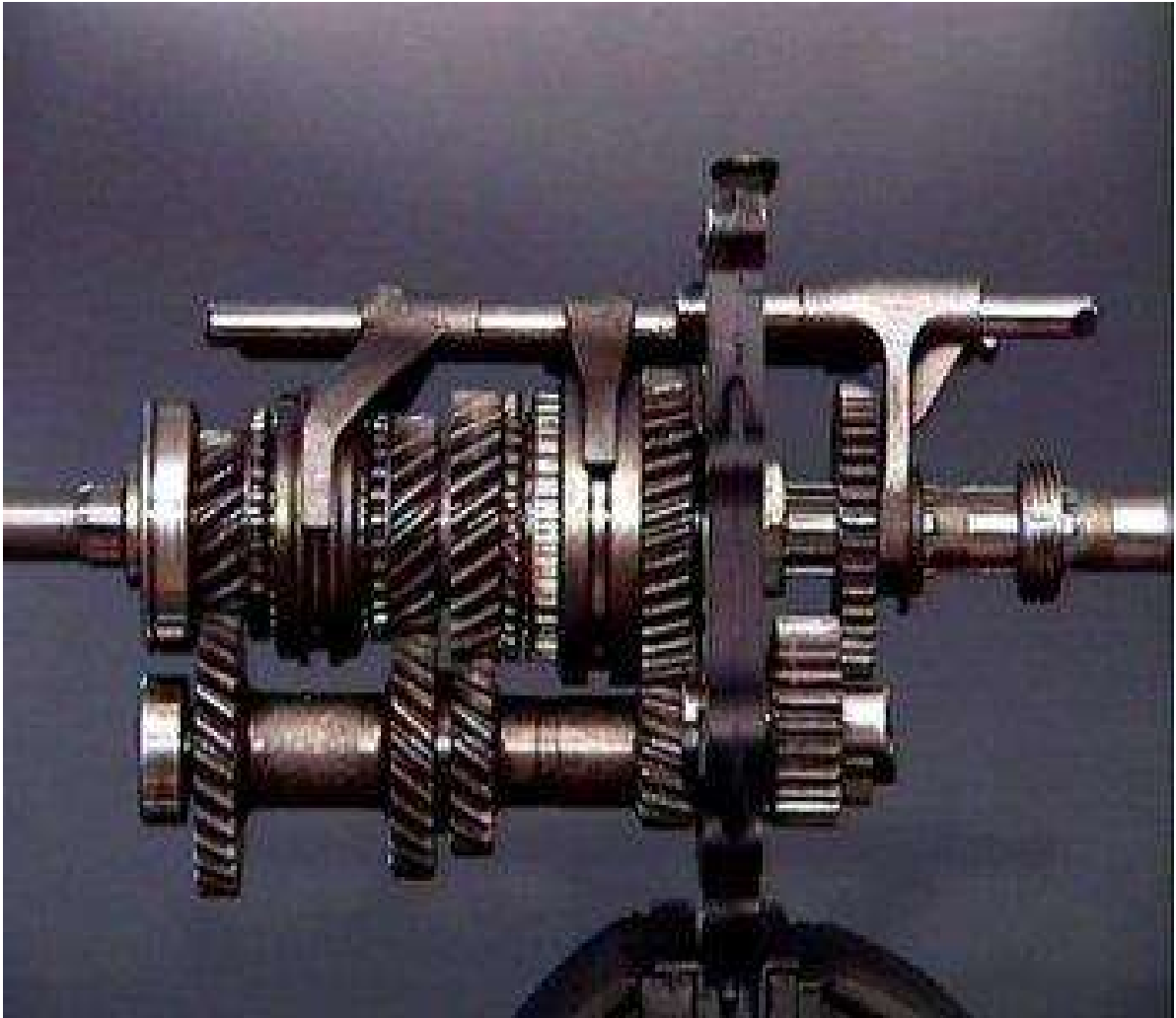




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Παρλαπάνης Τρύφων
Μπόλκας Νικόλαος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2019

Περιεχόμενα:

Περίληψη	4
Κεφάλαιο 1	5
1.1)Εισαγωγή	5
Κεφάλαιο 2	9
2.1)Μετατροπέας στροφών ροπής	9
2.2)Τύποι μετατροπέων στροφών-ροπής	11
2.2.1) Κιβώτια αλλαγής εκτός φορτίου.....	11
2.2.1.1) Μηχανικά κιβώτια σταθερών αξόνων.....	12
2.2.2) Κιβώτια αλλαγής υπό φορτίο.....	13
2.2.2.1) Κιβώτια ταχυτήτων σταθερών αξόνων.....	13
2.2.2.2) Πλανητικά κιβώτια ταχυτήτων.....	14
2.2.2.3) Κιβώτια ταχυτήτων συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης.....	15
2.2.2.4) Υδροστατικά κιβώτια ταχυτήτων.....	16
Κεφάλαιο 3.....	17
3.1)Το κιβώτιο Shiftmatic 0B81 Αυτοματοποιημένο κιβώτιο 6 σχέσεων.....	17
3.1.1) Στοιχεία κιβωτίου Shiftmatic 0B81.....	18
3.1.2) Η δομή του κιβωτίου.....	19
3.1.3) Τομή κιβωτίου.....	20
3.1.4) Ροή της μετάδοσης κίνησης.....	21
3.1.4.1) Πρωτεύον- δευτερεύον άξονας.....	23
3.1.4.2) Ενδιάμεσος άξονας.....	24
3.1.5) Συγχρονισμός.....	25
3.1.6) Μονάδα αλλαγής ταχυτήτων.....	27
3.1.7) Ηλεκτρονικά μέρη.....	28
3.1.8) Αισθητήρες.....	29
3.2) Το κιβώτιο command 8 της John Deere.....	34
3.2.1) Δόμη.....	34
3.2.2) Το σύστημα interlock.....	35
3.2.3) Ηλεκτρουδραυλικό σύστημα ελέγχου ταχυτήτων.....	36
3.2.4) Ηλεκτρουδραυλικό σύστημα ελέγχου συμπλεκτών.....	37
3.3) Το αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 σχέσεων OCT.....	39
3.3.1) Η δομή του συστήματος συνοπτικά.....	39
3.3.2) Η δομή του κιβωτίου σε επισκόπηση.....	40
3.3.3) Ο ρυθμιστής συμπλέκτη VX64.....	41

3.3.4) Διαδικασία αποσύμπλεξης και σύμπλεξης.....	42
3.3.5) Ο ρυθμιστής ταχυτήτων VX65.....	43
3.3.5.1) Δομή.....	44
3.3.6) Ο μηχανισμός φραγής της όπισθεν.....	45
3.3.7) Τρόπος λειτουργίας.....	45
3.3.7.1) Μοτέρ επιλογής V528.....	46
3.3.7.2) Μοτέρ αλλαγής V529.....	46
3.3.8) Η βασική ρύθμιση του ρυθμιστή ταχυτήτων.....	46
3.3.8.1) Αναζήτηση ουδέτερης θέσης.....	46
3.3.8.2) Μέτρηση ουδέτερης θέσης.....	47
3.3.8.3) Μέτρηση ταχυτήτων.....	47
3.3.9) Ο μοχλός επιλογής.....	47
3.3.9.1) Οι θέσεις του μοχλού επιλογής.....	47
3.3.9.2) Η δομή.....	49
3.3.9.3) Τα ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων.....	49
3.3.10) Η διαδικασία αλλαγής.....	50
3.3.11) Γενική άποψη συστήματος.....	52
3.3.12) Ο αισθητήρας αριθμού στροφών εισόδου του κιβωτίου G182.....	52
3.3.13) Τα μοτέρ για τους ρυθμιστές συμπλέκτη και ταχυτήτων.....	53
3.3.14) Σύγκριση των κιβωτίων OCT και OCF.....	54
3.3.15) Τα τεχνικά στοιχεία.....	55
 Κεφάλαιο 4.....	 57
4.1) X-by-Wire.....	57
4.1.1) Steer by wire.....	58
4.1.2) Electronic throttle control (throttle by wire).....	61
4.1.3) Brake by wire.....	64
 Κεφάλαιο 5.....	 67
5.1) Κατασκευή.....	67
5.1.1) Arduino.....	67
5.1.2) H- bridge.....	68
5.1.3) Motor Driver.....	69
5.2) Πειραματική προσεγγιση.....	70
5.3) Οικονομοτεχνική μελετη.....	78
5.4) Πλεονεκτήματα κιβωτίου.....	78
5.5) Κώδικας.....	79
 Βιβλιογραφία.....	 83

Περίληψη

Στην κάτωθι πτυχιακή αναλύεται ο τρόπος λειτουργίας ενός ηλεκτρομηχανικού αυτόματου μετατροπέα στροφών-ροπής (Shift By Wire). Αρχικά γίνεται μία γενική περιγραφή των διαφορών ειδών των κιβωτίων ταχυτήτων, έπειτα μελετάται η δομή και ο τρόπος λειτουργίας δύο αυτόματων μετατροπέων στροφών-ροπής και εν συνεχεία η δομή και ο τρόπος λειτουργίας του ηλεκτρομηχανικού αυτόματου μετατροπέα στροφών-ροπής. Ακολούθως δίδεται περιγραφή όλων των συστημάτων X By Wire (Steer By Wire, Brake By Wire, Throttle By Wire). Τέλος αναλύονται τα ηλεκτρονικά ισχύος (Arduino, H-Bridge, Motor Driver) που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη, κατασκευή και λειτουργία του μετατροπέα στροφών-ροπής καθώς και η διαδικασία κατασκευής και οι πειραματικές μετρήσεις.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Το σύστημα Shift by wire αποτελεί την πιο προηγμένη τεχνολογία στα κιβώτια ταχυτήτων των μηχανών εσωτερικής καύσεως και θα βρίσκεται σε μαζική αγορά το έτος 2020. Το εν λόγω σύστημα αποσκοπεί στην καλύτερη μετάδοση της κίνησης έχοντας ως όπλο του τα πολλαπλά οφέλη που προσφέρει, τα οποία θα αναλυθούν μετέπειτα.



Εικόνα 1. Μηχανή εσωτερικής καύσης

Η μετάδοση της κίνησης ενός οχήματος είναι ζωτικής σημασίας και πρέπει να επιτυγχάνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Είναι συνετό λοιπόν η κίνηση να μεταδίδεται από την μηχανή εσωτερικής καύσης (βλ. Εικόνα 1) έως τους τροχούς με ελάχιστες δονήσεις καθώς και η ισχύς η οποία μεταφέρεται, να είναι συνεχής προκειμένου να μην υφίστανται βλάβες τα εξαρτήματα του οχήματος.

Αρχίζοντας λοιπόν την διαδρομή της από την γενέτειρά της, την μηχανή εσωτερικής καύσης, η κίνησης μεταδίδεται προς τον συμπλέκτη δια του σφονδύλου, ο οποίος αποσκοπεί στην πιο ομαλή λειτουργία του συστήματος χάρις στην μεγάλη πυκνότητα που παρουσιάζει το μέταλλο, προκειμένου να αποθηκεύει ενέργεια και την αποδίδει στους παθητικούς χρόνους της μηχανής εσωτερικής καύσης. Η κίνηση ύστερα μεταδίδεται στο κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο έχει ως απώτερο σκοπό την κάλυψη των αναγκαίων συνθηκών έτσι ώστε το όχημα να κινείται όσο το δυνατόν πιο οικονομικά γίνεται καθώς και με την μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια. Εν συνεχεία η κίνηση μεταδίδεται στο διαφορικό με αποτέλεσμα να διαμοιράζεται εγκάρσια και εν τέλει να καταλήγει στους τροχούς.

Τα συμβατικά κιβώτια ταχυτήτων με τους σταθερούς άξονες υπάρχουν στην αγορά περισσότερο από 40 χρόνια με αποτέλεσμα να εξελίσσονται συνέχεια μεν αλλά να βελτιώνονται κάθε φορά μονάχα ελάχιστα συγκριτικά με το παλαιότερο μοντέλο. Αυτό

συμβαίνει διότι εξαντλήθηκαν οι ιδέες για την ριζική βελτίωση τους και ο μόνος τρόπος που μπορούν να βελτιωθούν είναι η χρήση πιο ελαφρών, ωστόσο με την ίδια ή και καλύτερη αντοχή κραμάτων.

Έχοντας λοιπόν οι επιστήμονες ως γνωστό αυτό το φαινόμενο στράφηκαν να εκμεταλλευτούν την ραγδαία ανάπτυξη της ηλεκτρονικής, της μικροηλεκτρονικής καθώς και του προγραμματισμού. Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω και επί πλέον και της ηλεκτρολογίας σε έναν μηχανικό τομέα το αποτέλεσμα που δημιουργήθηκε παρέπεμπε στην **μηχατρονική**.

Θέλοντας να εκμεταλλευτούν οι επιστήμονες τα οφέλη που προσέφερε η μηχατρονική, για να βελτιωθούν τα κιβώτια ταχυτήτων χρειάστηκε να θέσουν σε εφαρμογή ηλεκτρικούς κινητήρες οι οποίοι είναι πιο εύκολοι στον χειρισμό σε αντίθεση με τις μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες παρουσιάζουν αστάθειες στην λειτουργία τους.

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες ή ηλεκτροκινητήρες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος και στους κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι πρώτοι διακρίνονται με την σειρά τους σε άλλες δύο κατηγορίες, σε αυτήν όπου το μαγνητικό πεδίο παράγεται από ένα μόνιμο μαγνήτη και σε αυτήν όπου το πεδίο παράγεται από ένα τύλιγμα διεγέρσεως.

Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται σε μονοφασικούς και πολυφασικούς. Τόσο οι μονοφασικοί όσο και οι πολυφασικοί κινητήρες διακρίνονται σε σύγχρονους και ασύγχρονους κινητήρες.

Τα μεγαλύτερα προβλήματα που παρουσιάζει ένα συμβατικό κιβώτιο ταχυτήτων (βλ. Εικόνα 2) είναι οι φθορές οι οποίες δέχεται λόγω της κακής χρήσης καθώς επίσης και οι συχνές αλλαγές τις οποίες πρέπει να εκτελεί ο οδηγός ιδίως όταν βρίσκεται σε αστικά κέντρα όπου μάλιστα το πρόβλημα της φθοράς επιδεινώνεται ακόμη περισσότερο. Με την πάροδο του χρόνου οι εμπλοκές των σχέσεων γίνονται όλο και πιο δύσκολα με αποτέλεσμα να δυσχεραίνουν ακόμα περισσότερο την κατάσταση. Ένα ακόμα κοινό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι χρήστες βρίσκεται στην εμπλοκή της όπισθεν όπου συνήθως λόγω της διαμόρφωσής της είναι δυσκολότερη στην εμπλοκή και χρειάζεται το όχημα να είναι ακινητοποιημένο για την επιλογή της, αντιθέτως, οι μέσοι χρήστες τείνουν να την

προεπιλέγουν πριν την ακινητοποίηση του οχήματος δημιουργώντας σοβαρές φθορές στα γρανάζια.



Εικόνα 2. Κιβώτιο ταχυτήτων

Το σύστημα Shift by wire έχει το πλεονέκτημα ότι οι αλλαγές των σχέσεων γίνονται πλήρως αυτοματοποιημένα λαμβάνοντας ως παραμέτρους την επιτάχυνση (διαμήκη και πλευρική) , την στροφή του τιμονιού, την κλίση του δρόμου, την πορεία (ευθεία πορεία ή πορεία σε στροφή) καθώς και άλλες παραμέτρους.



Εικόνα 3. Επιλογέας ταχυτήτων

Ωστόσο το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και χειροκίνητα με την μεγάλη διαφορά σε σχέση με τα συμβατικά ότι ο χρήστης απλώς δίνει με τον επιλογέα ταχυτήτων (βλ. Εικόνα 3) εντολή στην ηλεκτρονική μονάδα να εκτελέσει την αλλαγή, σε αντίθεση με το συμβατικό σύστημα όπου ο χρήστης εκτελεί την αλλαγή μόνος του. Δηλαδή ο χρήστης προκειμένου να αυξήσει την ταχύτητα το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να μετακινήσει τον επιλογέα ταχυτήτων πάντα προς τα εμπρός ενώ όταν θέλει να μειώσει τότε τον μετακινεί πάντοτε προς τα πίσω.

Επίσης οι φθορές οι οποίες δημιουργούνται στο κιβώτιο ταχυτήτων είναι οι ελάχιστες δυνατές διότι είναι αυτοματοποιημένες και ηλεκτρονικά ελεγχόμενες.

Επιπρόσθετα οι αλλαγές γίνονται πιο γρήγορα με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ασφάλεια του οχήματος καθώς και την μεγαλύτερη εξοικονόμηση καύσιμου διότι ο χρόνος στον οποίο το όχημα θα πορευόταν δίχως επιλεγμένη σχέση θα ήταν μεγαλύτερος.

Το γεγονός ότι οι αλλαγές σχέσεων γίνονται πλήρως αυτοματοποιημένα σημαίνει άμεσα ξεκούραση του οδηγού από τις πολλαπλές αλλαγές που επρόκειτο να κάνει καθώς και μεγαλύτερη ασφάλεια κατά την οδήγηση αφού το χέρι το οποίο θα δεσμευόταν για την αλλαγή της σχέσης μετάδοσης τώρα θα βρίσκεται στο τιμόνι.

Το κυριότερο ελάττωμα που πρέπει να αντιμετωπιστεί για την βελτίωση των κιβωτίων ταχυτήτων είναι η αλλαγή της σχέσης μετάδοσης. Προκειμένου να επιτευχθεί, πρέπει πρώτα να επιλυθούν μια σειρά από δυσκολίες οι οποίες σχετίζονται με το συγκεκριμένο θέμα όπως μέθοδος αλλαγής της ταχύτητας, έδραση ηλεκτροκινητήρα, τροφοδοσία ηλεκτροκινητήρα καθώς και πολλά ακόμα.

Κεφάλαιο 2

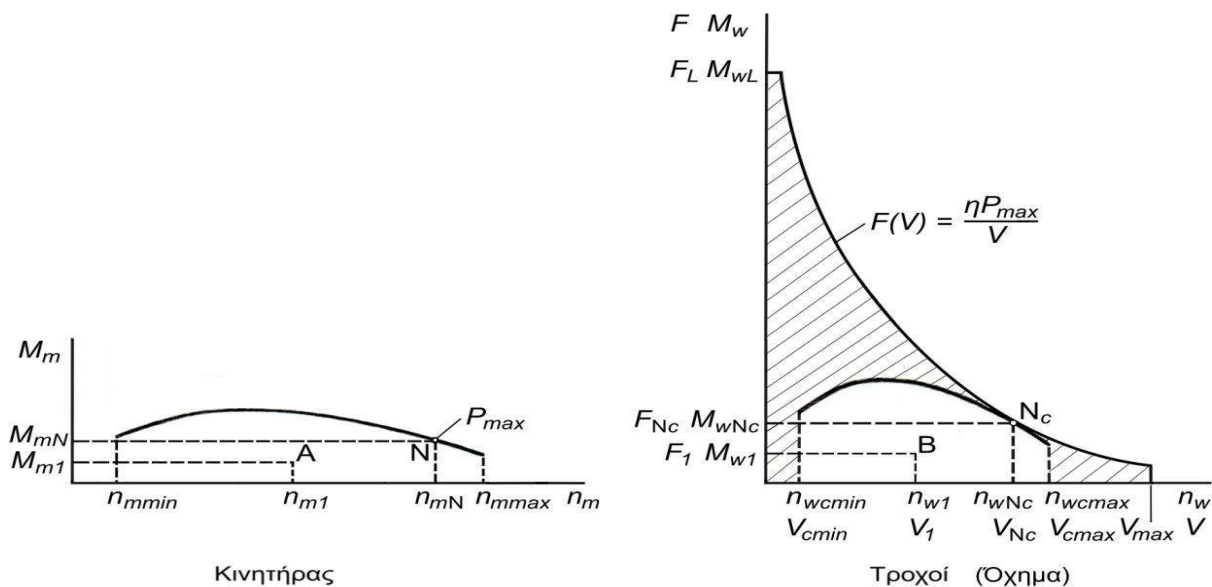
Μετατροπέας στροφών ροπής:

Η εργασία που επιτελεί ο μετατροπέας στροφών ροπής ή κοινώς το κιβώτιο ταχυτήτων είναι να μεταδίδει την ισχύ από τον κινητήρα στους τροχούς μεταβάλλοντας τις στροφές και τη ροπή του κινητήρα στις στροφές και τη ροπή των τροχών, ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις πρόωσης του οχήματος.

Ο μετατροπέας στροφών ροπής προσδίδει τις εξής δυνατότητες:

1. Αύξηση ή μείωση των στροφών λειτουργίας των κινητήριων τροχών. Ανάλογα με την επιλογή της εκάστοτε σχέσης μετάδοσης και για μια καθορισμένη ισχύ κινητήρα δίδεται η δυνατότητα αύξησης ή μείωσης της ροπής στους τροχούς.
2. Επιτρέπει την αποσύμπλεξη του κινητήρα από το υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης κίνησης έστω και αν ο συμπλέκτης παραμένει εν κινήσει (μόνο στα μηχανικά κιβώτια σταθερών αξόνων (βλ. παρακάτω))
3. Επιτρέπει την οπισθοπορεία του οχήματος όταν επιλέγεται η όπισθεν ταχύτητα που επιφέρει την αντιστροφή της περιστροφικής κίνησης των τροχών (λειτουργία η οποία δεν θα ήταν δυνατή εν τη απουσία του κιβωτίου ταχυτήτων.)

