoient la pression de l'huile à une vanne de sélection ou font baisser la pression de celle-ci.

Elles enclenchent donc ou déclenchent et procèdent à des commutations des éléments de sélection, le déroulement de la sélection est initié p. ex.

La force d'un ressort les ferme au repos.

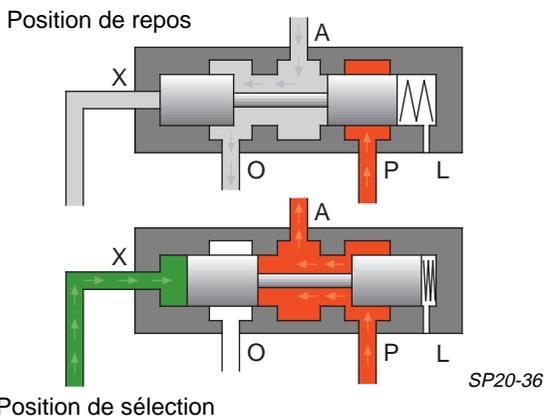
L'induit est relié au poussoir de la valve.

Lors de l'activation via l'appareil de commande électronique, l'induit est tiré en s'opposant à la force du ressort.

Le poussoir de la vanne ouvre le passage de P vers A pour la pression de la vanne de sélection et ferme l'écoulement O.

Les électrovannes de sélection sont pilotées par un signal numérique (marche - arrêt).

La pression d'une vanne de sélection agit sur celle-ci sous la forme de pression de commande.



La vanne de sélection fonctionne à 100 % hydrauliquement. Son rôle est de répartir la pression sur les organes de sélection.

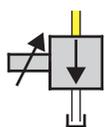
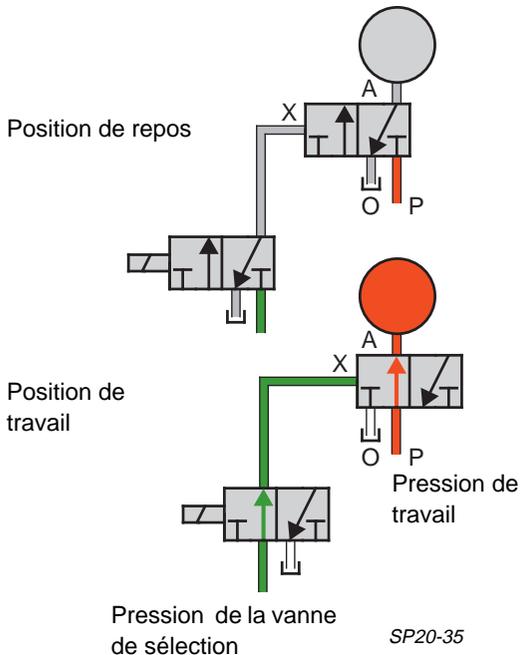
Elle ne comporte généralement que deux positions de sélection, qui sont enclenchées par une ou deux pressions de commande.

Au repos, le raccord de travail A est relié à l'écoulement O, les organes de sélection ne reçoivent donc plus de pression.

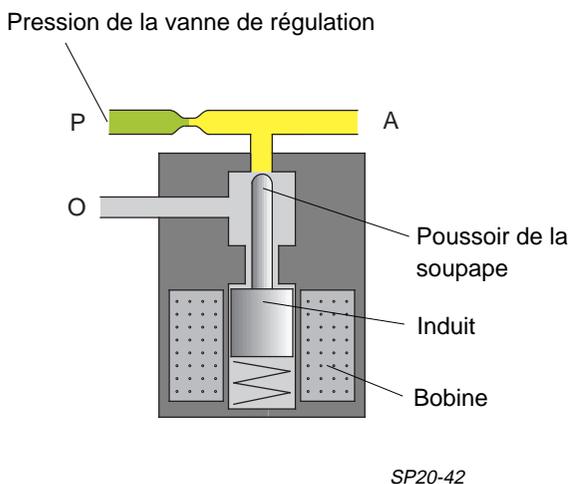
En position de travail, la pression de commande au niveau du raccord fixe de pression P est envoyée au raccord A, l'écoulement O est fermé. L'écoulement L sert seulement d'orifice de compensation.

Les vannes de sélection sont essentiellement des vannes à tiroir et sont donc souvent appelées aussi tiroirs ou tiroirs de sélection.

Exemple de fonctionnement d'une électrovanne de sélection et d'une vanne de sélection - schématique



Electrovanne de régulation



L'exemple doit nous montrer clairement qu'un organe de sélection ne reçoit pas sa pression de travail via l'électrovanne.

Position de repos

L'électrovanne de sélection n'est pas activée. Aucune pression de commande (pression de la vanne de sélection) arrive à la vanne de sélection. L'écoulement nul est ouvert.

Position de travail

L'électrovanne de sélection est activée par l'appareil de commande électronique de la boîte de vitesses automatique, l'actionnement se fait électriquement.

L'aimant attire un poussoir de vanne et libère l'écoulement vers la vanne de sélection de la pression de celle-ci.

Le piston (tiroir) dans la vanne de sélection est alors déplacé hydrauliquement.

L'écoulement nul se trouve ainsi bloqué, le raccord pour la pression de travail étant par contre libéré.

La pression de travail agit alors pleinement sur l'organe de sélection (embrayage ou frein, ceci en fonction de la logique de commande).