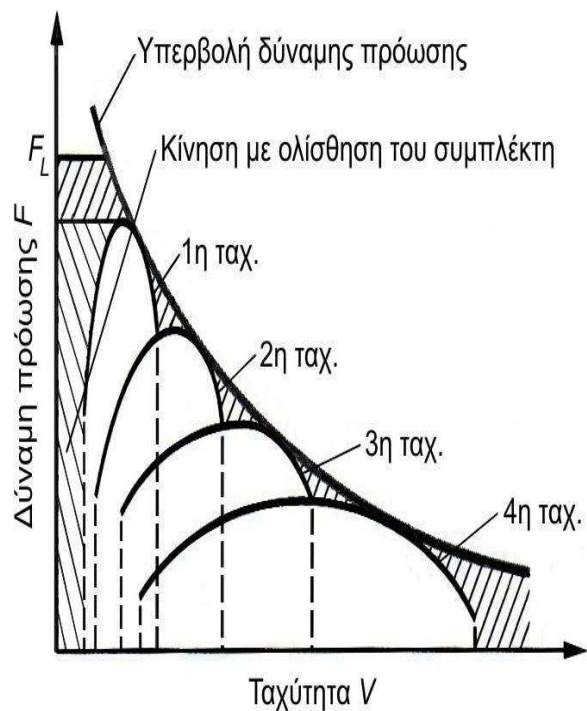
Ένα τυπικό διάγραμμα στροφών ροπής κινητήρα και τροχού (για μία σχέση μετάδοσης) φαίνεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4. Διάγραμμα στροφών ροπής κινητήρα/τροχού

Όπως είναι εμφανές στο πρώτο διάγραμμα επίδοσης του κινητήρα στο σημείο τομής $n_{mN} - M_{mN}$ είναι η μέγιστη δυνατή ισχύς που μπορεί να αναπτυχθεί. Έχοντας μόνον μία σχέση μετάδοσης αυτό μεταφράζεται στο διπλανό διάγραμμα της Εικόνας 4 δύναμης πρόωσης μονάχα σε μία τιμή όπου μπορεί να τμηθεί η υπερβολή της μέγιστης δύναμης πρόωσης.

Προσθέτοντας πλέον και άλλες ταχύτητες στον μετατροπέα στροφών ροπής δημιουργείται το διάγραμμα που απεικονίζεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5. Διάγραμμα δύναμης πρόωσης

Η βελτίωση είναι εμφανής όπου πλέον δίνεται η δυνατότητα να τμηθεί η υπερβολή της δύναμης

πρόωσης ίσες φορές με τον εκάστοτε αριθμό των σχέσεων μετάδοσης. Επιπρόσθετα αν θεωρηθεί ότι το σημείο N_c του προηγούμενου διαγράμματος είναι το σημείο τομής της τέταρτης σχέσης μετάδοσης με την υπερβολή της δύναμης πρόωσης, παρατηρείται ότι πλέον μπορούν να αναπτυχθούν σημαντικά ισχυρότερες δυνάμεις πρόωσης (σε βάρος της ταχύτητας του οχήματος) με τις άλλες σχέσεις μετάδοσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη συμπεριφορά του οχήματος σε διάφορες συνθήκες οδήγησης (ανηφορική πορεία, αυξημένη επιτάχυνση, καλύτερη εκμετάλλευση της πεδητικής ροπής της Μ.Ε.Κ.) καθώς και συνολικά καλύτερη οδηγισιμότητα.

Στο διπλανό διάγραμμα επιπλέον παρατηρείται και το πεδίο στο οποίο δεν μπορεί να κινηθεί το όχημα δίχως την γεφύρωση του διακένου στροφών, όπου με ολίσθηση του συμπλέκτη είναι εφικτή η κίνηση και σε εκείνο το πεδίο, καθώς και τέλος τα "τρίγωνα" τα οποία μεσολαβούν ενδιάμεσα των σχέσεων μετάδοσης όπου δεν δύναται να λειτουργήσει ο κινητήρας με το εκάστοτε κιβώτιο ταχυτήτων.

Τύποι μετατροπέων στροφών-ροπής:

Τα κιβώτια ταχυτήτων χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα **κιβώτια αλλαγής σχέσης μετάδοσης εκτός φορτίου** και στα **κιβώτια αλλαγής σχέσης μετάδοσης υπό φορτίο**. Αυτές οι δύο μεγάλες κατηγορίες αναλύονται και σε περισσότερες υπό κατηγορίες, όπως:

- Κιβώτια αλλαγής εκτός φορτίου:
 1. Μηχανικά κιβώτια σταθερών αξόνων
- Κιβώτια αλλαγής υπό φορτίο:
 1. Κιβώτια ταχυτήτων σταθερών αξόνων (πχ Direct Shift Gearbox)
 2. Πλανητικά κιβώτια ταχυτήτων
 3. Κιβώτια ταχυτήτων συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης (Continuously variable Transmission, CVT)
 4. Υδροστατικά κιβώτια ταχυτήτων

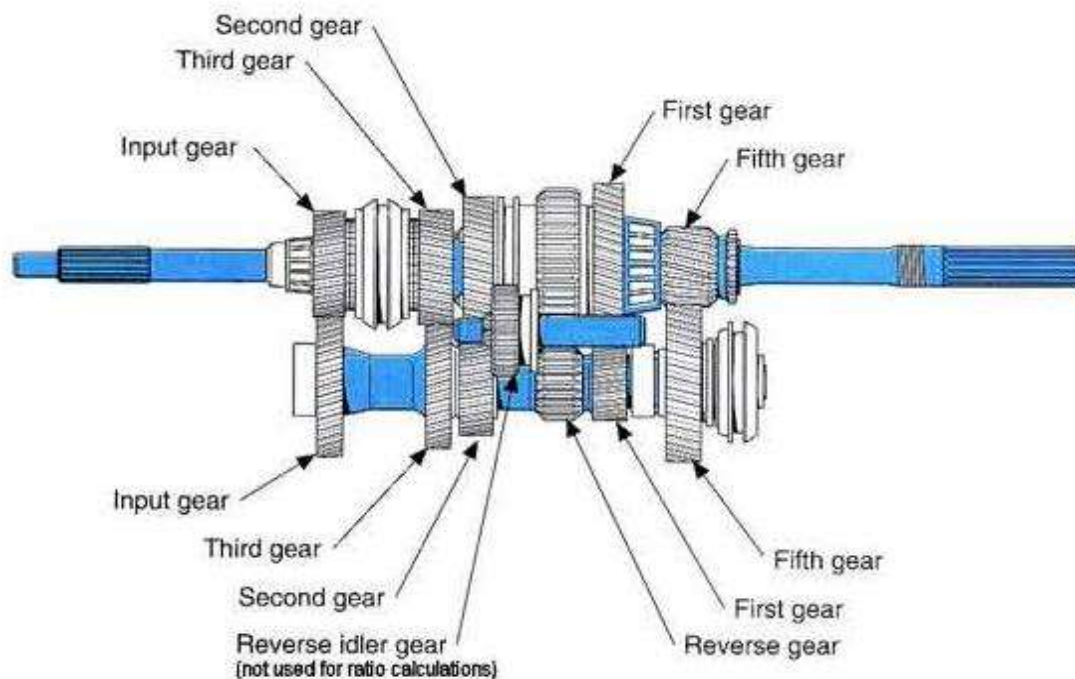
Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση κιβωτίου ταχυτήτων

	Κιβώτια σταθερών αξόνων	Πλανητικά κιβώτια ταχυτήτων	Συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης	Υδροστατικά κιβώτια ταχυτήτων
Κιβώτια αλλαγής ταχυτήτων εκτός φορτίου				
Κιβώτια αλλαγής ταχυτήτων υπό φορτίο				

Υπάρχει ακόμη μία κατηγορία κιβωτίου ταχυτήτων εκτός φορτίου, τα κιβώτια ταχυτήτων με ολισθαίνοντα γρανάζια, αλλά λόγω της θορυβώδους τους λειτουργίας καθώς και της μεγαλύτερης φθοράς που υπόκεινται τα γρανάζια εξαλείφθηκαν και δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Στην συγκεκριμένη κατηγορία ολίσθαιναν τα γρανάζια με απώτερο σκοπό να υπάρξει εμπλοκή αυτών, καθιστώντας τα βέβαια μη αποδεκτά με τις σημερινές ανάγκες που υπάρχουν στην αυτοκινητοβιομηχανία (μακροζωία, αθόρυβη λειτουργία, κατανάλωση καυσίμου, αξιοπιστία, άμεση και άνετη αλλαγή της σχέσης μετάδοσης). Επειδή δεν βρίσκουν χρήση, δεν συμπεριλήφθηκαν στον προηγούμενο πίνακα και στην κατηγοριοποίηση που αναφέρθηκε παραπάνω.

Μηχανικά κιβώτια σταθερών αξόνων:

Αρχίζοντας από την απλούστερη εκδοχή, τα μηχανικά κιβώτια σταθερών αξόνων αποτελούν την πλειοψηφία των κιβωτίων που επικρατούν στην Ευρώπη και στην Ασία και είναι τα κοινά, συμβατικά κιβώτια που είναι εφοδιασμένα τα Ι.Χ. Η αλλαγή των ταχυτήτων πρέπει "διά ροπάλου" να γίνεται εκτός φορτίου (δηλαδή να επενεργεί ο μετατροπέας στροφών) ειδάλλως οι φθορές που παρουσιάζονται είναι σημαντικές.



Εικόνα 6. Μηχανικό κιβώτιο σταθερών αξόνων

Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται ένα τυπικό μηχανικό κιβώτιο σταθερών αξόνων όπου οι αλλαγές γίνονται από τον οδηγό διά του επιλογέα. Η αλλαγή των σχέσεων μετάδοσης είναι δυνατή μέσω ενός δίχαλου το οποίο μετακινείται είτε αριστερά είτε δεξιά επιτρέποντας έτσι την εμπλοκή διαφορετικού ζεύγους οδοντωτού τροχού και την διέλευσή της ισχύος διά του εκάστοτε ζεύγους. Το δίχαλο δεν εμπλέκει τα συνεργαζόμενα γρανάζια από τα οποία διαρρέεται η ισχύς, αντ' αυτού εμπλέκει γειτονικά μικρότερου πάχους γρανάζια (λεγόμενα και ως "συγχρονιζέ"). Κατά το χρόνο της αλλαγής της σχέσης μετάδοσης ασκεί το δίχαλο επί του δακτυλίου συγχρονισμού δύναμη πολλαπλάσια αυτής που ασκεί ο οδηγός λόγω των βραχιόνων που υπάρχουν από τον επιλογέα έως το δίχαλο. Δία της τριβής που αναπτύσσεται τα γρανάζια που εδράζονται στον ενδιάμεσο και στον δευτερεύοντα άξονα αποκτούν κοινή γραμμική ταχύτητα κι ύστερα καθίσταται δυνατή η συνεργασία τους.

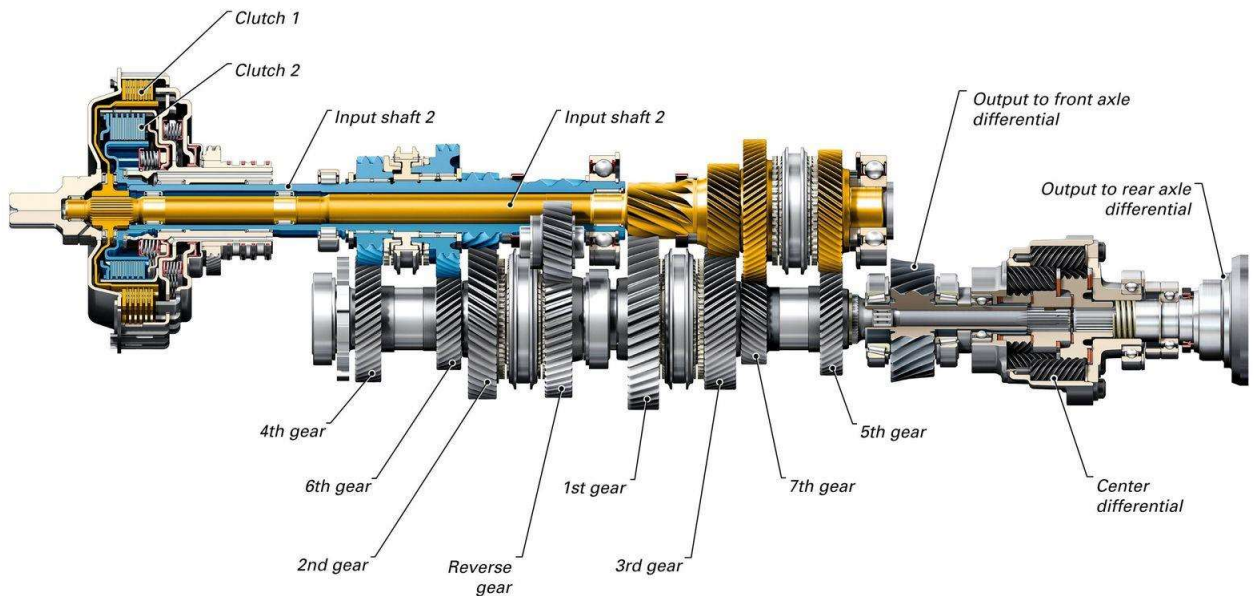
Κιβώτια ταχυτήτων υπό φορτίο:

Περνώντας πλέον στα κιβώτια ταχυτήτων αλλαγής υπό φορτίο, η μεγαλύτερη διαφορά που παρατηρείται με τα προ ηγηθέντα είναι ότι ο οδηγός πλέον έχει την δυνατότητα να μην εμπλέκει αυτός τις σχέσεις μετάδοσης αλλά να επιτυγχάνεται αυτόματα μέσω ηλεκτρονικής μονάδας και δίχως την απεμπλοκή του κινητήρα από το σύστημα μετάδοσης κίνησης.

Στο παρελθόν εύρισκαν χρήση ταινίες με σκοπό την εμπλοκή των σχέσεων μετάδοσης, ωστόσο λόγω της απότομης και μη ομαλής εφαρμογής της δύναμης που ασκούσαν δεν χρησιμοποιούνται πλέον και την θέση τους κατέλαβαν οι πολύδισκοι συμπλέκτες, οι οποίοι μέσω υδραυλικών αντλιών που ανεβάζουν την πίεση σε ρευστό τύπου ATF (automatic transmission fluid) επιτυγχάνουν τις αλλαγές.

Κιβώτια ταχυτήτων σταθερών αξόνων:

Στον συγκεκριμένο τύπο, υπάρχουν 2 ομόκεντροι άξονες όπου ο ένας είναι κοίλος και μέσα του υπάρχει εν μέρει εμφωλευμένος και ο δεύτερος. Υπάρχουν δύο συμπλέκτες (με πολύδισκους συμπλέκτες) όπου είτε δίδεται η κίνηση από τον πρώτο είτε από τον δεύτερο άξονα. Ο απώτερος σκοπός των δύο συμπλεκτών είναι η άμεση αλλαγή ταχυτήτων όπου πάντοτε ο ένας θα είναι ενεργοποιημένος και ο άλλος όχι. Δηλαδή όταν είναι επιλεγμένη μία ταχύτητα με βάση τα δεδομένα που θα ληφθούν από διάφορους αισθητήρες (αηφορική πορεία, διάμηκες επιτάχυνση, πλευρική επιτάχυνση, στροφή τιμονιού, πορεία σε στροφή, εκάστοτε σχέση μετάδοσης, κ.α.) και την επεξεργασία της ECU, θα δοθεί σήμα για να μετατοπιστεί το δίχαλο είτε αριστερά είτε δεξιά (στον άξονα του οποίου ο συμπλέκτης είναι ενεργοποιημένος) και έτσι θα προεπιλεγθεί η επόμενη σχέση μετάδοσης ενόσω είναι σε εμπλοκή η προ υπάρχουσα. Στην Εικόνα 7 προβάλλεται ένας τέτοιος μετατροπέας στροφών ροπής.



Εικόνα 7. Κιβώτιο ταχυτήτων σταθερών αξόνων

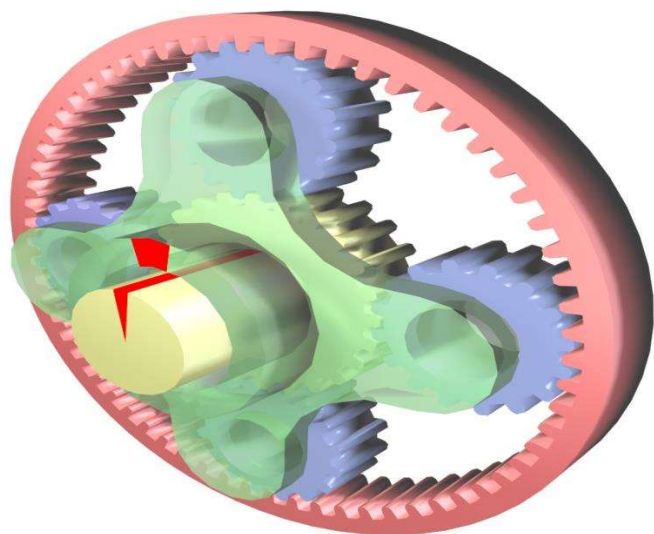
Πλανητικά κιβώτια ταχυτήτων:

Σε αυτόν τον τύπο η κίνηση δίδεται και πάλι με την παρουσία γραναζιών ωστόσο αυτήν την φορά η γεωμετρία είναι τελείως διαφορετική. Υπάρχει συνεχής εμπλοκή τριών ειδών γραναζιών, όπου το κάθε ένα είδος είναι εμφωλευμένο στο προηγούμενο με την σειρά που αναγράφονται:

- Στεφάνι (ροζ χρώμα)
- Φορέας πλανητών - πλανήτες (πράσινο χρώμα - μπλε χρώμα)
- Ήλιος (κίτρινο χρώμα)

Η κίνηση για να μεταδοθεί πρέπει ένα από τα τρία είδη γραναζιών να δίνει την κίνηση (είσοδος), ένα να είναι ακίνητο και ένα να παίρνει την κίνηση και να την μεταβιβάζει στο σύστημα μετάδοσης κίνησης (έξοδος).

Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ένα απλό πλανητικό σύστημα. Στην πράξη επειδή ένα απλό πλανητικό σύστημα δεν μπορεί να επιφέρει πολλές και



Εικόνα 8. Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων

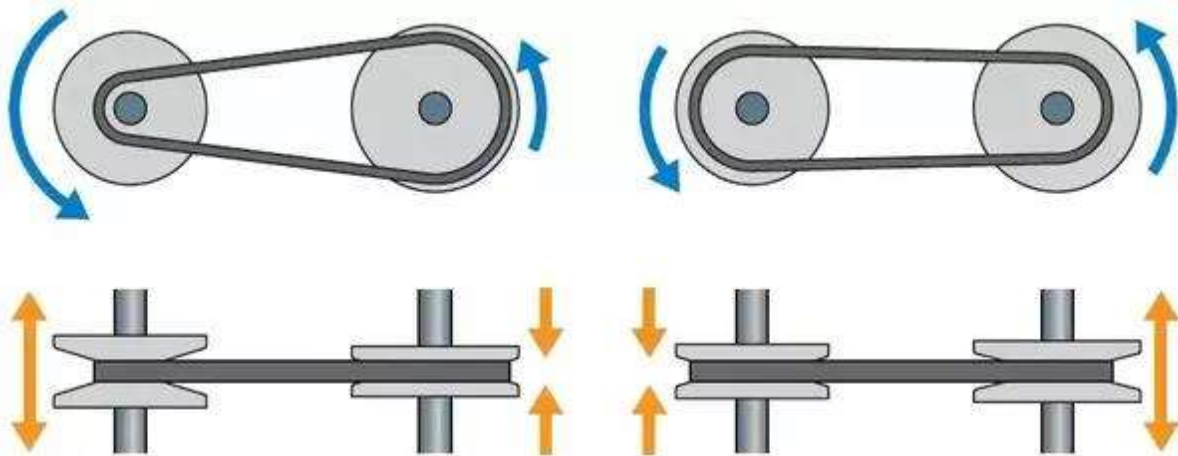
προπάντων διαχειρίσιμες τιμές σχέσης μετάδοσης, επιλέγονται σύνθετα, όπου επί της ουσίας αποτελούνται από δύο ή τρία απλά πλανητικά συστήματα ενωμένα. Για τις αλλαγές των ταχυτήτων χρησιμοποιούνται πολύδισκοι συμπλέκτες που ακινητοποιούν ένα από τα τρία είδη όπως προαναφέρθηκε.

Κιβώτια ταχυτήτων συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης:

Τα εν λόγω κιβώτια ταχυτήτων έχουν τελείως διαφορετική φιλοσοφία από όλα τα προαναφερόμενα. Έχουν την δυνατότητα να έχουν αρκούντως πολλές σχέσεις μετάδοσης μεταβαίνοντας από την μία στην αμέσως επόμενη με πολύ μικρό βήμα. Για να αναπτυχθεί αυτό το σύστημα χρησιμοποιήθηκαν άξονες που έφεραν πάνω τους τύμπανα που μπορούσαν να μεταβάλουν την διάμετρό τους και έτσι και την σχέση μετάδοσης τους η οποία ήταν δυνατή με την χρήση μάντα ή αλυσίδας (για πιο μεγάλες μεταφερόμενες ισχύς).

Τα κιβώτια συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης δεν θα βρουν ποτέ μεγάλη χρήση σε επιβατηγά οχήματα διότι διαθέτουν ιδιαίτερα χαμηλό βαθμό απόδοσης, πάσχουν από φαινόμενα συντονισμού (με την χρήση αλυσίδας) και η πολυπλοκότητά τους είναι αυξημένη.

Ένα τέτοιο κιβώτιο ταχυτήτων απεικονίζεται στην Εικόνα 9.



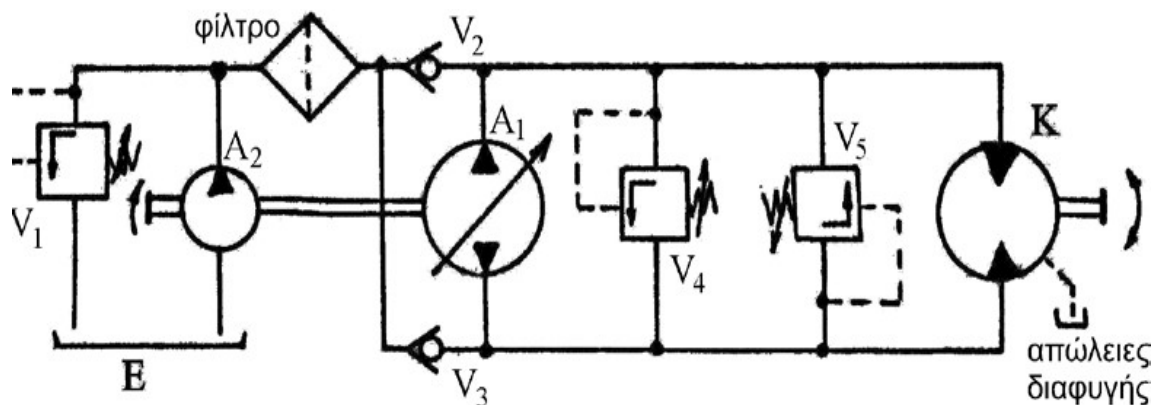
Εικόνα 9. Κιβώτιο ταχυτήτων συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης

Υδροστατικά κιβώτια ταχυτήτων:

Ο τελευταίος τύπος κιβωτίου που θα αναλυθεί χρησιμοποιείται κυρίως σε οχήματα δομικών έργων ή ανωμάλου εδάφους γενικότερα. Αποτελείται από δυο αντλίες όπου η μία ονομάζεται υδροστατική αντλία και παίρνει κίνηση από την μηχανή εσωτερικής καύσης ενώ η δεύτερη ονομάζεται υδροστατικός κινητήρας και παίρνει κίνηση από την πρώτη ενώ δίνει κίνηση στο σύστημα μετάδοσης κίνησης. Ο εν λόγω μετατροπέας στροφών ροπής είναι και αυτός συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης με την διαφορά ότι δεν επιτυγχάνεται με αλλαγή της γεωμετρίας όπως της προηγούμενης κατηγορίας, αλλά της παροχής είτε της υδροστατικής αντλίας είτε του υδροστατικού κινητήρα είτε και των δύο ταυτόχρονα.

Η παροχή ρυθμίζεται από τους εξής παράγοντες:

- i. Τον ογκομετρικό βαθμό απόδοσης. Εκφράζει την ελάττωση της θεωρητικής παροχής λόγω της συμπίεστικότητας του υδραυλικού λαδιού και των διαρροών από τα διάκενα μεταξύ των κινούμενων και ακίνητων μερών της,
- ii. Τον αριθμό στροφών λειτουργίας και
- iii. Την ειδική παροχή της (δηλαδή τον παρεχόμενο όγκο υγρού ανά περιστροφή).



Εικόνα 10. Υδροστατικό κιβώτιο ταχυτήτων

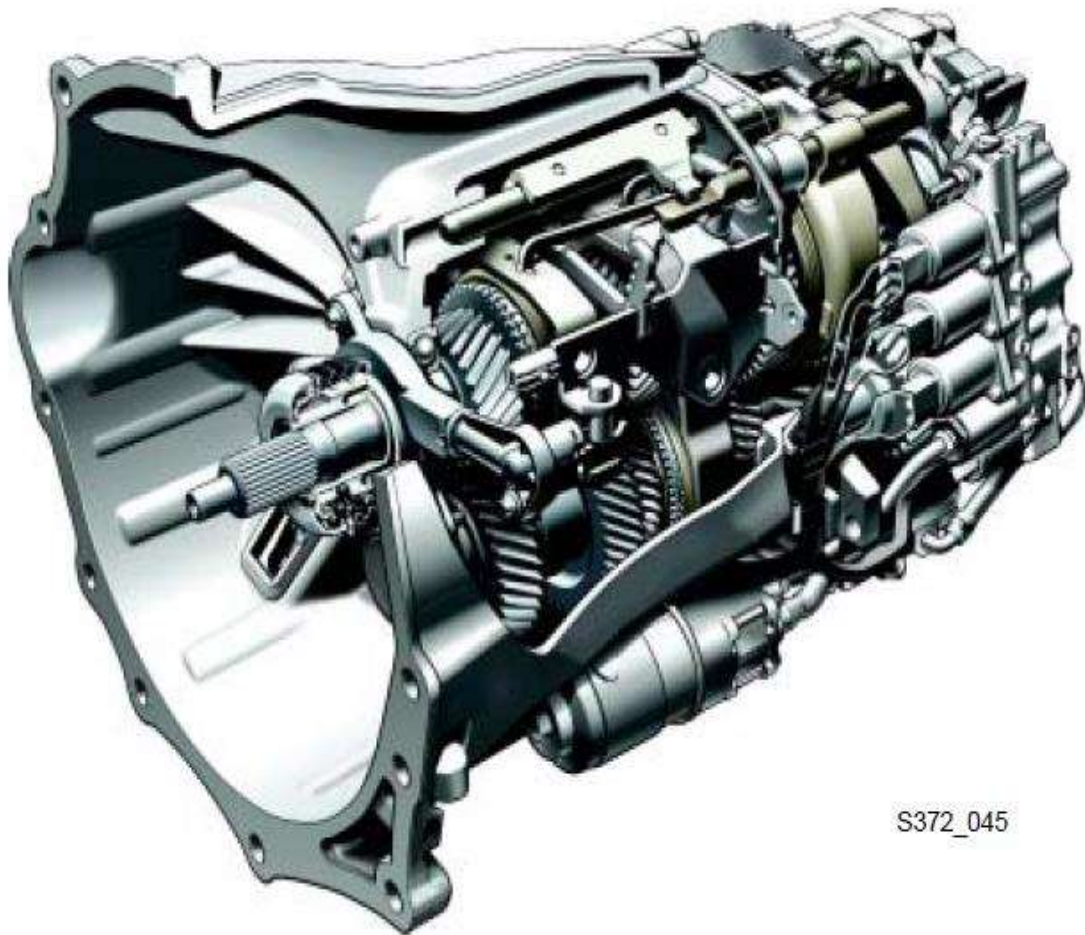
Ένα κοινό διάγραμμα απεικόνισης υδροστατικού κιβωτίου ταχυτήτων προβάλλεται στην [Εικόνα 10](#). Η αντλία A_1 είναι η κύρια αντλία, η A_2 είναι βοηθητική για συνεχή τροφοδότηση με λάδι για την αναπλήρωση των απωλειών διαφυγής του κινητήρα K .

Κεφάλαιο 3

Το κιβώτιο Shiftmatic 0B81

Αυτοματοποιημένο κιβώτιο 6 σχέσεων

Οι διαδικασίες αλλαγής ταχυτήτων του κιβωτίου Shiftmatic είτε εκτελούνται τελείως αυτόματα είτε όταν ο οδηγός ζητήσει αλλαγή ταχύτητας. Παρά το ότι το Shiftmatic διαθέτει συμπλέκτη για τη μετάδοση της κίνησης, δεν υπάρχει πεντάλ συμπλέκτη για τον οδηγό, ακριβώς όπως σε ένα αυτόματο κιβώτιο. Ο συμπλέκτης στην περίπτωση αυτή ενεργοποιείται από υδραυλικό σύστημα.



S372_045

Εικόνα 11. Κιβώτιο Shiftmatic 0B81

Πίνακας 2. Στοιχεία κιβωτίου Shiftmatic 0B81

	Σχέση μετάδοσης: i	Λόγος αριθμού δοντιών	Μεταβάσεις σχέσεων
σταθερή βαθμίδα	$i_k = 1,56$	39 25	
1η ταχύτητα	$i_1 = 5,014$	39 x 45 25 x 14	
2η ταχύτητα	$i_2 = 2,831$	39 x 49 25 x 27	$i_1 = 1,771$ i_2
3η ταχύτητα	$i_3 = 1,789$	39 x 39 25 x 34	$i_2 = 1,582$ i_3
4η ταχύτητα	$i_4 = 1,256$	39 x 33 25 x 41	$i_3 = 1,425$ i_4
5η ταχύτητα	$i_5 = 1,0$		$i_4 = 1,256$ i_5
6η ταχύτητα	$i_6 = 0,797$	39 x 24 25 x 47	$i_5 = 1,255$ i_6
R-όπισθεν	$i_R = 4,569$	39 x 23 x 41 25 x 23 x 14	
Εύρος (τελική σχέση μετάδοσης)		$i_1 = 6,291$ i_6	

Μεταβάσεις σχέσεων είναι ο λόγος των σχέσεων μετάδοσης δύο γειτονικών ταχυτήτων. Ο λόγος αυτός δίδεται ως δεκαδική ή ως ποσοστιαία τιμή.

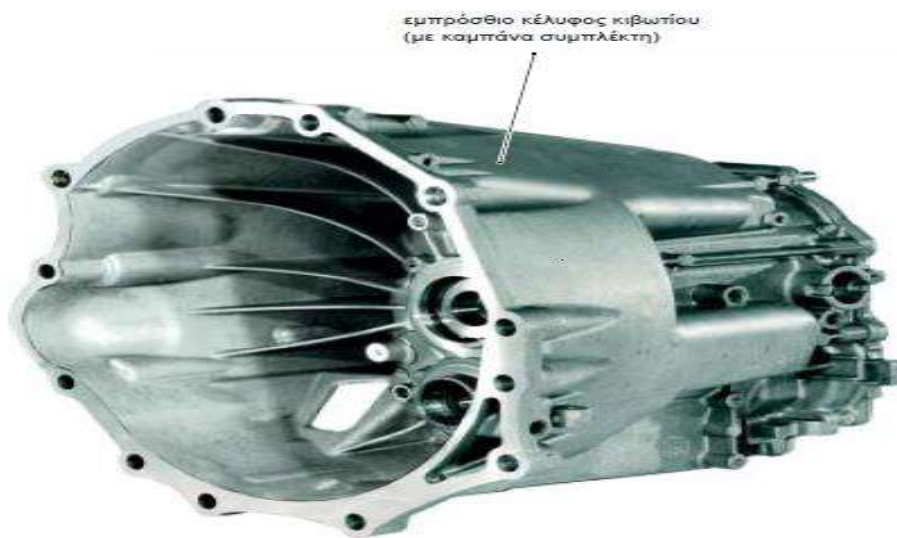
Η δομή του κιβωτίου

Το βασικό σώμα του Shiftmatic αποτελείται από ένα κιβώτιο μηχανικών αλλαγών ταχυτήτων.

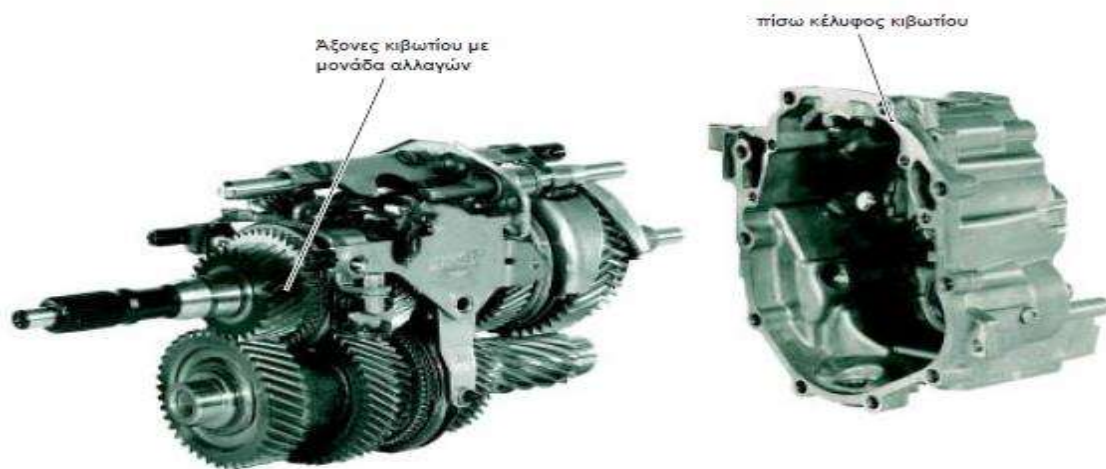
Τα τρία κύρια δομικά μέρη είναι:

- το εμπρόσθιο και
- το πίσω κέλυφος του κιβωτίου,
- οι άξονες του κιβωτίου με τη μονάδα αλλαγών ταχυτήτων.

Τα δύο κελύφη κατασκευάζονται από χυτό κράμα αλουμινίου.



Εικόνα 12. Εμπρόσθιο κέλυφος κιβωτίου



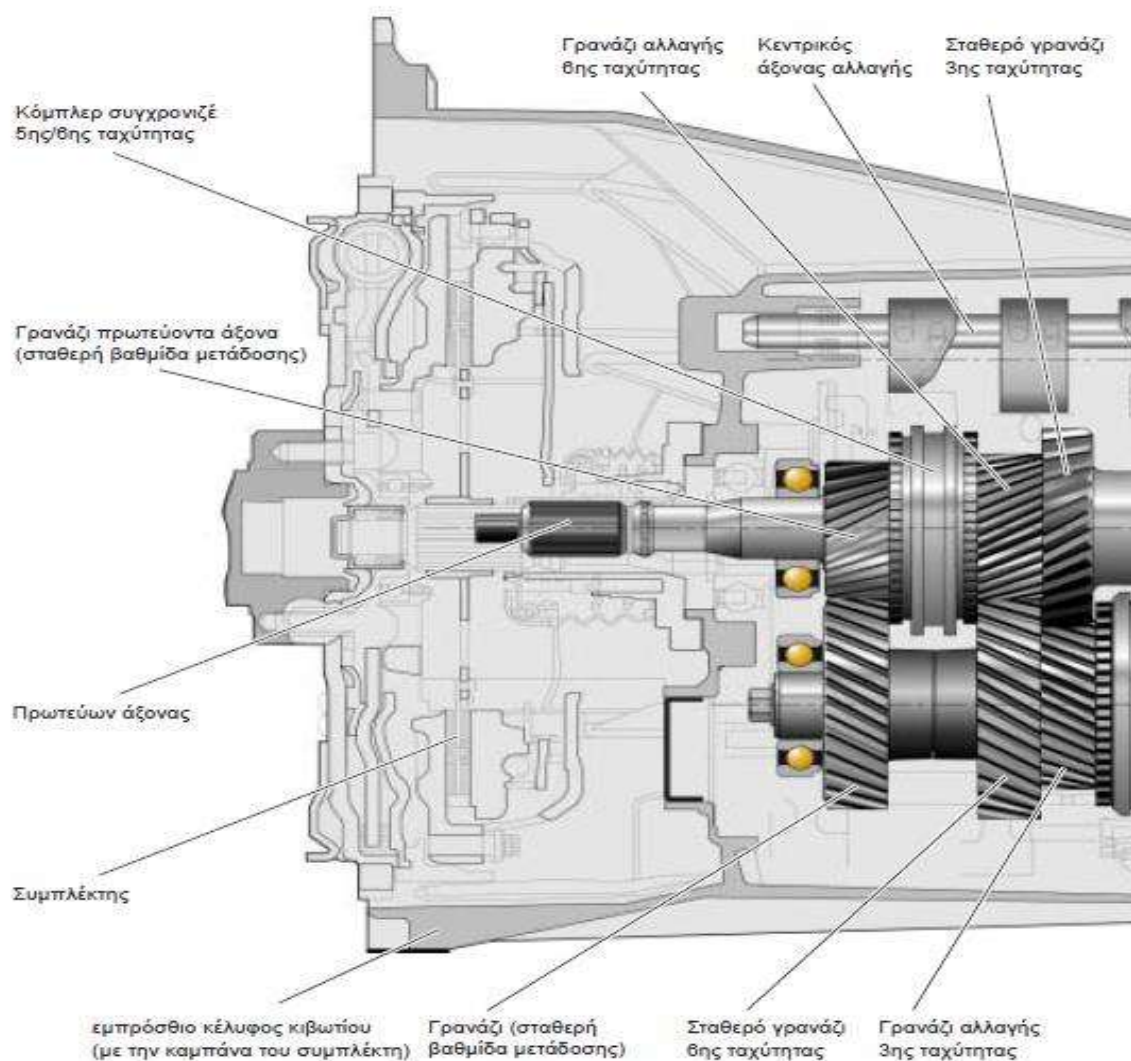
S372_002

Εικόνα 13. Άξονες κιβωτίου με μονάδα αλλαγών και πίσω κέλυφος

Τομή κιβωτίου

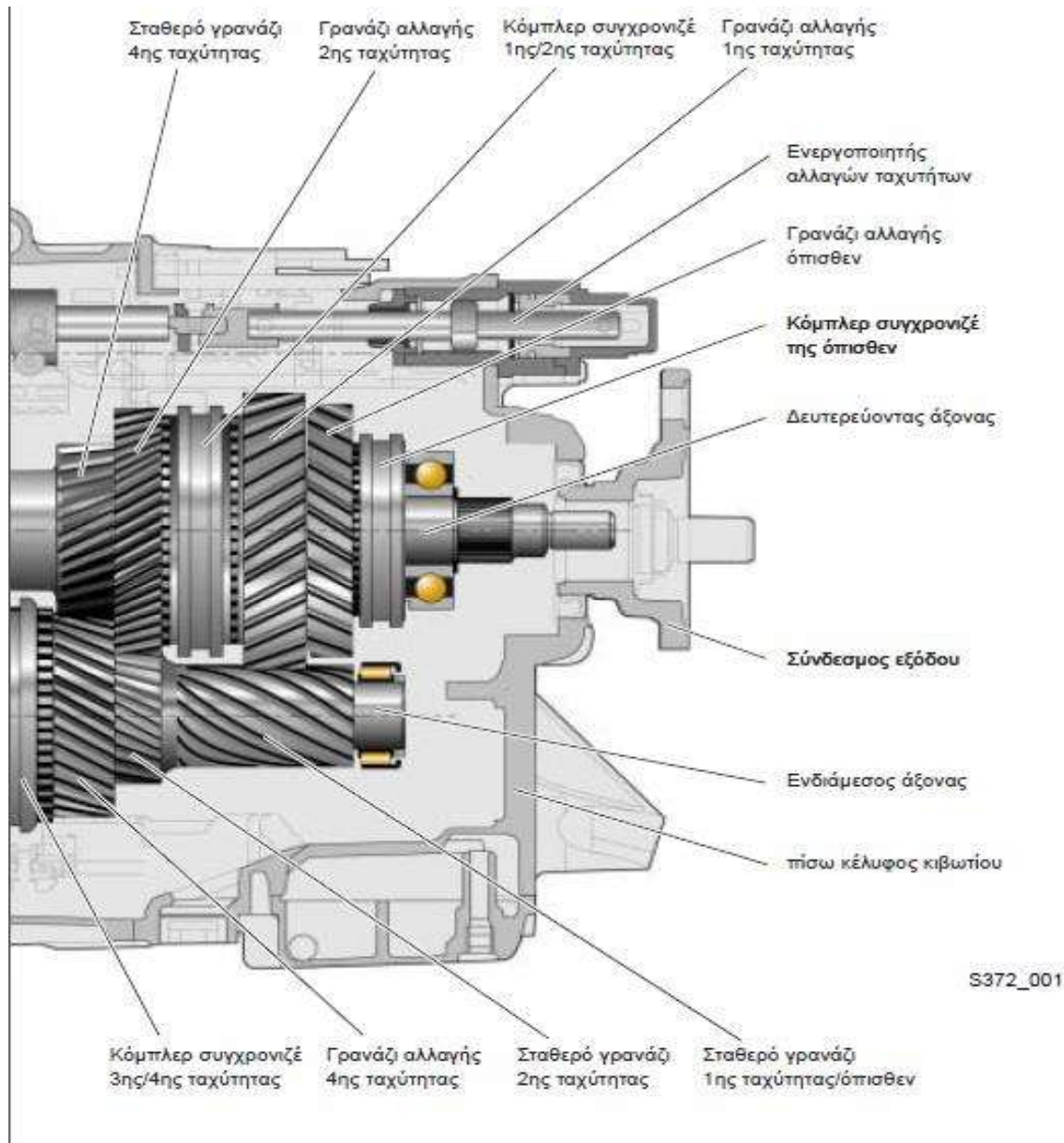
Το κιβώτιο Shiftmatic 0B81 είναι κιβώτιο 2 βαθμίδων με πλήρως συγχρονισμένες ταχύτητες. Έχει πρωτεύοντα άξονα, ενδιάμεσο άξονα και δευτερεύοντα άξονα.

Όλα τα γρανάζια αλλαγής ταχυτήτων εδράζουν σε βελονοειδή ρουλεμάν και κατανέμονται πάνω στον ενδιάμεσο άξονα και στον δευτερεύοντα άξονα. Η 5η ταχύτητα συμπλέκει απευθείας δια της εμπλοκής του κόμπλερ του συγχρονιζέ με το γρανάζι του πρωτεύοντα άξονα.



Εικόνα 14. Τομή ημικιβωτίου

Η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται είτε μέσω διαμήκους μετατόπισης είτε μέσω διαμήκους μετατόπισης μαζί με περιστροφή του κεντρικού άξονα αλλαγής. Τα δίχαλα αλλαγής του κεντρικού άξονα αλλαγής συμπλέκουν με την εκάστοτε φουρκέτα αλλαγής.