Les électrovannes de régulation régulent une pression progressive de l'huile.

Il s'agit de vannes de fermeture agissant en direction d'une pression nulle, leur précontrainte étant assurée par un ressort. Lors de l'activation l'induit est tiré en s'opposant à la force du ressort et le poussoir de la soupape ouvre l'écoulement O. Il s'ensuit une baisse de la pression de l'huile au niveau de A, en l'occurrence d'autant plus que le courant d'activation est important, ce qui donne une commande progressive.

Faible intensité du courant = pression élevée
Forte intensité du courant = pression basse

Les électrovannes de régulation sont toujours utilisées conjointement à un papillon d'étranglement et reçoivent la pression d'une vanne de régulation. Elles ne pilotent pas directement la pression de l'huile d'un organe de sélection, mais livrent la pression de commande, qui agit, par l'intermédiaire de A, sur une vanne de régulation de pression placée en aval (pression de modulation p. ex.).

Contrôlez vos connaissances

Quelles réponses sont correctes?

Une seule parfois.

Mais, peut-être, plus d'une - ou toutes!

Veuillez compléter s.v.p.



1. Lorsqu'il s'agit d'une boîte à commande manuelle, l'embrayage mécanique transmet le couple du moteur à la boîte.
Dans le cas d'une boîte automatique, cette fonction est assurée par
2. Les caractéristiques spécifiques d'une boîte automatique sont les suivantes:
 - A. L'hydraulique se charge de la synchronisation des vitesses des roues.
 - B. Elle peut être enclenchée sans interruption du flux cinématique.
 - C. Toutes les paires de pignons sont constamment en prise.
3. La base mécanique de départ de presque toutes les boîtes automatique vient de
4. Une conception particulière de est constituée par les boîtes Ravigneaux
 - A. Elles possèdent trois trains de satellites.
 - B. Elles possèdent deux trains de satellites avec un pignon planétaire.
 - C. Elles possèdent deux trains de satellites avec un porte-satellites.
5. La détermination des points d'enclenchement de la commande électronique de la boîte de vitesses de type conventionnel a lieu via deux paramètres.
Ce sont et
6. L'abréviation caractérise très souvent l'huile d'une boîte automatique. Elle doit, en plus de la lubrification, remplir des fonctions importantes. Lesquelles ne la concernent pas?
 - A. Transmettre des forces
 - B. Assurer la synchronisation
 - C. Accumuler de la chaleur
 - D. Générer des sélections

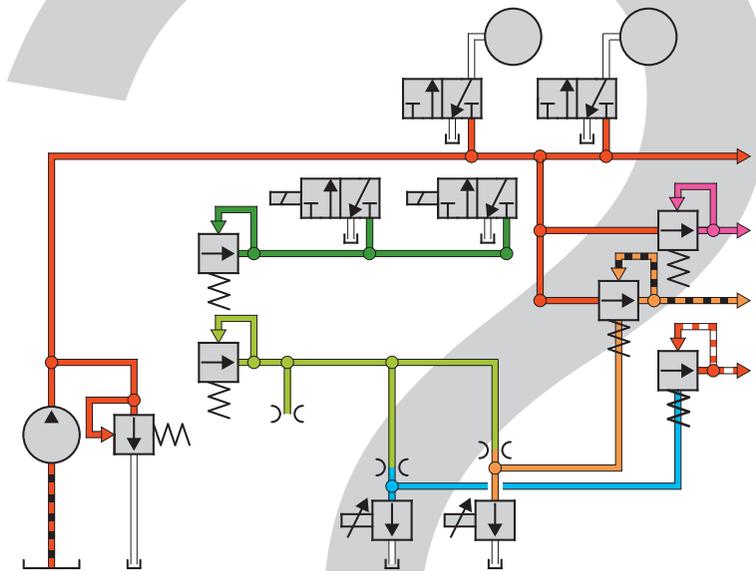
7. Quelle assertion est correcte?

- A. Il n'y a que des fonctions électrohydrauliques dans une boîte de vitesses automatique.
- B. D'importantes positions du sélecteur sont envoyées mécaniquement à l'appareil hydraulique d'enclenchement même dans le cas d'une boîte automatique.

8. Quelle vanne transmet la pression de travail de bars aux organes de sélection?

- A. L'électrovanne de régulation
- B. L'électrovanne de sélection
- C. La vanne de sélection

9. Ajoutez sur ce schéma hydraulique les conduites et les vannes manquantes.



10. La commande électronique de la boîte de vitesses est
 Si un client signale p. ex. que quelque chose ne fonctionne pas correctement lorsque la voiture roule, le premier travail à effectuer est donc

11. Quand un convertisseur de couple ne fonctionne-t-il plus que comme un embrayage?
- A. Lorsque la roue de la turbine est arrêtée
 - B. Lorsque le couple est au maximum
 - C. Si la vitesse de la pompe et celle de la turbine sont à peu près identiques.

Solutions:
 1. Convertisseur de couple; 2. B:C; 3. Boîte à trains planétaires
 4. Boîte à trains planétaires, C; 5. Vitesse du véhicule, position de la pédale d'embrayage; 6. ATF; B,C;
 7. B; 8. environ 25; C; 9. Page 33; 10. Diagnostiquable, interroger la mémoire; 11. C.