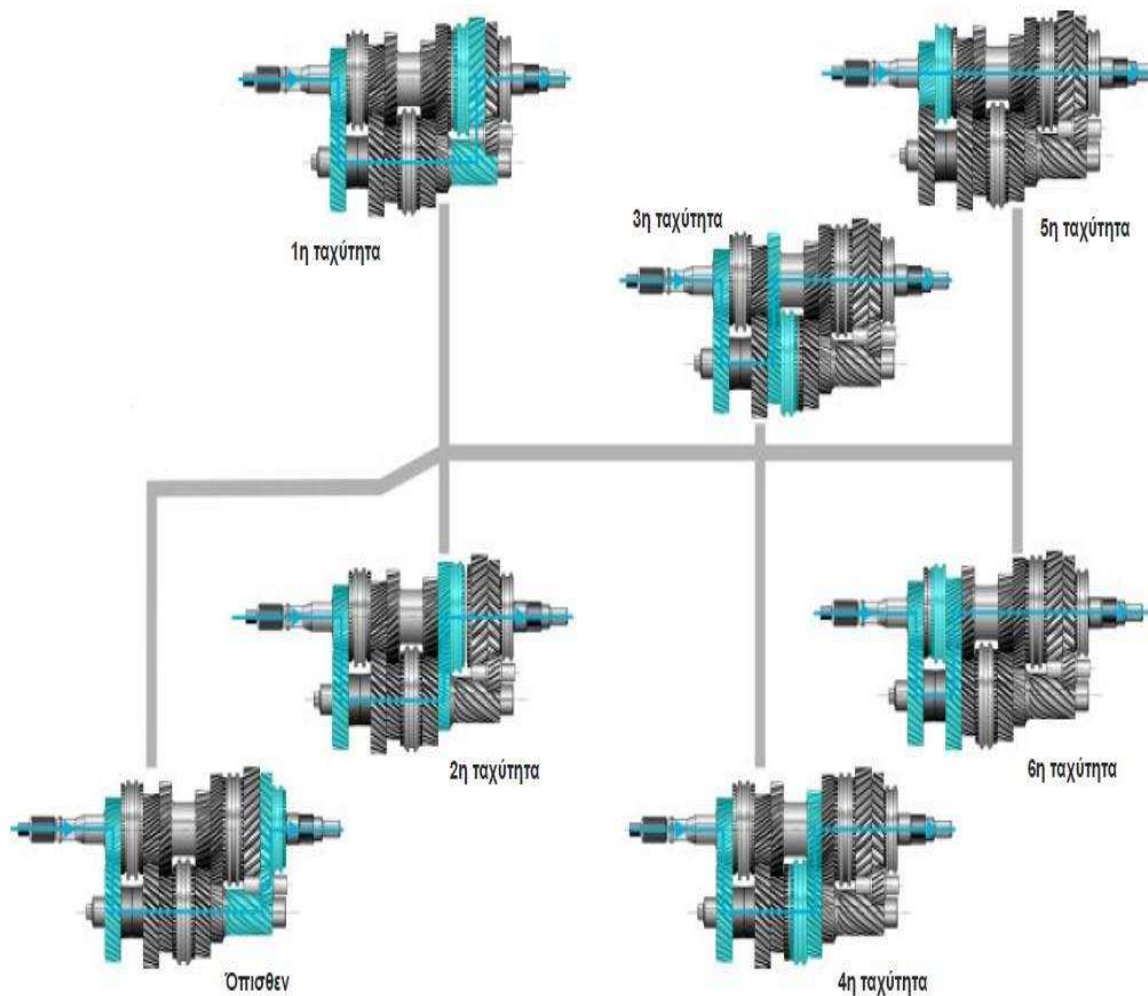


Εικόνα 15. Τομή ημικιβωτίου

Η ροή της μετάδοσης κίνησης

Η ροπή του κινητήρα κατευθύνεται στο κιβώτιο μέσω του πρωτεύοντα άξονα. Μέσω της εμπλοκής των ζευγών γραναζιών της σταθερής βαθμίδας, η οποία χρησιμοποιείται συνεχώς, η κίνηση μεταδίδεται στον ενδιάμεσο άξονα. Εκτός της 5ης ταχύτητας, σε όλες τις άλλες ταχύτητες, η ροή της μετάδοσης κατευθύνεται από τον ενδιάμεσο άξονα στον δευτερεύοντα

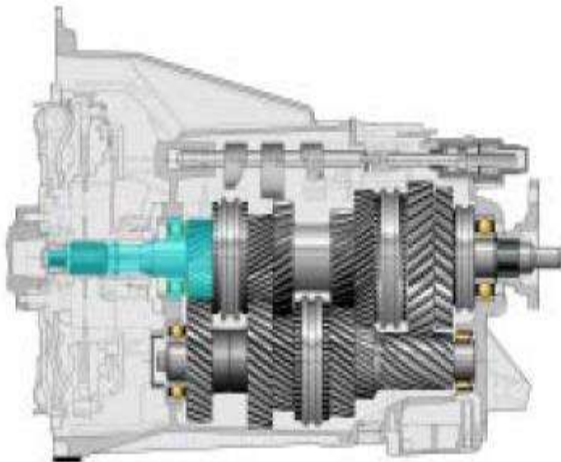
άξονα, μέσω της εμπλοκής του ζεύγους γρاناζιών που αντιστοιχούν στην εκάστοτε επιλεγείσα ταχύτητα. Η 5η ταχύτητα συμπλέκει απευθείας. Σ. αυτή την περίπτωση η κίνηση δεν μεταδίδεται μέσω του ενδιάμεσου άξονα, αλλά απευθείας από τον πρωτεύοντα στον δευτερεύοντα άξονα. Σε εμπλοκή της όπισθεν, έχουμε ροή μετάδοσης ανάμεσα στον ενδιάμεσο άξονα και στον δευτερεύοντα μέσω ενός γρاناζιού που εδράζει μόνο του πάνω σε έναν πρόσθετο άξονα, διαμέσου του οποίου και αντιστρέφεται η φορά περιστροφής του δευτερεύοντα άξονα.



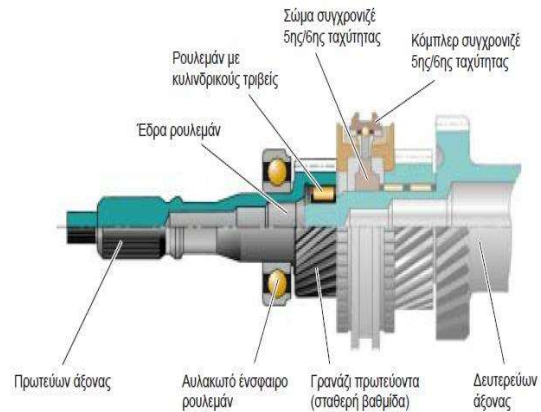
Εικόνα 16. Αναπαράσταση ροής μετάδοσης κίνησης σχέσης μετάδοσης

Ο πρωτεύων άξονας

Ο πρωτεύων άξονας εδράζει σε σταθερό αυλακωτό ένσφαιρο ρουλεμάν στο εμπρόσθιο κέλυφος του κιβωτίου. Το ρουλεμάν με τους κυλινδρικούς τριβείς χρησιμεύει ως ρουλεμάν ελεύθερης περιστροφής μεταξύ του πρωτεύοντα και του δευτερεύοντα. Βρίσκεται μέσα στην έδρα του ρουλεμάν στον πρωτεύοντα άξονα. Το γρανάζι πρωτεύοντα της σταθερής βαθμίδας αποτελεί ένα σώμα με τον πρωτεύοντα άξονα.



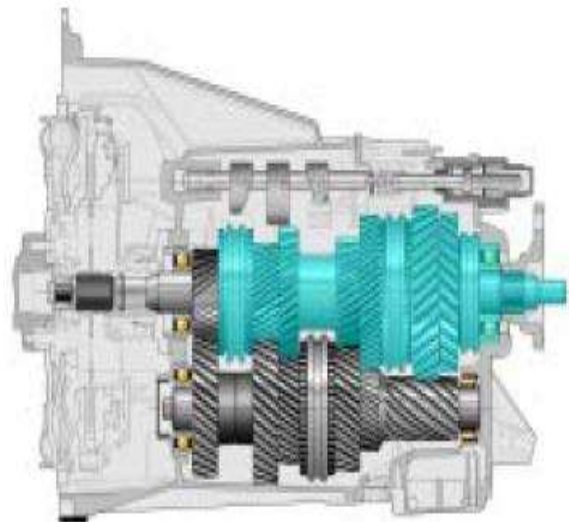
Εικόνα 17. Απεικόνιση πρωτεύοντα άξονα



Εικόνα 18. Λεπτομέρεια πρωτεύοντα άξονα

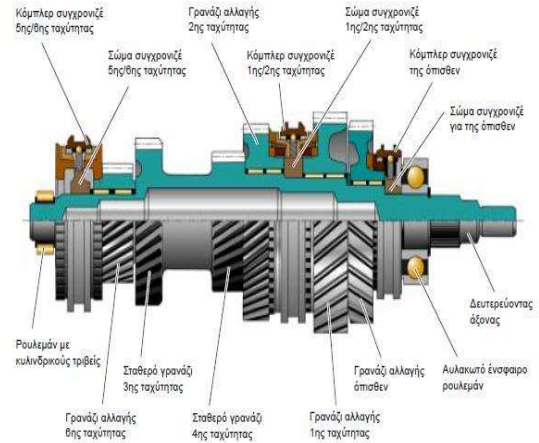
Ο δευτερεύων άξονας

Ο δευτερεύων άξονας διαθέτει αυλακωτό ένσφαιρο ρουλεμάν ως σταθερό ρουλεμάν, το οποίο βρίσκεται στο πίσω κέλυφος του κιβωτίου. Το ρουλεμάν με τους κυλινδρικούς τριβείς χρησιμεύει ως ρουλεμάν ελεύθερης περιστροφής μεταξύ του πρωτεύοντα και του δευτερεύοντα. Τα σταθερά γρανάζια της 3ης και της 4ης ταχύτητας αποτελούν ένα σώμα με τον δευτερεύοντα άξονα. Τα γρανάζια αλλαγής για την 1η,τη 2α, την 6η και την όπισθεν εδράζουν σε βελονοειδή ρουλεμάν και εξ αυτού περιστρέφονται ελεύθερα.



Εικόνα 19. Απεικόνιση δευτερεύοντα άξονα

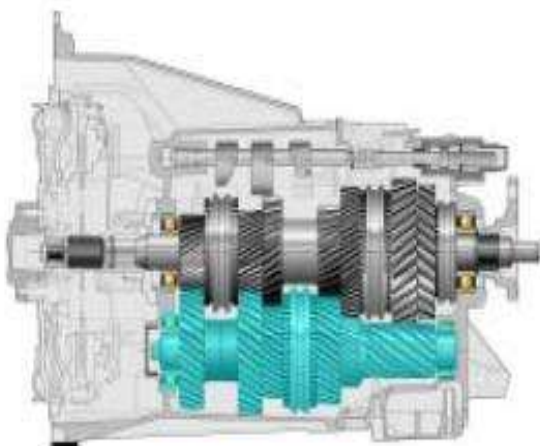
Αυτά τα γρανάζια ονομάζονται και ελεύθερα γρανάζια και περιστρέφονται συνεχώς μαζί με αντίστοιχα σταθερά γρανάζια. Μόνο όταν συμπλέξει μια ταχύτητα, τα γρανάζια αλλαγής συνδέονται σταθερά μέσω του εκάστοτε κόμπλερ συγχρονιζέ και του αντίστοιχου σώματος συγχρονιζέ με τον δευτερεύοντα άξονα και μπορούν να μεταδώσουν ροπή. Τα σώματα των συγχρονιζέ της 1ης/2ας, της



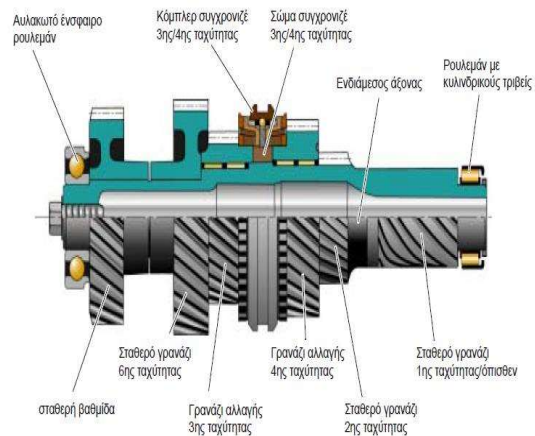
5ης/6ης και της όπισθεν συνδέονται σταθερά με τον δευτερεύοντα άξονα. *Εικόνα 20. Λεπτομέρεια δευτερεύοντα άξονα*

Ο ενδιάμεσος άξονας

Για την έδραση του ενδιάμεσου άξονα χρησιμοποιούνται επίσης ένα σταθερό ρουλεμάν και ένα ρουλεμάν ελεύθερης περιστροφής. Το αιλακωτό ένοσφαιρο ρουλεμάν είναι τοποθετημένο ως σταθερό ρουλεμάν στο εμπρόσθιο κέλυφος του κιβωτίου και το ρουλεμάν με τους κυλινδρικούς τριβείς ως ρουλεμάν ελεύθερης περιστροφής στο πίσω κέλυφος του κιβωτίου.



Εικόνα 21. Απεικόνιση ενδιάμεσου άξονα



Εικόνα 22. Λεπτομέρεια ενδιάμεσου άξονα

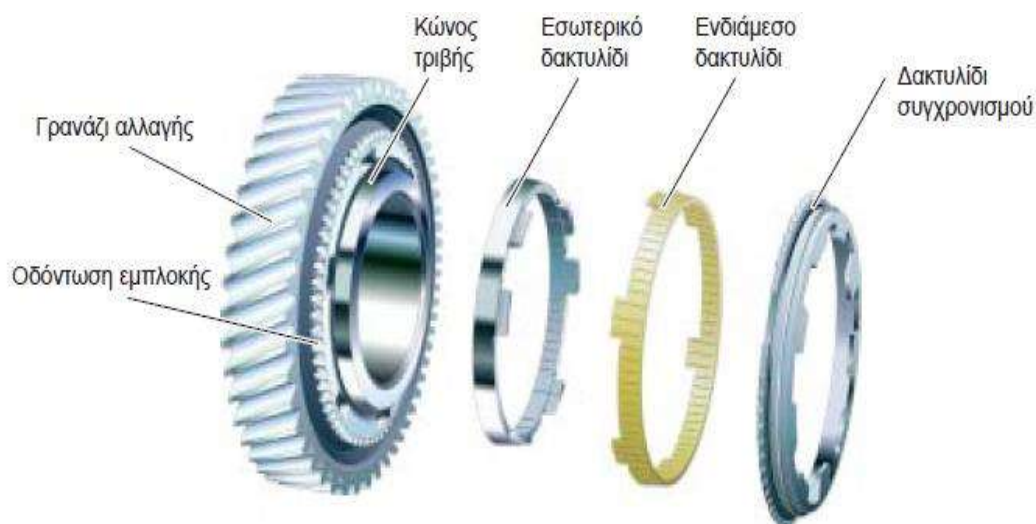
Τα σταθερά γρανάζια της 1ης και της 2ας αποτελούν ένα σώμα με τον ενδιάμεσο άξονα. Τα γρανάζια αλλαγής για την 3η και την 4η ταχύτητα είναι γρανάζια ελεύθερης περιστροφής και εδράζονται σε βελονοειδή ρουλεμάν. Το σταθερό γρανάζι της 6ης καθώς και η σταθερή βαθμίδα συνδέονται με πρεσαριστή έδραση με τον ενδιάμεσο άξονα. Το σώμα του συγχρονιζέ της 3ης/4ης συνδέεται επίσης σταθερά με τον ενδιάμεσο άξονα, μέσω οδόντωσης.

Ο συγχρονισμός

Για να εξισώνονται οι διαφορές αριθμών στροφών, στις μεμονωμένες ταχύτητες ενός κιβωτίου τοποθετούνται διάφοροι συγχρονισμοί.

1η/2η ταχύτητα - τριπλός συγχρονισμός

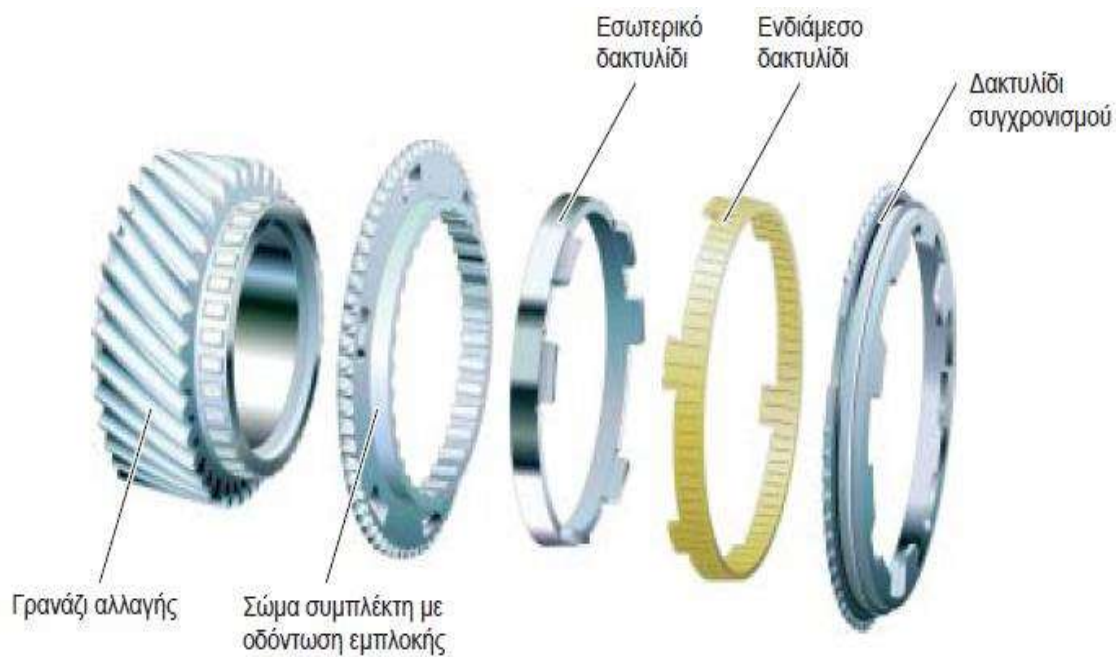
Στην 1η και στη 2η ταχύτητα οι διαφορές στους αριθμούς στροφών είναι οι μεγαλύτερες. Γι. αυτό χρησιμοποιείται τριπλός συγχρονισμός, όπου η μία επιφάνεια τριβής σχηματίζεται μεταξύ του κώνου τριβής στο γρανάζι αλλαγής και του εσωτερικού δακτυλιδιού, μία δεύτερη σχηματίζεται μεταξύ εσωτερικού δακτυλιδιού και ενδιάμεσου δακτυλιδιού και η τρίτη σχηματίζεται μεταξύ του δακτυλιδιού συγχρονισμού και του ενδιάμεσου δακτυλιδιού.



Εικόνα 23. Τριπλός συγχρονισμός

3η/4η ταχύτητα - διπλός συγχρονισμός

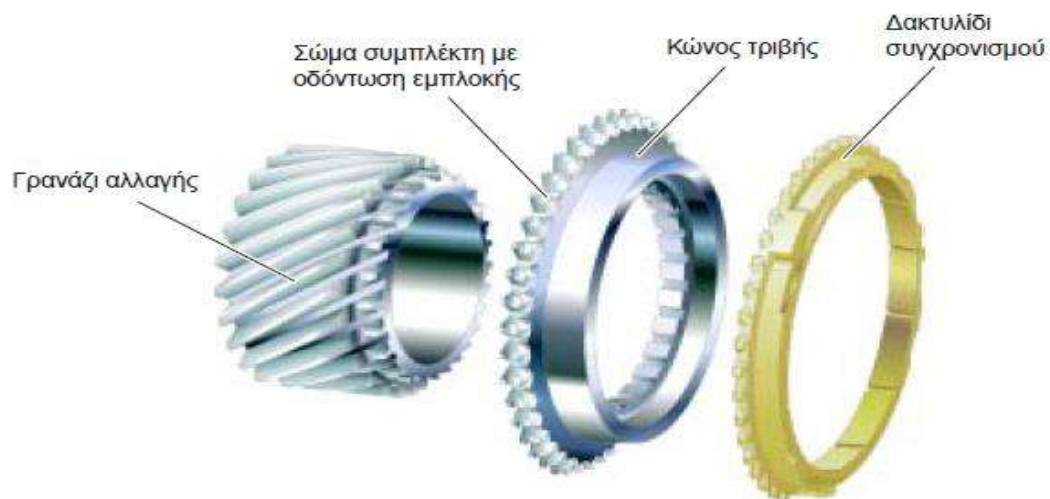
Στον διπλό συγχρονισμό στην 3η και στην 4η ταχύτητα του κιβωτίου Shiftmatic 0B81 υπάρχει μία ιδιαιτερότητα. Αυτή έγκειται στο ότι υπάρχει ένα σώμα συμπλέκτη με οδόντωση εμπλοκής περαστό πάνω στο γρανάζι αλλαγής και το οποίο μπορεί να αντικαθίσταται και μεμονωμένα. Οι επιφάνειες τριβής στον διπλό συγχρονισμό σχηματίζονται μεταξύ εσωτερικού δακτυλιδιού και ενδιάμεσου δακτυλιδιού καθώς και μεταξύ δακτυλιδιού συγχρονισμού και ενδιάμεσου δακτυλιδιού.



Εικόνα 24. Διπλός συγχρονισμός

5η/6η ταχύτητα - απλός συγχρονισμός

Στην 5η/6η ταχύτητα έχει τοποθετηθεί απλός συγχρονισμός λόγω των μικρών διαφορών στους αριθμούς στροφών. Ιδιαίτερο στοιχείο είναι εδώ το ξεχωριστό σώμα συμπλέκτη με οδόντωση εμπλοκής. Ο απλός συγχρονισμός έχει μόνο τη μία επιφάνεια τριβής μεταξύ του κώνου τριβής πάνω στο σώμα του συμπλέκτη και του δακτυλιδιού συγχρονισμού.

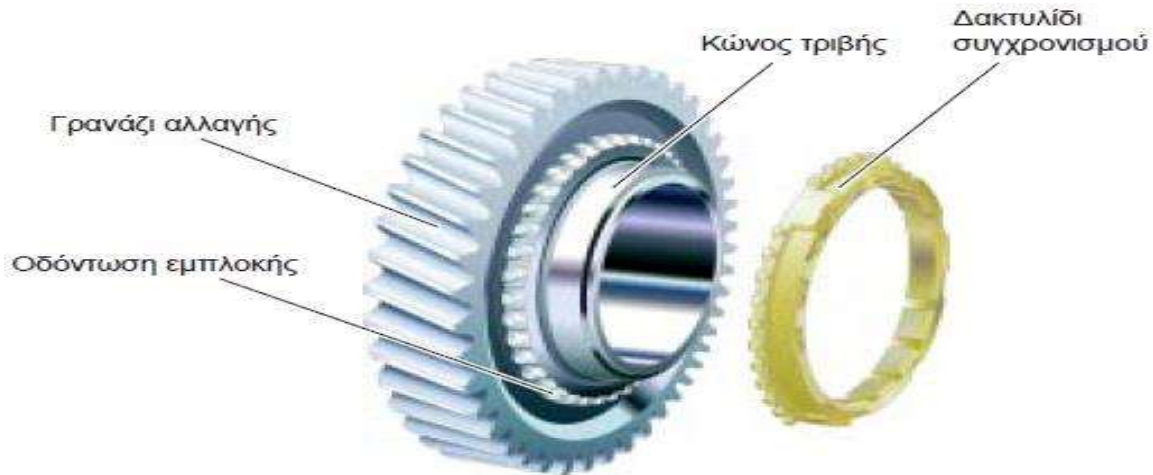


Εικόνα 25. Απλός συγχρονισμός

Όπισθεν - απλός συγχρονισμός

Η όπισθεν στο κιβώτιο Shiftmatic διαθέτει απλό συγχρονισμό. Η μοναδική επιφάνεια τριβής σχηματίζεται

εδ

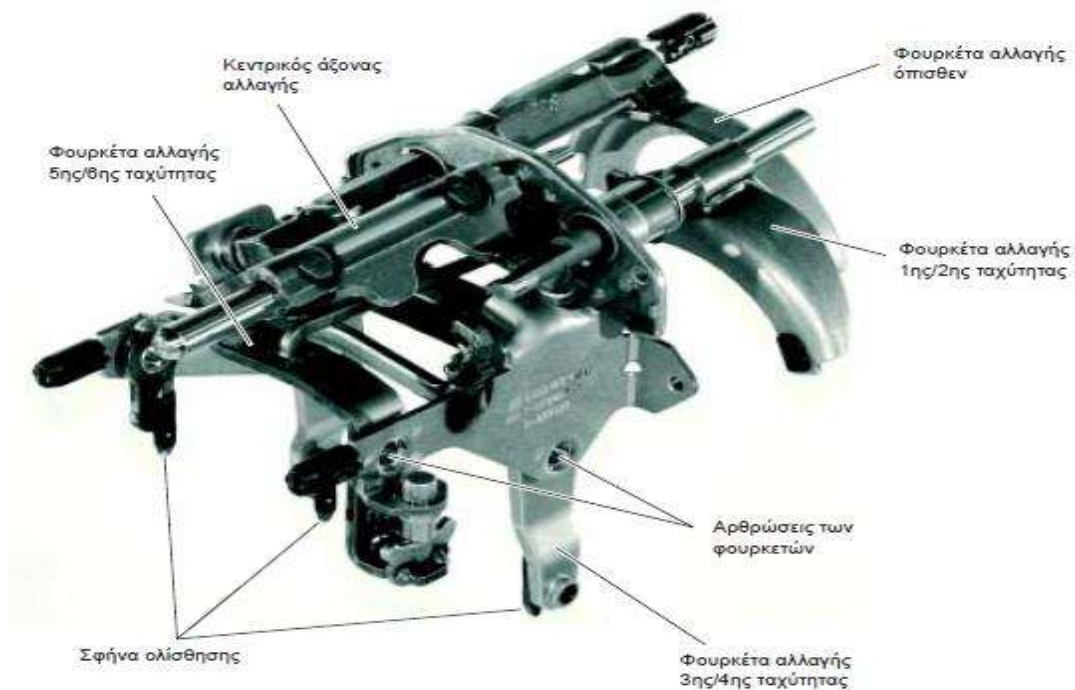


ώ μεταξύ του κώνου τριβής στο γρανάτζι αλλαγής και του δακτυλιδιού συγχρονισμού.

Εικόνα 26. Όπισθεν - απλός συγχρονισμός

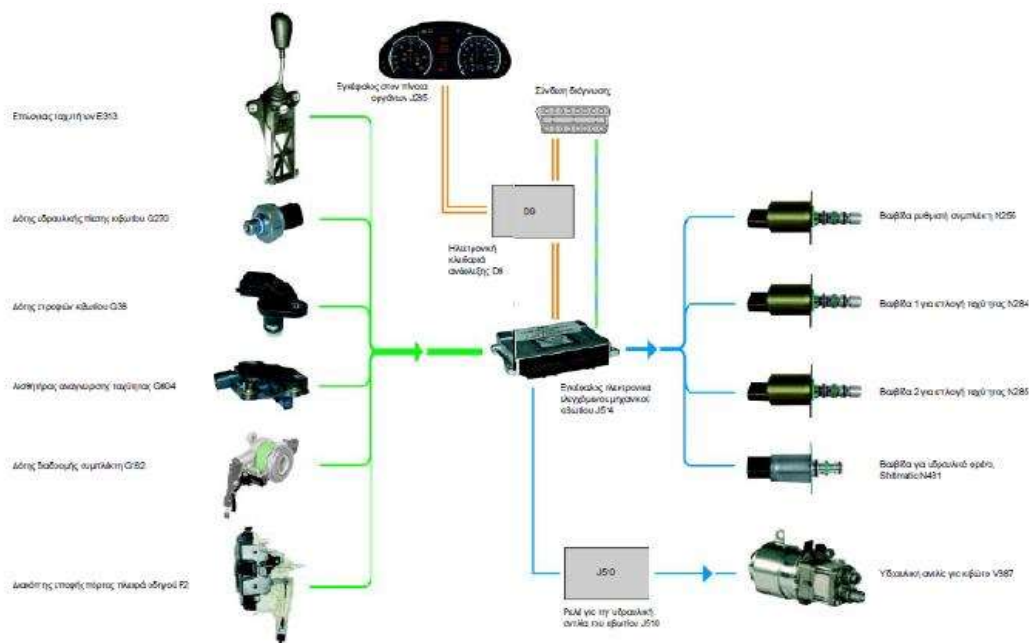
Μονάδα αλλαγής ταχυτήτων

Η μονάδα αλλαγής ταχυτήτων χρησιμεύει μαζί με τις ράβδους αλλαγής και τις φουρκέτες αλλαγής για την εμπλοκή της εκάστοτε επιλεγμένης ταχύτητας. Το κεντρικό μέλος αυτής της μονάδας αλλαγών ταχυτήτων είναι ο κεντρικός άξονας αλλαγής, ο οποίος αναλαμβάνει να μεταδίδει την κίνηση στις φουρκέτες αλλαγής. Από τις φουρκέτες του εκάστοτε ζεύγους γραναζιών η κίνηση μεταδίδεται στα κόμπλερ συγχρονιζέ. Επειδή η φουρκέτα της 5ης/6ης ταχύτητας και η φουρκέτα της 3ης/4ης ταχύτητας εκτελούν περιστροφή και όχι διαμήκη μετατόπιση, για τη μετάδοση της κίνησης στο κόμπλερ συγχρονιζέ έχουν στερεωθεί σφήνες ολίσθησης περιστρεφόμενης έδρασης στις φουρκέτες.



Εικόνα 27. Μονάδα αλλαγής ταχυτήτων

Ηλεκτρονικά μέρη



Εικόνα 28. Ηλεκτρονικά μέρη

Αισθητήρες

Αισθητήρας στροφών κιβωτίου G38

Ο αισθητήρας στροφών κιβωτίου G38 έχει τοποθετηθεί στο πίσω περίβλημα του κιβωτίου στην δεξιά πλευρά. Ο αισθητήρας υπολογίζει τον αριθμό στροφών στο γρανάξι αλλαγής της όπισθεν πάνω στον δευτερεύοντα άξονα.

Η χρήση του σήματος

Το σήμα του αισθητήρα στροφών του κιβωτίου G38 χρειάζεται για να προσδιοριστεί βάσει της σχέσης μετάδοσης της ταχύτητας του συμπλέκτη και επομένως ο αριθμός στροφών εισόδου του κιβωτίου. Αυτό το χρειάζεται ο εγκέφαλος για το ηλεκτρονικά ελεγχόμενο μηχανικό κιβώτιο J514 για να υπολογίσει το σημείο ολίσθησης του συμπλέκτη και να ελέγξει τη διαδικασία σύμπλεξης.



Εικόνα 29. Αισθητήρας στροφών κιβωτίου

Τρόπος λειτουργίας

Ο αισθητήρας στροφών κιβωτίου G38 είναι διαφορικός αισθητήρας Hall, ο οποίος προσδιορίζει την αλλαγή πλευράς δοντιού σε ένα σιδηρομαγνητικό γρανάξι δότη. Χρησιμοποιούνται δύο στοιχεία Hall, τα οποία μετρούν αριστερά και δεξιά στις πλευρές ενός δοντιού. Από τη διαφορά των δύο σημάτων δημιουργείται το σήμα εξόδου, το οποίο μετατρέπεται επιπλέον και σε ορθογωνικό σήμα. Ο τύπος αυτός αισθητήρα μετρά με μεγάλη ακρίβεια και δεν επηρεάζεται καθόλου από μεγέθη παρεμβολής, όπως π.χ. αυξομειώσεις της θερμοκρασίας στο κιβώτιο.

Συνέπειες λόγω μη ύπαρξης σήματος

Αν δεν υπάρχει το σήμα ενεργοποιείται η λειτουργία έκτακτης ανάγκης του κιβωτίου. Στη λειτουργία έκτακτης ανάγκης είναι δυνατή μόνο η χειροκίνητη αλλαγή των ταχυτήτων ως την 3η ταχύτητα. Η αυτόματη κατάσταση είναι απενεργοποιημένη.



Εικόνα 30. Αισθητήρας στροφών

Επιλογέας ταχυτήτων E313

Ο επιλογέας ταχυτήτων του κιβωτίου Shiftmatic E313 είναι σύστημα Shift by Wire. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει καμία μηχανική σύνδεση μεταξύ επιλογέα και κιβωτίου.

Ο επιλογέας E313 διαθέτει τρεις σταθερές θέσεις:

- βαθμίδα οδήγησης για προσθιοπορία "O"
- βαθμίδα οδήγησης νεκρά "N"
- βαθμίδα οδήγησης όπισθεν "R"

και 3 μη σταθερές θέσεις:

- ανέβασμα ταχύτητας "+"
- κατέβασμα ταχύτητας "-"
- αυτόματη κατάσταση (Auto-Shift) "A"

Οι θέσεις για προσθιοπορία "O", νεκρά "N" και όπισθεν "R" κρατούνται οριζοντίως όταν ο κύλινδρος ασφάλισης πιάσει στο καπάκι του κιβωτίου. Για την κάθετη διατήρηση της θέσης υπάρχουν 2 ακόμα θέσεις ασφάλισης στο περίβλημα οδήγησης. Η μία από αυτές τις θέσεις ασφάλισης προορίζεται για την κάθετη ασφάλιση των θέσεων οδήγησης προσθιοπορία και νεκρά.

και η άλλη για την ασφάλιση της όπισθεν. Οι μη σταθερές θέσεις καθορίζονται από τον οδηγό του χτενιού στο καπάκι και στο περίβλημα οδήγησης. Μετά από την επιλογή μίας μη σταθερής θέσης ένα ελατήριο πιέζει τον επιλογέα E313 πάλι στην αρχική θέση για προσθιοπορία. Ο επιλογέας E313 διαθέτει αισθητήρες που εργάζονται άνευ επαφής. Έτσι αποφεύγεται η φθορά και διασφαλίζεται η λειτουργική ασφάλεια.

Η χρήση του σήματος

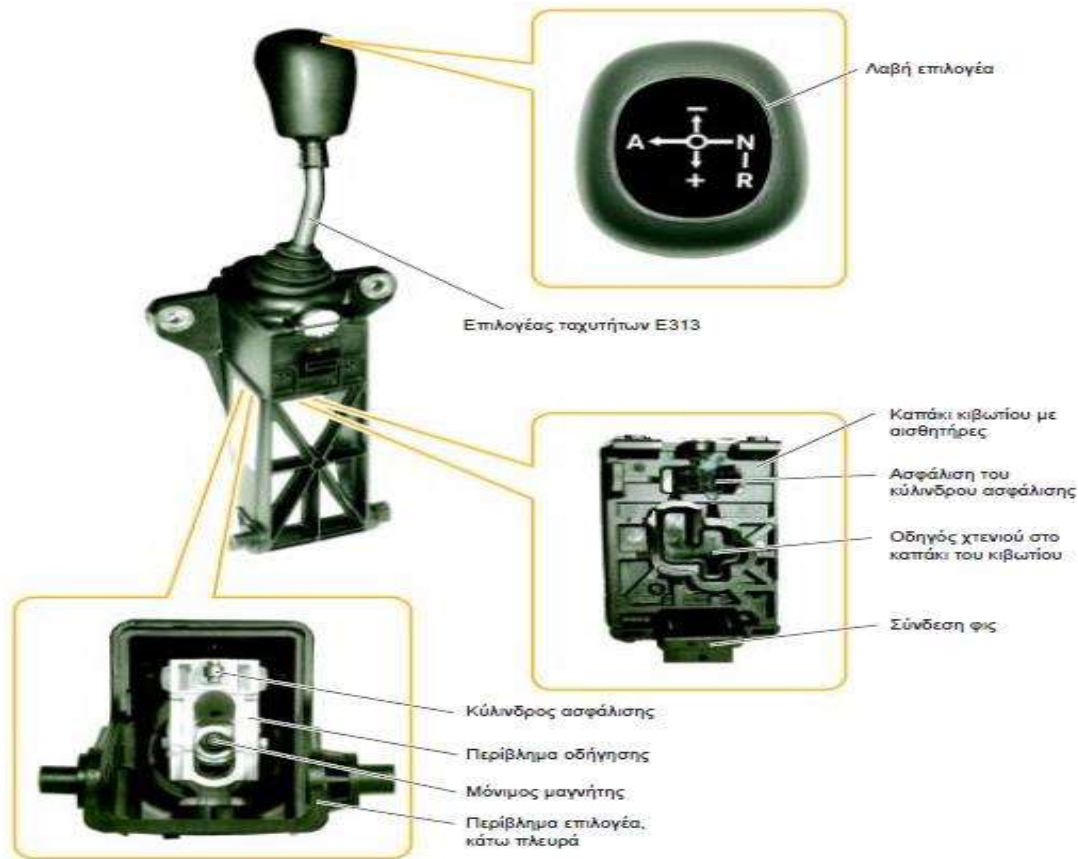
Από τη θέση του επιλογέα ο εγκέφαλος για ηλεκτρονικά ελεγχόμενο μηχανικό κιβώτιο J514 προσδιορίζει την επιθυμία αλλαγής ταχύτητας του οδηγού.

Τρόπος λειτουργίας

Στην κάτω πλευρά του επιλογέα είναι στερεωμένος ένας μόνιμος μαγνήτης, ο οποίος προκαλεί μεταβολές του μαγνητικού πεδίου στην περιοχή του αισθητήρα στο καπάκι του περιβλήματος. Οι 6 θέσεις του επιλογέα αποκωδικοποιούνται σε μια λογική κυκλώματος 4 σημάτων. Η λογική αυτή χρησιμεύει στον εγκέφαλο για ηλεκτρονικά ελεγχόμενο μηχανικό κιβώτιο J514 για την αξιολόγηση της θέσης του επιλογέα και επομένως της επιθυμίας του οδηγού για αλλαγή ταχύτητας.

Συνέπειες λόγω μη ύπαρξης σήματος

Αν δεν υπάρχει ένα σήμα, διαθέσιμη είναι μόνο η αυτόματη κατάσταση. Αν δεν υπάρχουν δύο ή περισσότερα σήματα, απενεργοποιείται η αλλαγή των ταχυτήτων και επομένως και το κιβώτιο και εμφανίζεται ένα "F" στην ένδειξη ταχυτήτων του οργάνου πολλαπλών λειτουργιών. Επίσης είναι πλέον αδύνατη και η εκκίνηση του κινητήρα.



Εικόνα 31. Μηχανισμός επιλογέα ταχυτήτων

Αισθητήρας διαδρομής συμπλέκτη G162

Ο αισθητήρας διαδρομής συμπλέκτη G162 είναι αισθητήρας θέσης εργαζόμενος άνευ επαφής, και ο οποίος υπολογίζει την διαδρομή αποσύμπλεξης απευθείας στην δευτερεύουσα αντλία με ρουλεμάν αποσύμπλεξης. Γι' αυτό ο αισθητήρας είναι βιδωμένος απευθείας στην δευτερεύουσα αντλία με ρουλεμάν αποσύμπλεξης.

Η χρήση του σήματος

Το σήμα του αισθητήρα διαδρομής συμπλέκτη G162 χρησιμεύει μαζί με τον αισθητήρα στροφών κιβωτίου G38 για τη ρύθμιση της θέσης του συμπλέκτη και για τον προσδιορισμό των εξής 3 καταστάσεων λειτουργίας στον εγκέφαλο ηλεκτρονικά ελεγχόμενου μηχανικού κιβωτίου J514:

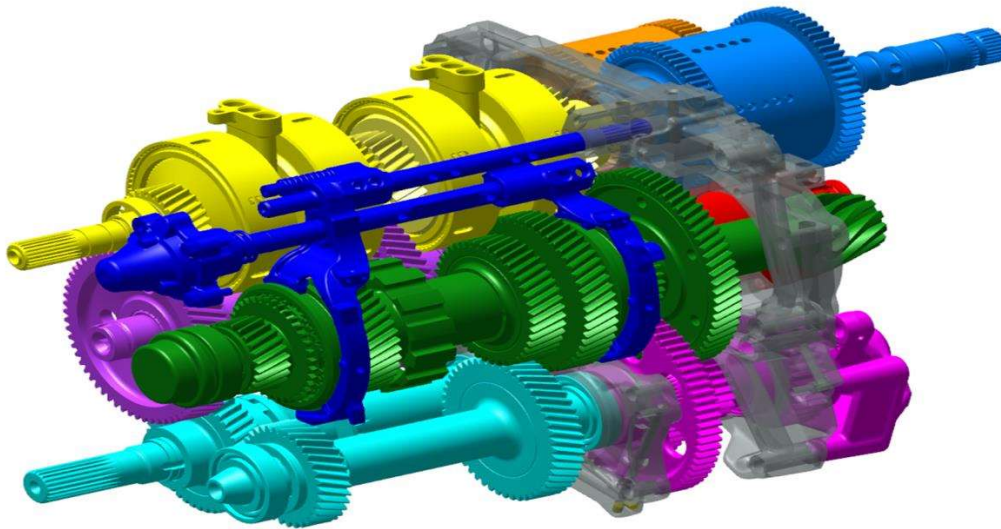
- σημείο ολίσθησης συμπλέκτη,
- σημείο κλεισίματος συμπλέκτη και
- φθορά συμπλέκτη.

Τότε ο συμπλέκτης ενεργοποιείται άνετα και με λειτουργική ασφάλεια. Ο συμπλέκτης του Crafter είναι αυτορρυθμιζόμενος ξηρός συμπλέκτης ενός δίσκου, οπότε η διαδρομή αποσύμπλεξης είναι πάντα σταθερή. Το σημείο ολίσθησης συμπλέκτη αναφέρει, σε ποια διαδρομή αποσύμπλεξης λαμβάνει χώρα το σημείο ολίσθησης συμπλέκτη μεταξύ κινητήρα και κιβωτίου. Τη στιγμή αυτή ο συμπλέκτης αρχίζει να ολισθαίνει και τα γρανάζια ταχυτήτων στο κιβώτιο αρχίζουν να περιστρέφονται. Στο σημείο κλεισίματος συμπλέκτη και όταν έχει επιλεγεί ταχύτητα λαμβάνει χώρα η πλήρης μετάδοση κίνησης μεταξύ κινητήρα και κιβωτίου. Ο συμπλέκτης είναι τελείως κλειστός και δεν ολισθαίνει. Η φθορά συμπλέκτη είναι μία τιμή αποθηκευμένη στον εγκέφαλο, και η οποία λαμβάνει υπόψη της τη φθορά των υλικών τριβής. Ένα καινούργιο υλικό τριβής με υψηλό συντελεστή τριβής χρειάζεται έναντι ενός φθαρμένου υλικού τριβής πιο αργή υποχώρηση της πίεσης στη βαλβίδα για ρυθμιστή συμπλέκτη N255. Το μέγεθος της απαιτούμενης μείωσης πίεσης καθορίζεται από τη φθορά του συμπλέκτη. Τότε ο χρόνος ενεργοποίησης της βαλβίδας διαφοροποιείται έτσι, ώστε η διαδικασία σύμπλεξης να είναι ομαλή και άνετη.



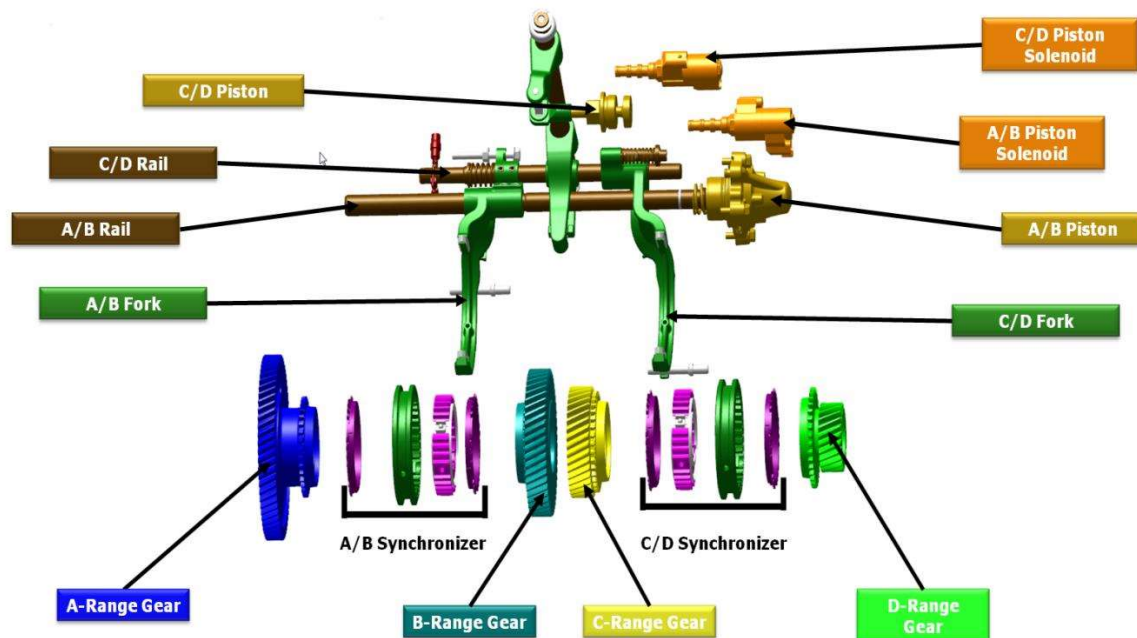
Εικόνα 32. Αισθητήρας διαδρομής συμπλέκτη

Το κιβώτιο command8 της John Deere



Εικόνα 33. Απεικόνιση κιβωτίου Command8

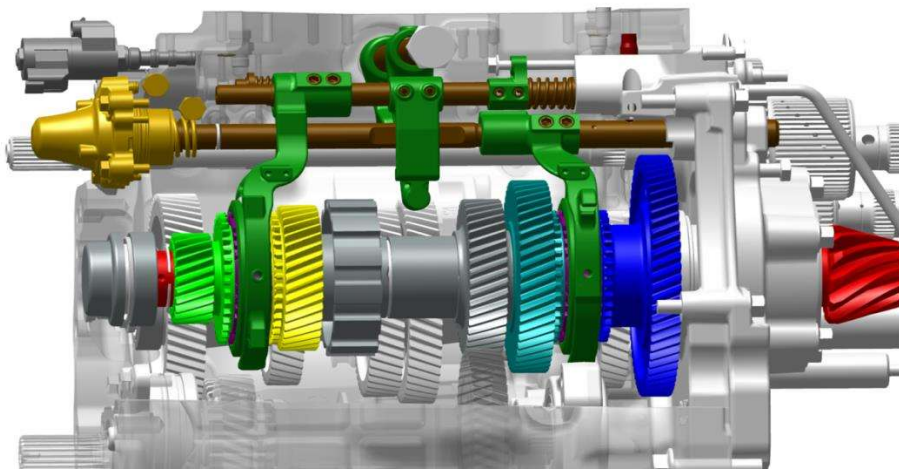
Ο συγκεκριμένος τύπος κιβωτίου ταχυτήτων χρησιμοποιείται στα μοντέλα 5R της John Deere. Θα αναφερθούμε σε αυτόν τον τύπο κιβωτίου για να επικεντρωθούμε περισσότερο στην διαδικασία και τους μηχανισμούς κατά την αλλαγή μιας σχέσης μετάδοσης.



Εικόνα 34. Μέρη άξονα

Στην παραπάνω εικόνα διακρίνουμε τα εξής μηχανικά μέρη:

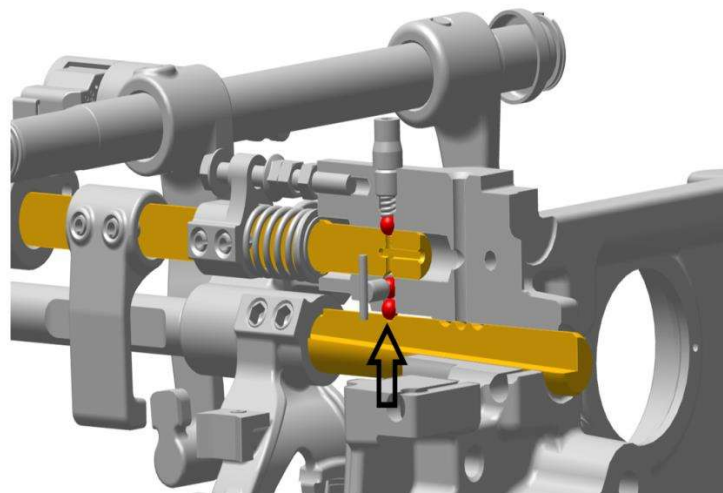
- 1) Τους τέσσερις κεκλιμένους οδοντωτούς τροχούς των αντίστοιχων τεσσάρων σχέσεων μετάδοσης.
- 2) Τα τέσσερα συγχρονιζέ με τους δακτυλίους εμπλοκής και τα ενδιάμεσα και εσωτερικά δαχτυλίδια αυτών.
- 3) Τις δύο φουρκέτες επιλογής 1^{ης}/2^{ης} και 3^{ης} /4^{ης} σχέσης μετάδοσης αντίστοιχα.
- 4) Τους δύο άξονες έδρασης των φουρκετών.
- 5) Τα δύο έμβολα κίνησης των φουρκετών αλλαγής σχέσης με τις δύο ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες εσωτερικά, μία για κάθε έμβολο έκαστος.



Εικόνα 35. Τομή κιβωτίου

Το σύστημα interlock

Καθώς επιλέγουμε να μετακινήσουμε τον άξονα έδρασης της φουρκέτας 1^{ης} και 2^{ης} σχέσης μετάδοσης τότε αυτόματα αυτός απομακρύνεται από τη θέση νεκρά και μετατοπίζεται είτε δεξιά είτε αριστερά για να λάβει την θέση που έχουμε επιλέξει. Κατά τη διάρκεια αυτής της κίνησης τα κόκκινα σφαιρίδια της εικόνας

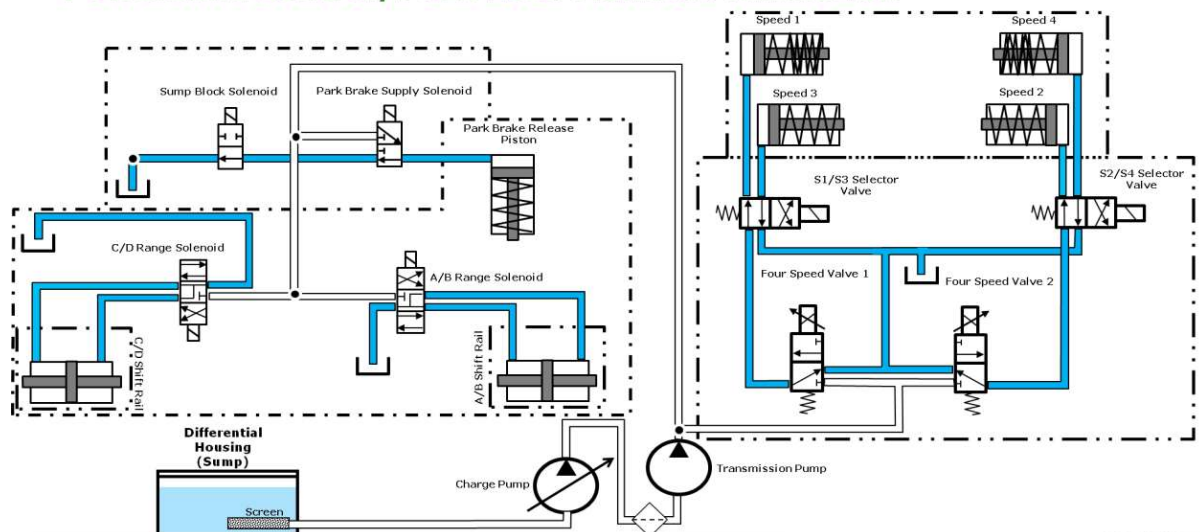


Εικόνα 36. Σύστημα interlock

μετατοπίζονται στην κατεύθυνση που δείχνει το βέλος και “κλειδώνουν” τον άξονα της έδρασης της φουρκέτας 3^{ης} και 4^{ης} σχέσης μετάδοσης. Με αυτή τη μέθοδο αποφεύγεται οποιαδήποτε εμπλοκή δύο σχέσεων μετάδοσης ταυτόχρονα. Η κίνηση των κόκκινων σφαιριδίων θα είναι η αντίθετη απ’ αυτή του βέλους σε περίπτωση που θέλουμε να επιλέξουμε εμπλοκή της 3^{ης} και 4^{ης} σχέσης μετάδοσης. Σε κάθε περίπτωση ένας από τους δύο άξονες θα βρίσκεται τοποθετημένος στη θέση νεκρά εκτός και αν και οι δύο άξονες είναι τοποθετημένοι στη θέση νεκρά.

Power shift control valve (ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου ταχυτήτων)

Powershift Control/Park Lock Manifold Animation



Εικόνα 37. Ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου ταχυτήτων

Στην εικόνα αυτή βλέπουμε το ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα αλλαγής των τεσσάρων ταχυτήτων (shift) με πολύδισκους συμπλέκτες. Στο απλοποιημένο αυτό σχήμα βλέπουμε επίσης το σύστημα ακινητοποίησης (park) και το σύστημα εύρους ταχυτήτων (range). Όλα αυτά μαζί με τον ηλεκτροϋδραυλικό εγκέφαλο είναι τοποθετημένα στο επάνω μέρος του κιβωτίου.

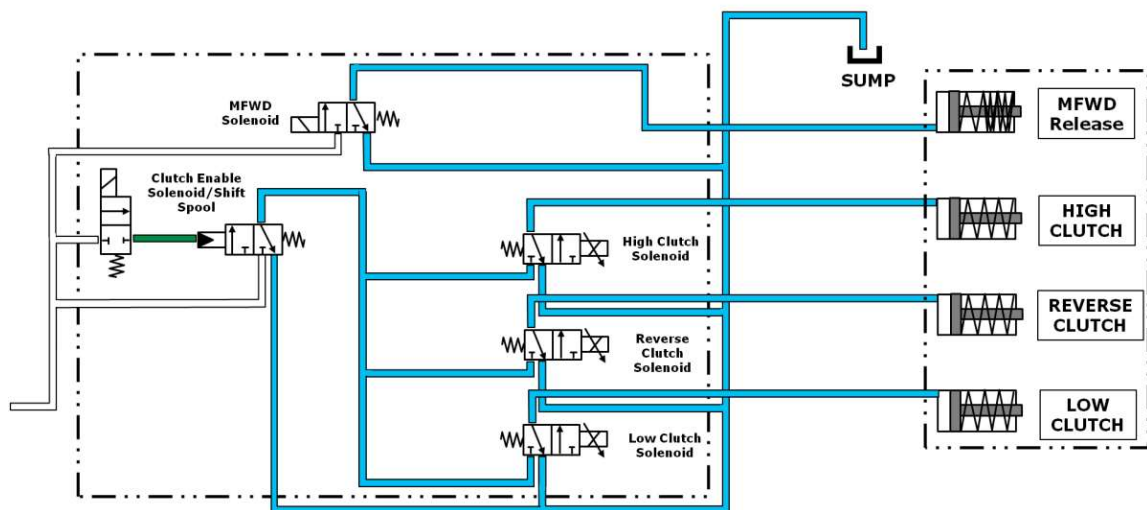
- Η αντλία φόρτωσης (charge pump) στέλνει λάδι από τη δεξαμενή του συστήματος στην αντλία κιβωτίου η οποία ανεβάζει ακολούθως την πίεση του συστήματος κιβωτίου στην απαιτούμενη για τη λειτουργία του.
- Εφόσον απελευθερωθεί το σύστημα από τη θέση ακινητοποίησης (park) στην ουδέτερη θέση ενεργοποιούνται οι ηλεκτροβαλβίδες park brake supply και sump

block. Έτσι κλείνει η δίοδος του λαδιού προς τη δεξαμενή και ανοίγει προς την απελευθέρωση του park brake, επιτρέποντας την πίεση του λαδιού να πιέσει το πιστόνι.

- Όταν π.χ. επιλέξουμε το A-range ενεργοποιείται η ηλεκτροβαλβίδα του επιτρέποντας το λάδι να περάσει στο πιστόνι αναγκάζοντας το να κινηθεί αριστερά πιέζοντας την φουρκέτα να εμπλέξει το γρανάζι μέσω του συγχρονιζέ.
- Εάν τώρα αποφασίσουμε να αλλάξουμε εύρος (range) π.χ. B-range χρησιμοποιούμε την ίδια ηλεκτροβαλβίδα μιας και έχουμε πιστόνι είναι 3 θέσεων. Έτσι αναγκάζεται το λάδι να περάσει από την άλλη μεριά του πιστονιού εμπλέκοντας αυτή τη φορά το B-range.
- Στη συνέχεια επιλέγουμε την ταχύτητα που θέλουμε π.χ. την 3^η, τότε ενεργοποιούνται δύο ηλεκτροβαλβίδες, η S1/S3 και η four speed valve1 και επιτρέπεται η ροή του λαδιού να περάσει μέσα από το πιστόνι και να εμπλέξει την 3^η ταχύτητα.
- Αν επιλέξουμε τη 2^η ταχύτητα απενεργοποιούνται οι ηλεκτροβαλβίδες S1/S3 και four speed valve1 και το λάδι κινείται στη δεξαμενή ενώ ενεργοποιείται η four speed valve2 και το λάδι πιέζει το πιστόνι και εμπλέκει τη 2^η ταχύτητα.

Transmission control manifold (ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου συμπλεκτών)

Transmission Control Manifold Animation



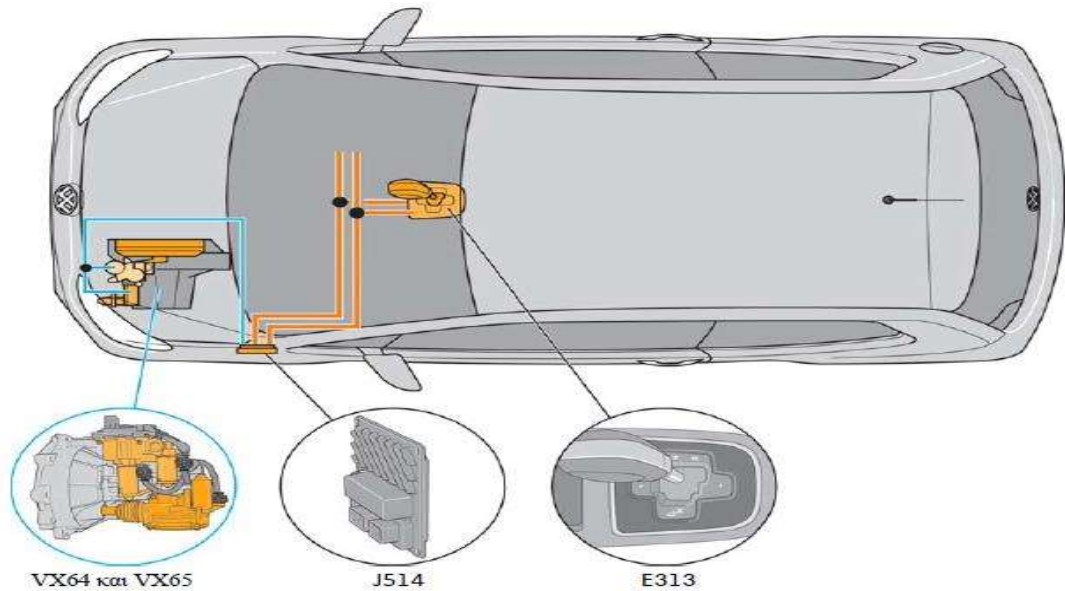
Εικόνα 38. Ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου συμπλεκτών

Στη συνέχεια βλέπουμε ένα απλοποιημένο ηλεκτροϋδραυλικό διάγραμμα της διαχείρισης του συστήματος των συμπλεκτών. Το σύστημα αυτό αποτελεί το 4^ο κομμάτι (μετά τα shift, range και park) που είναι βασικό για την κίνηση του γεωργικού ελκυστήρα. Στα παραπάνω στοιχεία μεταβάλλεται η πίεση κάθε φορά που επιλέγεται από τον επιλογέα ταχυτήτων η σχέση νεκρά, όταν ενεργοποιείται ο μετατροπέας στροφών και όταν χρησιμοποιείται ο αυτόματος μετατροπέας στροφών. Χρησιμοποιείται το ίδιο έλαιο με αυτό που χρησιμοποιείται και στα shift και τα range.

- Το έλαιο από την αντλία του μετατροπέα στροφών-ροπής φτάνει αμέσως πριν τις ηλεκτροβαλβίδες ενεργοποίησης των συμπλεκτών (Clutch Enable Solenoid) και μπροστινού διαφορικού (MFWD solenoid).
- Με επιλεγμένη θέση νεκρά στον επιλογέα ταχυτήτων ενεργοποιείται η ηλεκτροβαλβίδα ενεργοποίησης των μετατροπέων ροπής (Clutch Enable Solenoid) αποστέλλοντας έλαιο στις ηλεκτροβαλβίδες των μετατροπέων ροπής. Έτσι αναπτύσσεται η επιθυμητή πίεση για τη λειτουργία των μετατροπέων ροπής.
- Αν επιλεγθεί ο LOW CLUTCH μετατροπέας στροφών και παράλληλα και ο επιλογέας ταχυτήτων στη θέση για κίνηση πρόσω του τρακτέρ ενεργοποιείται η ηλεκτροβαλβίδα του LOW CLUTCH επιτρέποντας το λάδι να περάσει και να ενεργοποιήσει τον συμπλέκτη με αποτέλεσμα το τρακτέρ να κινηθεί.
- Αν επιλεγθεί οπισθοπορεία αλλάζοντας θέση στον επιλογέα ταχυτήτων ο συμπλέκτης LOW CLUTCH επιστρέφει στην αρχική του θέση και υπάρχει εκτόνωση του ελαίου στην ελαιολεκάνη, έτσι επέρχεται η απενεργοποίηση αυτού του μετατροπέα στροφών. Εν συνεχεία ενεργοποιείται ο μετατροπέας στροφών REVERSE CLUTCH δία της ηλεκτροβαλβίδας και οδηγείται το έλαιο στον μετατροπέα στροφών με αποτέλεσμα να τον ενεργοποιήσει και το όχημα να κινηθεί προς τα εμπρός.
- Αν επιλεγθεί στη συνέχεια κίνηση προς τα εμπρός με τον HIGH CLUTCH τότε ακολουθείτε ακριβώς η παραπάνω διαδικασία.

Το αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 σχέσεων 0CT

Η δομή του συστήματος συνοπτικά



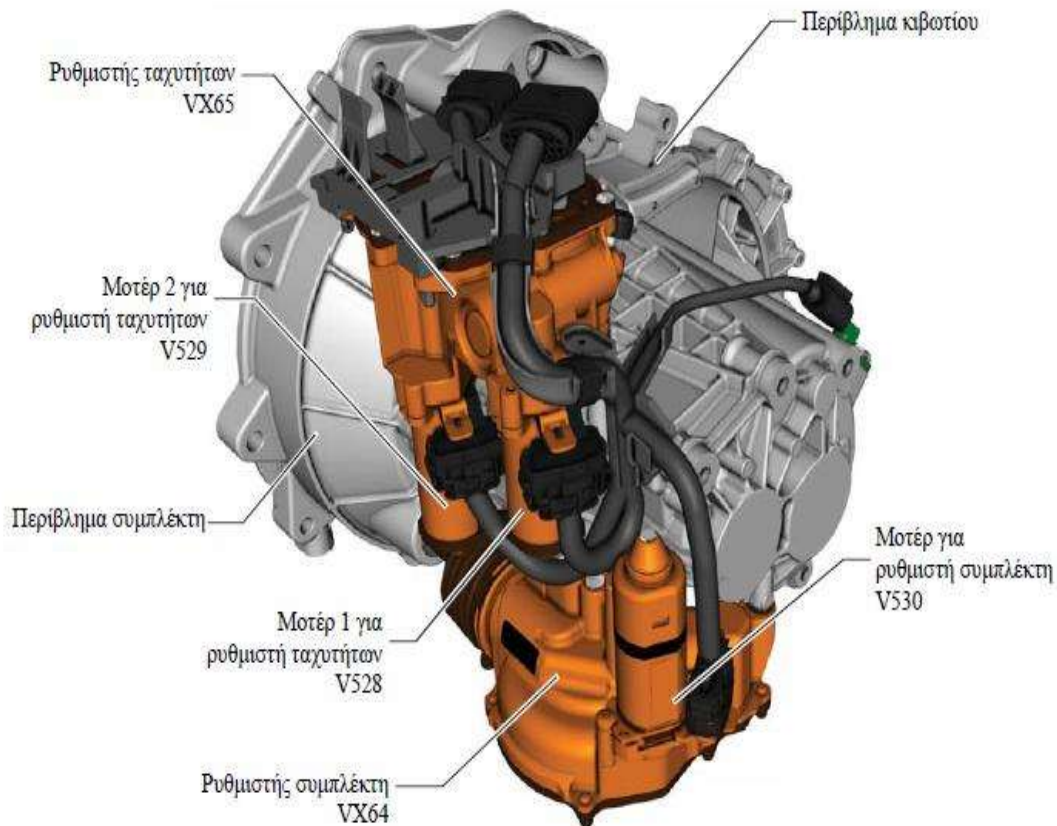
Εικόνα 39. Δομή συστήματος

Το αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 σχέσεων 0CT τοποθετήθηκε για πρώτη φορά στο VW up.

Το σύστημα του αυτοματοποιημένου μηχανικού κιβωτίου αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα:

- το κιβώτιο 0CT με ηλεκτρικό ρυθμιστή συμπλέκτη VX64 και ρυθμιστή ταχυτήτων VX65,
- τον εγκέφαλο για το αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο J514 πάνω από την αριστερή επένδυση θόλου του τροχού,
- τον μοχλό επιλογής E313 στην κεντρική κονσόλα με αυτόματη λειτουργία και λειτουργία Tiptronic.

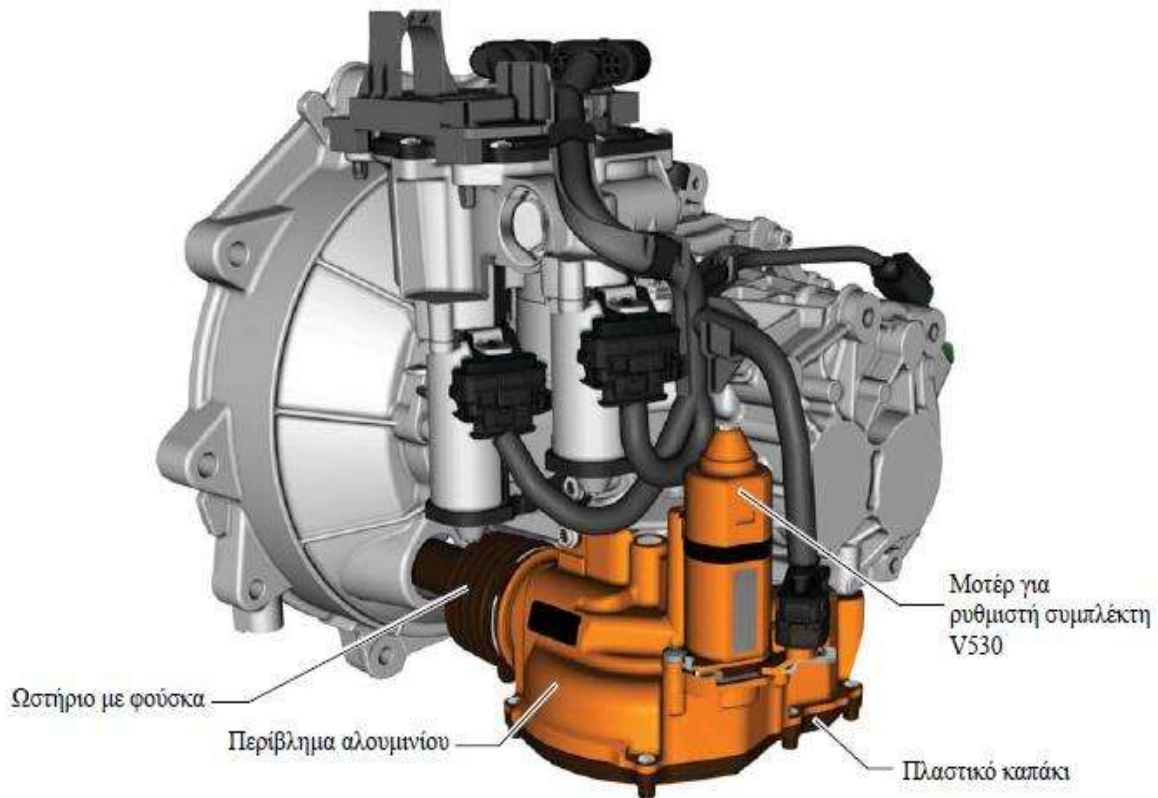
Η δομή του κιβωτίου σε επισκόπηση



Εικόνα 40. Επισκόπηση κιβωτίου

Η εκτέλεση των αλλαγών στο κιβώτιο γίνεται με τη βοήθεια του ρυθμιστή συμπλέκτη VX64 και του ρυθμιστή ταχυτήτων VX65, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι εξωτερικά επάνω στο περίβλημα του συμπλέκτη. Ο ρυθμιστής συμπλέκτη VX64, μαζί με το μοτέρ για ρυθμιστή συμπλέκτη V530, αναλαμβάνει την ενεργοποίηση του συμπλέκτη. Ο ρυθμιστής ταχυτήτων VX65, με τα μοτέρ για ρυθμιστή ταχυτήτων V528 και V529, εκτελεί την αλλαγή των ταχυτήτων. Τόσο ο ρυθμιστής συμπλέκτη όσο και ο ρυθμιστής ταχυτήτων διεγείρονται ηλεκτρικά από τον εγκέφαλο για το ηλεκτρονικό μηχανικό κιβώτιο J514.

Ο ρυθμιστής συμπλέκτη VX64



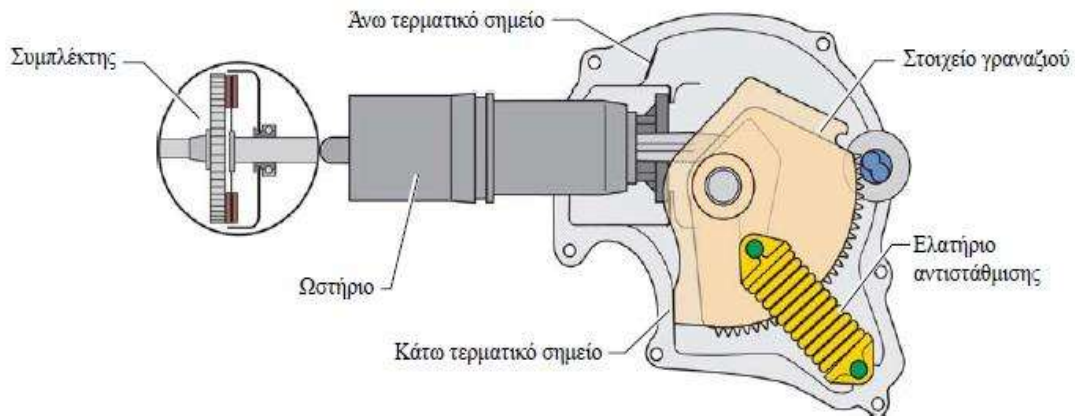
Εικόνα 41. Ρυθμιστής συμπλέκτη

Ο ρυθμιστής συμπλέκτη είναι τοποθετημένος πλευρικά στο περίβλημα του κιβωτίου και στερεωμένος με τρεις βίδες. Το περίβλημα του ρυθμιστή συμπλέκτη αποτελείται από κράμα αλουμινίου και σφραγίζεται με ένα πλαστικό καπάκι. Ο ρυθμιστής συμπλέκτη είναι συνδεδεμένος με τον συμπλέκτη μέσω του μοχλού αποσύμπλεξης. Ο ρυθμιστής συμπλέκτη αποτελείται από ένα ωστήριο με μία φούσκα και ένα ρυθμιστικό μοτέρ V530. Το ωστήριο μαζί με τη φούσκα αποτελεί το μπροστινό τμήμα του ρυθμιστή συμπλέκτη. Στο πίσω μέρος είναι τοποθετημένο το μοτέρ του ρυθμιστή συμπλέκτη V530.

Διαδικασία αποσύμπλεξης και σύμπλεξης

Ο συμπλέκτης είναι κλειστός

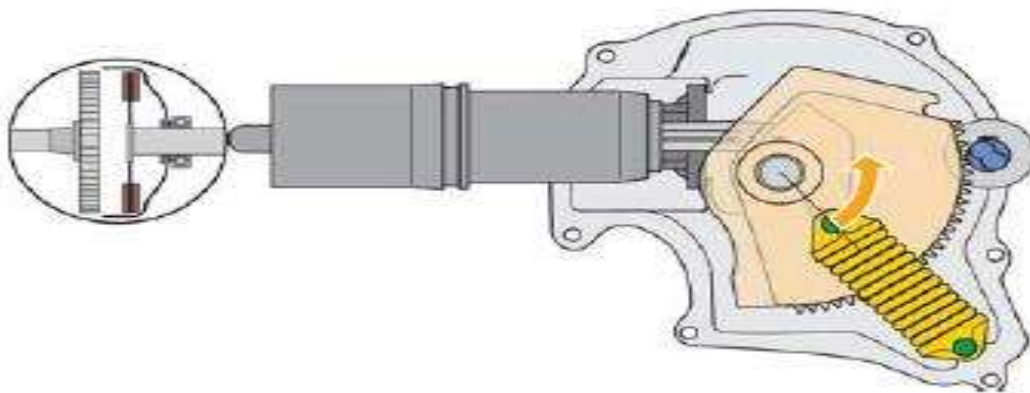
Το στοιχείο γραναζιού βρίσκεται στο κατώτερο τερματικό σημείο του περιβλήματος.



Εικόνα 42. Κλειστός συμπλέκτης

Ο συμπλέκτης ανοίγει

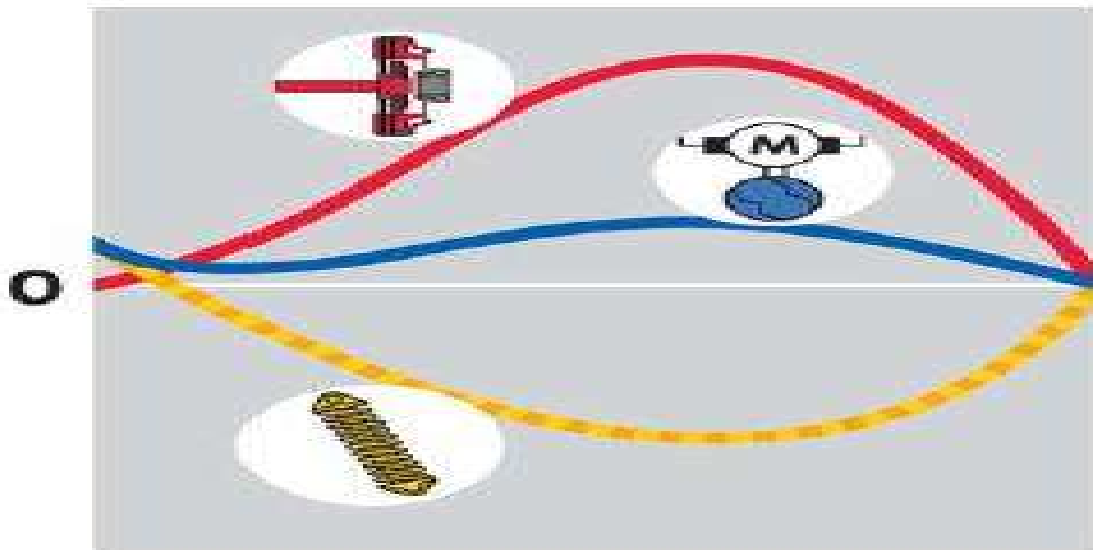
Το μοτέρ V530 διεγείρεται με ρεύμα και στρέφει το στοιχείο γραναζιού στο άνω τερματικό σημείο. Το ελατήριο αντιστάθμισης υποστηρίζει το μοτέρ στην εκτέλεση αυτής της κίνησης, και μειώνει έτσι την απαιτούμενη από το μοτέρ ενέργεια. Το στοιχείο γραναζιού πιέζει το ωστήριο επάνω στον μοχλό αποσύμπλεξης. Η δύναμη αυτή επενεργεί μέσω του ρουλεμάν αποσύμπλεξης επάνω στο πιατέλο του πλατό και ο συμπλέκτης ανοίγει.



Εικόνα 43. Ανοιχτός συμπλέκτης

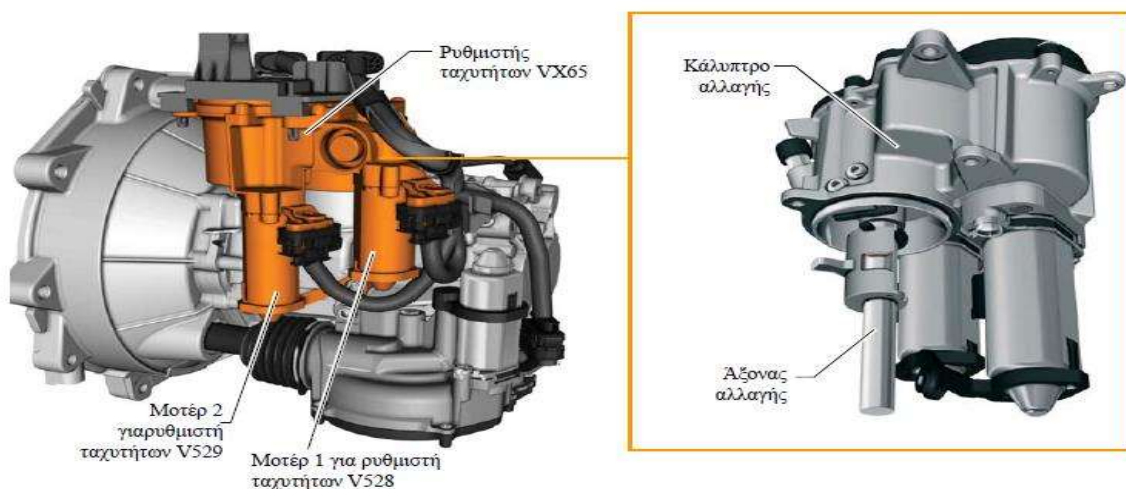
Ισοζύγιο δυνάμεων

Για το άνοιγμα του συμπλέκτη, απαιτείται μεγάλη ποσότητα δύναμης. Για να μην πρέπει το μοτέρ του ρυθμιστή συμπλέκτη V530 να εφαρμόσει μόνο του ολόκληρη αυτή η δύναμη, τοποθετήθηκε το ελατήριο αντιστάθμισης, το οποίο υποστηρίζει το μοτέρ κατά το άνοιγμα του συμπλέκτη. Με την υλοποίηση του συνδυασμού αυτού κατέστη δυνατή η μείωση του μεγέθους του μοτέρ.



Εικόνα 44. Ισοζύγιο δυνάμεων

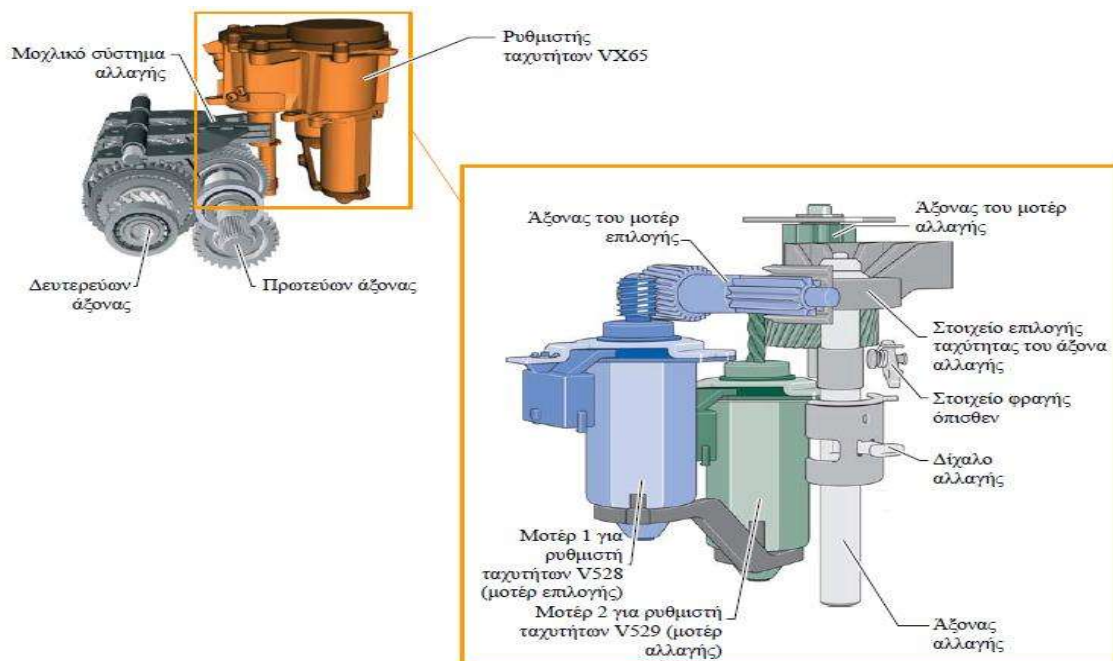
Ο ρυθμιστής ταχυτήτων VX65



Εικόνα 45. Ρυθμιστής ταχυτήτων

Ο ρυθμιστής ταχυτήτων VX65 βρίσκεται πάνω από τον ρυθμιστή του συμπλέκτη και είναι στερεωμένος με τέσσερις βίδες στο κέλυφος του κιβωτίου. Διαθέτει δε σε σχέση με το κιβώτιο ταχυτήτων OCF ένα τροποποιημένο κάλυπτρο αλλαγής. Τα δύο μοτέρ του ρυθμιστή ταχυτήτων διαθέτουν διαφορετικές λειτουργίες. Το πρώτο μοτέρ V528 (μοτέρ επιλογής) εκτελεί τη λειτουργία επιλογής, ενώ το δεύτερο μοτέρ V529 (μοτέρ αλλαγής) εκτελεί τη λειτουργία αλλαγής ταχύτητας.

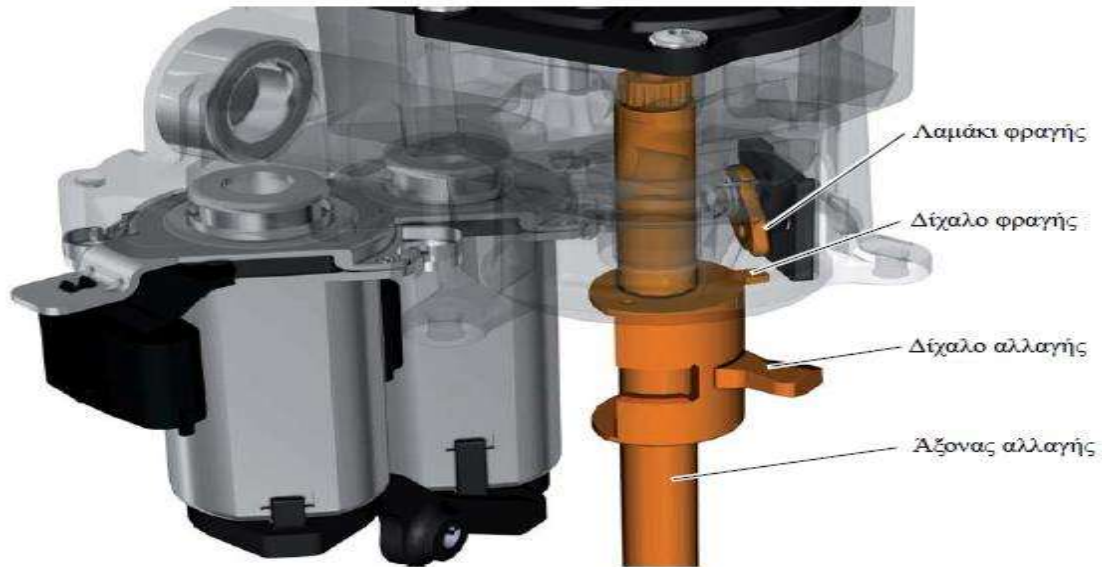
Δομή



Εικόνα 46. Δομή ρυθμιστή

Εσωτερικά, η διαδικασία αλλαγής εκτελείται όπως στο χειροκίνητο μηχανικό κιβώτιο OCF, όπου το δίχλαλο αλλαγής εμπλέκεται στο μοχλικό σύστημα αλλαγής. Τα δύο μοτέρ είναι συνδεδεμένα, μέσω των αξόνων για το μοτέρ επιλογής και το μοτέρ αλλαγής, με το στοιχείο επιλογής ταχύτητας του άξονα αλλαγής. Οι άξονες διασφαλίζουν την μετάδοση της κινητικής ενέργειας στον άξονα αλλαγής.

Ο μηχανισμός φραγής της όπισθεν

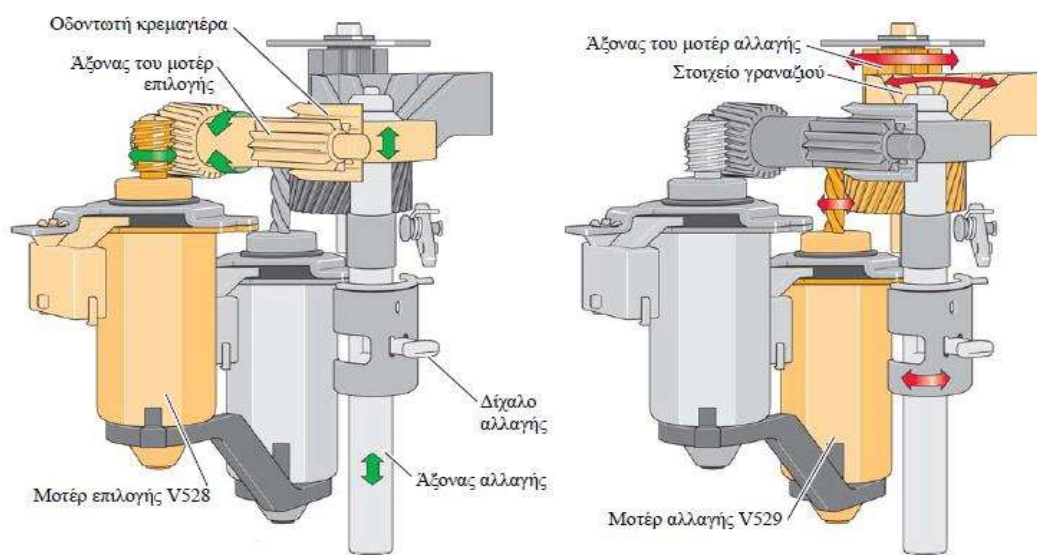


Εικόνα 47. Μηχανισμός φραγής της όπισθεν

Ένα μηχανικό λαμάκι φραγής στο εσωτερικό τοίχωμα του ρυθμιστή ταχυτήτων παρεμποδίζει τυχόν ακούσια αλλαγή από την πέμπτη ταχύτητα στην όπισθεν.

Μόλις απεμπλακεί η πέμπτη ταχύτητα το δίχαιο φραγής ακουμπάει στο λαμάκι φραγής. Το λαμάκι φραγής εμποδίζει την εμπλοκή της όπισθεν.

Τρόπος λειτουργίας



Εικόνα 48. Τρόπος λειτουργίας ρυθμιστή

Μοτέρ επιλογής V528

Μόλις διεγερθεί το μοτέρ επιλογής, ο άξονας του μοτέρ επιλογής μεταδίδει την ροπή σε έναν τομέα του άξονα αλλαγής ταχυτήτων, που είναι διαμορφωμένος ως οδοντωτή ράβδος. Με τον τρόπο αυτό μετατρέπεται η περιστροφική κίνηση του μοτέρ σε μία ανοδική και καθοδική κίνηση του άξονα αλλαγής. Με αυτήν την κίνηση γίνεται η επιλογή του διαδρόμου.

Μοτέρ αλλαγής V529

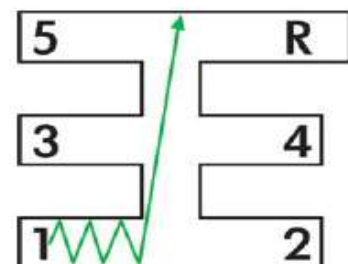
Μόλις διεγερθεί το μοτέρ αλλαγής, ο άξονας του μοτέρ αλλαγής μεταδίδει την ροπή σε έναν τομέα του άξονα αλλαγής ταχυτήτων, που είναι διαμορφωμένος ως οδοντωτή ράβδος. Με τον τρόπο αυτό μετατρέπεται η περιστροφική κίνηση του μοτέρ σε περιστροφική κίνηση του άξονα αλλαγής. Με αυτήν την κίνηση εμπλέκεται η επιθυμητή ταχύτητα μέσα σε έναν διάδρομο.

Η βασική ρύθμιση του ρυθμιστή ταχυτήτων

Στην βασική ρύθμιση το δίχαλο αλλαγής περνάει πολλές φορές τους διαδρόμους ταχυτήτων και τους διαδρόμους επιλογής. Κατά τη διαδικασία αυτή ελέγχεται η θέση του δίχαλου αλλαγής και τόσο το μήκος όσο και το πλάτος του εκάστοτε διαδρόμου. Μέσω του μετρημένου πλάτους και μήκους των διαδρόμων επιλογής και των διαδρόμων εμπλοκής μπορούν να διεγερθούν τα μοτέρ V528 και V529 σχεδόν ταυτόχρονα. Με τον τρόπο αυτό το δίχαλο αλλαγής δεν χτυπάει στα τοιχώματα των διαδρόμων εμπλοκής. Έτσι μειώνεται ο χρόνος των διαδικασιών αλλαγής.

Αναζήτηση ουδέτερης θέσης:

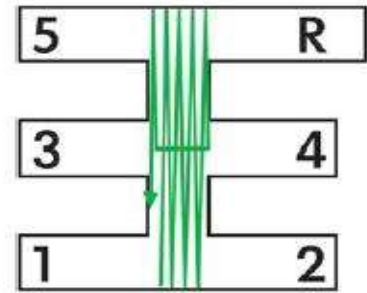
Για την εύρεση της ουδέτερης θέσης, μετριέται το τέρμα του διαδρόμου εμπλοκής, ακουμπώντας σύντομα το δίχαλο αλλαγής με τη βοήθεια του μοτέρ επιλογής στο άνω και στο κάτω μηχανικό τερματικό σημείο εντός του διαδρόμου εμπλοκής. Ταυτόχρονα μετακινείται το δίχαλο αλλαγής, με τη βοήθεια του μοτέρ αλλαγής, εκτός του διαδρόμου εμπλοκής.



Εικόνα 49. Αναζήτηση ουδέτερης θέσης

Μέτρηση ουδέτερης θέσης:

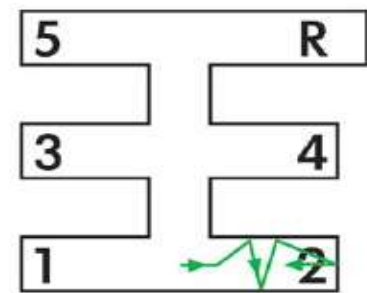
Με μία παρόμοια διαδικασία προσδιορίζεται το πλάτος και το μήκος του διαδρόμου επιλογής. Η εναλλασσόμενη διέλευση σε κάθετη και οριζόντια διεύθυνση συνεχίζεται, μέχρι η κίνηση να περιοριστεί από την αρχή ενός διαδρόμου εμπλοκής.



Εικόνα 50. Μέτρηση ουδέτερης θέσης

Μέτρηση ταχυτήτων:

Για να μετρηθεί το μήκος, το πλάτος και το τερματικό σημείο εντός ενός διαδρόμου εμπλοκής, η διέλευση γίνεται ξεχωριστά σε κάθε διάδρομο εμπλοκής (στο παράδειγμα η 2η ταχύτητα).



Εικόνα 51. Μέτρηση ταχυτήτων

Ο μοχλός επιλογής E313

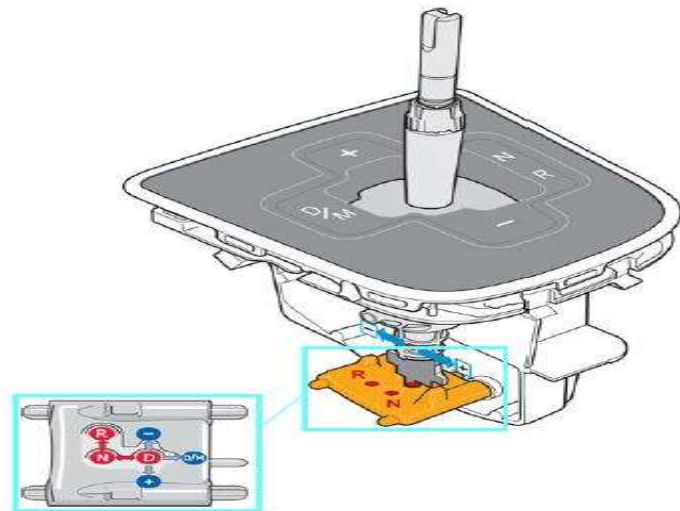
Στο αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 σχέσεων OCT έχει υλοποιηθεί το σύστημα "shift by wire", δηλ. δεν υπάρχει άμεση μηχανική σύνδεση ανάμεσα στον μοχλό επιλογής και το κιβώτιο ταχυτήτων. Η θέση του μοχλού επιλογής μεταδίδεται από τον δίαυλο CAN-bus στους συνδεδεμένους εγκεφάλους.

Οι θέσεις του μοχλού επιλογής

Ο μηχανισμός ασφάλισης των θέσεων του μοχλού επιλογής διαθέτει τρεις θέσεις ασφάλισης και τρεις θέσεις διακόπτη. Σε περίπτωση ενεργοποίησης προς την κατεύθυνση R ή N ο μοχλός επιλογής ασφαλίζει σε μία από τις τρεις εντυπωμένες εσοχές του μηχανισμού ασφάλισης. Οι προ διαμορφωμένοι διάδρομοι οδήγησης ανάμεσα στις εντυπωμένες εσοχές καθορίζουν στην περίπτωση αυτή τις δυνατότητες κίνησης του μοχλού αλλαγής.

Θέση N (νεκρά)

Σε περίπτωση που ο μοχλός επιλογής μετακινηθεί προς τα δεξιά, τότε βρίσκεται στην ουδέτερη θέση (νεκρά). Χάρη στην εσοχή του μηχανισμού ασφάλισης ο μοχλός αλλαγής διατηρείται σε αυτήν τη θέση.



Εικόνα 52. Θέση N (νεκρά)

Θέση R (όπισθεν)

Όταν ο μοχλός επιλογής μετακινείται από τη θέση N προς τη θέση R, τότε εμπλέκεται η όπισθεν. Κατά τη διαδικασία αυτή το εξάρτημα ασφάλισης αλλάζει από την εσοχή της θέσης N προς την εσοχή της θέσης R.

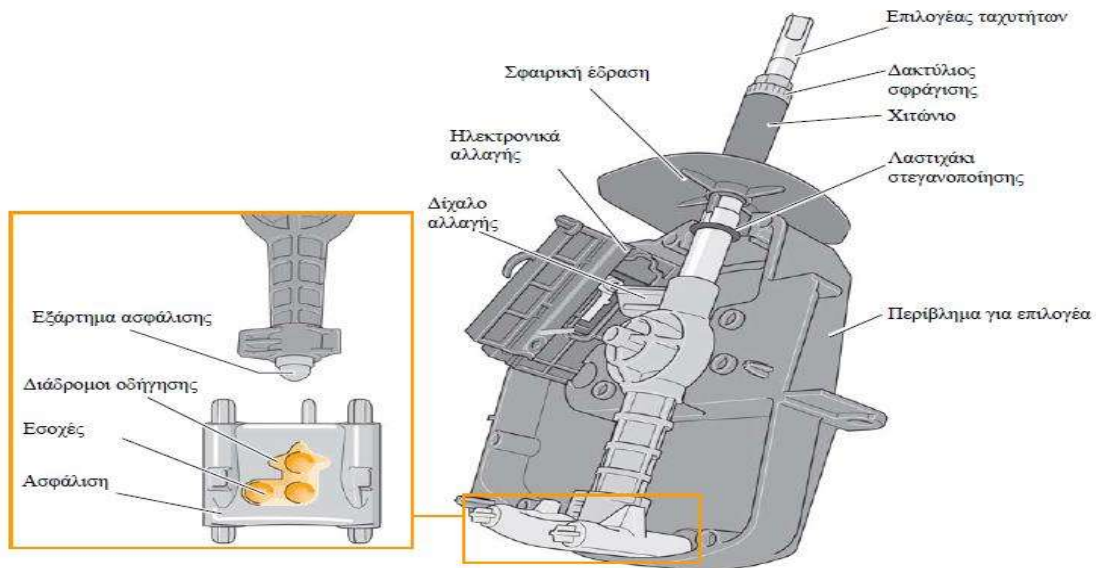
Θέση D/M (αυτόματη/χειροκίνητη λειτουργία)

Εάν ο μοχλός επιλογής πιεστεί σύντομα προς τα αριστερά, το αυτοκίνητο μετάγεται στην αυτόματη ή τη χειροκίνητη λειτουργία. Όταν επαναληφθεί η διαδικασία αυτή το αυτοκίνητο αλλάζει εκ νέου κατάσταση λειτουργίας.

+/- (ανέβασμα/κατέβασμα):

Εάν ο μοχλός επιλογής πιεστεί σύντομα προς την κατεύθυνση + ή -, το αυτοκίνητο μετάγεται στην χειροκίνητη λειτουργία. Η επιθυμητή αλλαγή ταχύτητας εκτελείται για περίπου 8 δευτερόλεπτα.

Η δομή



Εικόνα 53. Δομή συστήματος επιλογή ταχυτήτων

Το κέλυφος του μοχλού επιλογής είναι διαιρούμενο, ενώ μέσα σε αυτό υπάρχει ο μοχλός επιλογής μαζί με τον μηχανισμό ασφάλισης και τα ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων. Στον μοχλό επιλογής υπάρχει πάνω από την έδραση ένα δίχαλο αλλαγής. Στο κάτω άκρο του μοχλού επιλογής υπάρχει ένα εξάρτημα ασφάλισης, το οποίο μετακινείται μέσα στους προ διαμορφωμένους οδηγούς και στις εσοχές του μηχανισμού ασφάλισης. Στην επάνω πλευρά το κέλυφος σφραγίζεται από μία σφαιρική έδραση, έναν δακτύλιο σφράγισης και ένα χιτώνιο από τον εσωτερικό χώρο του αυτοκινήτου.

Τα ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων



Εικόνα 54. Ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων

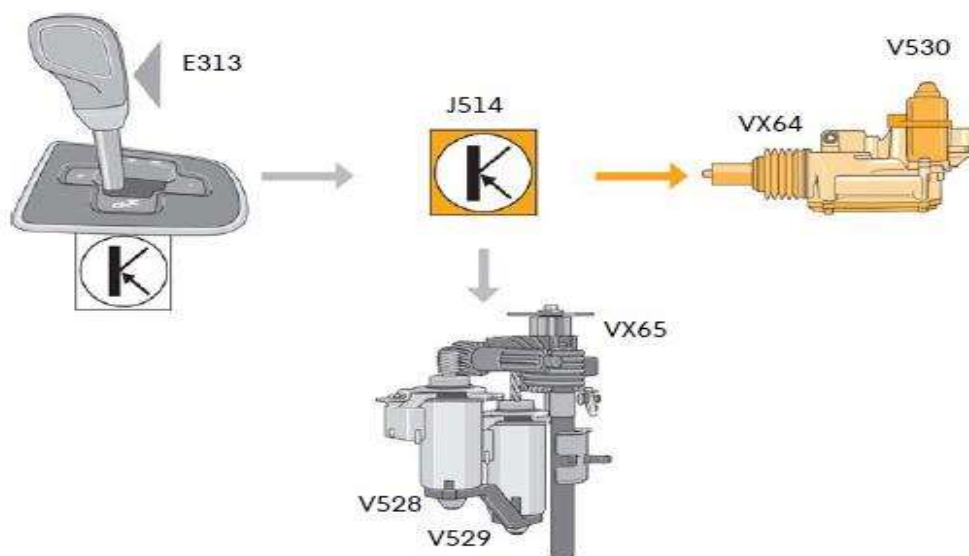
Στα ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων υπάρχει μία πλάκα οδήγησης, ένας ολισθητήρας και η πλακέτα με τα στοιχεία Hall. Ο ολισθητήρας διαθέτει έναν μαγνήτη, ο οποίος επιδρά επάνω στα στοιχεία Hall των ηλεκτρονικών του μοχλού επιλογής. Η κίνηση του μοχλού επιλογής καταγράφεται από τον μαγνήτη μέσα στον ολισθητήρα. Τα στοιχεία Hall των ηλεκτρονικών αλλαγής ταχυτήτων καταγράφουν αυτές τις κινήσεις και μεταδίδουν τις σχετικές πληροφορίες στον εγκέφαλο για το ηλεκτρονικό μηχανικό κιβώτιο J514. Τα ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων επικοινωνούν μέσω του διαύλου CAN με τον εγκέφαλο για το ηλεκτρονικό μηχανικό κιβώτιο J514.

Η διαδικασία αλλαγής

Με τη βοήθεια των μετρημένων τιμών της βασικής ρύθμισης, πραγματοποιείται κατά διαστήματα ταυτόχρονη διέγερση του μοτέρ αλλαγής και του μοτέρ επιλογής.

Προϋποθέσεις:

- Τα ηλεκτρονικά αλλαγής ταχυτήτων μετέδωσαν την επιθυμία του οδηγού στον εγκέφαλο για το ηλεκτρονικομηχανικό κιβώτιο.
- Ο ρυθμιστής συμπλέκτη άνοιξε τον συμπλέκτη.



Εικόνα 55. Διαδικασία αλλαγής

E313 Μοχλός επιλογής

J514 Εγκέφαλος για ηλεκτρονικό μηχανικό κιβώτιο

VX64 Ρυθμιστής συμπλέκτη

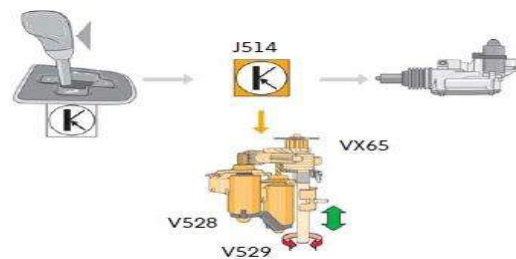
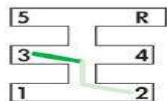
VX65 Ρυθμιστής ταχυτήτων

V528 Μοτέρ για ρυθμιστή ταχυτήτων (μοτέρ επιλογής)

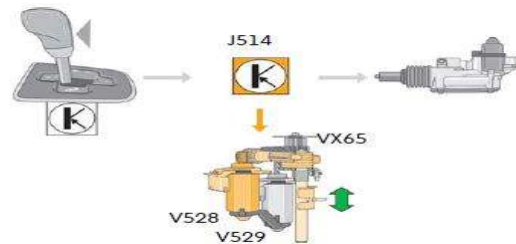
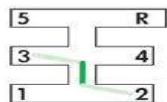
V529 Μοτέρ για ρυθμιστή ταχυτήτων (μοτέρ αλλαγής)

V530 Μοτέρ για ρυθμιστή συμπλέκτη

Το μοτέρ επιλογής V528 και το μοτέρ αλλαγής V529 διεγείρονται ταυτόχρονα με ρεύμα. Το μοτέρ αλλαγής οδηγεί τον άξονα αλλαγής, με μία αξονική περιστροφική κίνηση, στην ουδέτερη θέση. Ταυτόχρονα το μοτέρ επιλογής εξέρχεται, με μία κάθετη κίνηση, από τον επιλεγμένο διάδρομο εμπλοκής.

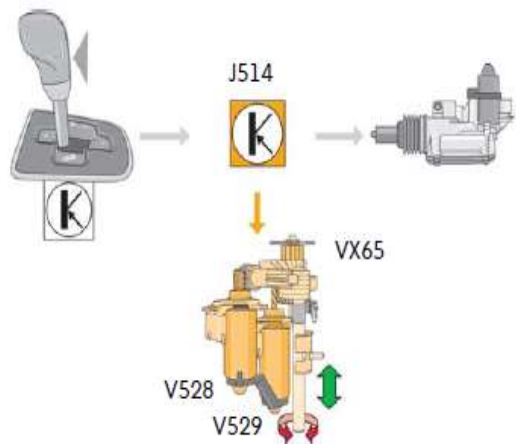
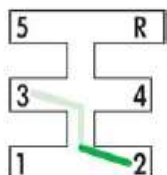


Το μοτέρ αλλαγής απενεργοποιείται και το μοτέρ επιλογής επιλέγει τον σωστό διάδρομο εμπλοκής.

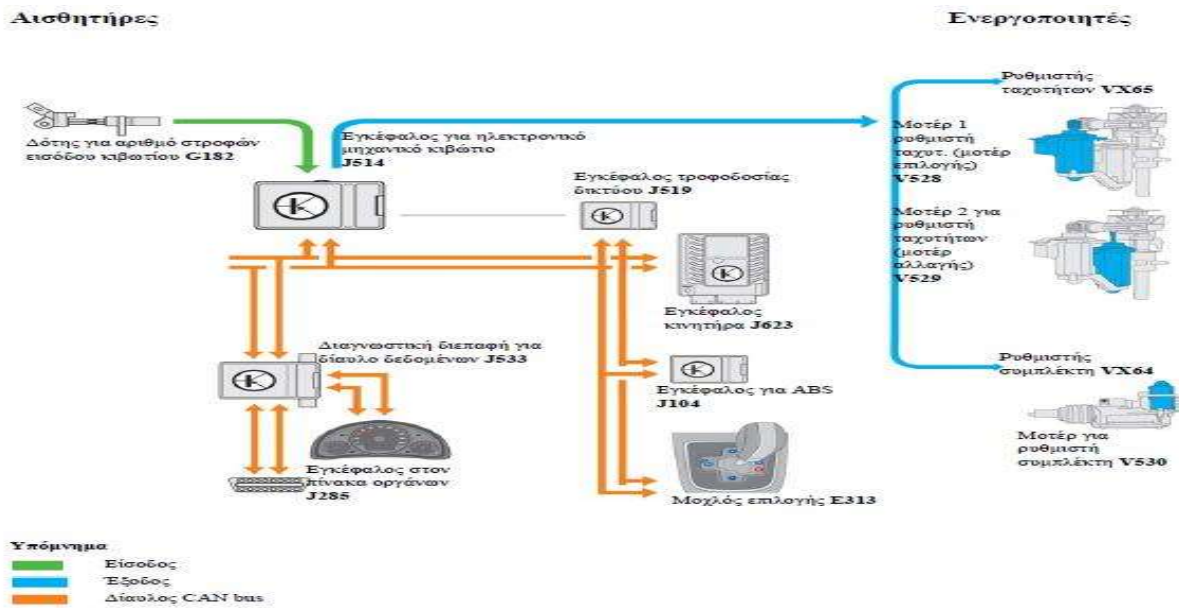


Το μοτέρ αλλαγής ενεργοποιείται εκ νέου και περιστρέφει τον άξονα αλλαγής προς τα αριστερά ή δεξιά και έτσι εμπλέκεται η ταχύτητα.

Μετά την ολοκλήρωση της επιλογής της ταχύτητας ο συμπλέκτης κλείνει και η διαδικασία αλλαγής έχει ολοκληρωθεί

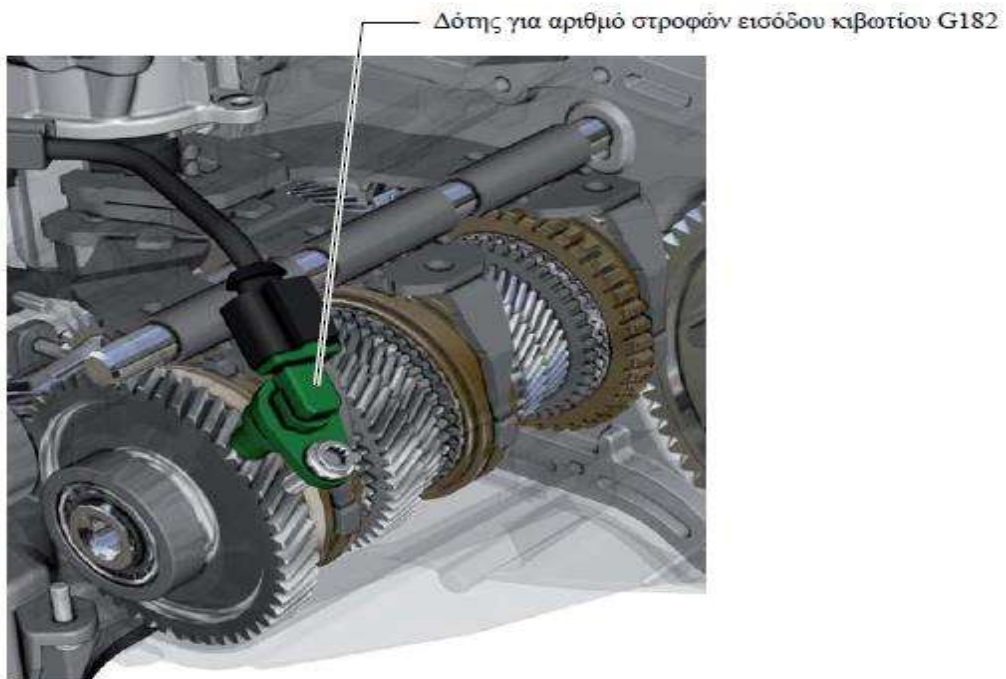


Γενική άποψη συστήματος



Εικόνα 56. Επισκόπηση συστήματος

Ο αισθητήρας αριθμού στροφών εισόδου του κιβωτίου G182

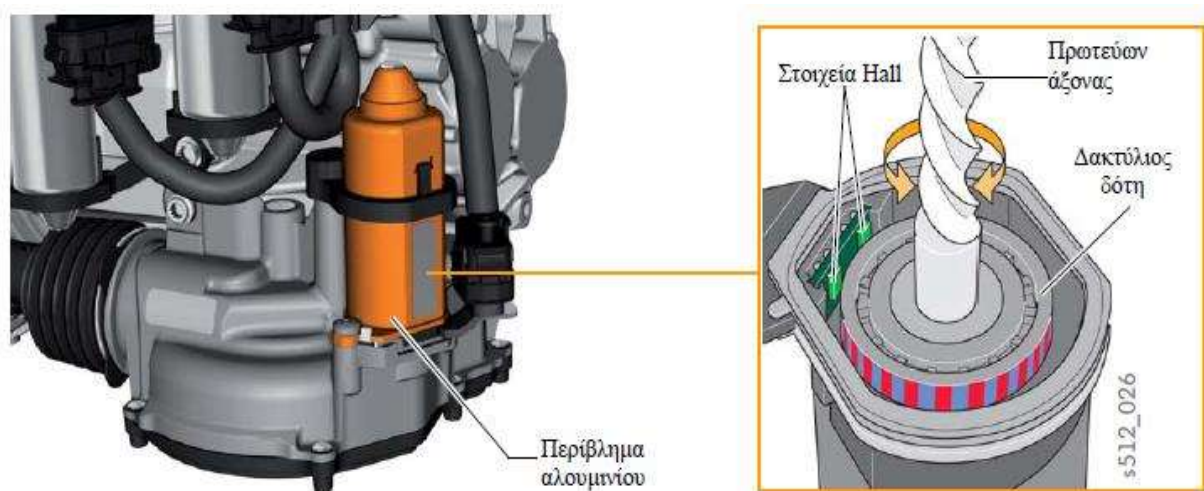


Εικόνα 57. Αισθητήρας στροφών κιβωτίου G182

Ρόλος και λειτουργία

Ο αισθητήρας στροφών εισόδου του κιβωτίου G182 είναι κουμπωμένος μέσα στο περίβλημα του κιβωτίου. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας ανιχνεύει ηλεκτρονικά το γρανάζι εμπλοκής της πρώτης ταχύτητας και μετράει έτσι τον αριθμό στροφών εισόδου του κιβωτίου. Ο αριθμός των δοντιών στο γρανάζι εμπλοκής της πρώτης ταχύτητας καθιστά δυνατή την ακριβή μέτρηση του αριθμού στροφών. Ο αισθητήρας λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή Hall.

Τα μοτέρ για τους ρυθμιστές συμπλέκτη και ταχυτήτων



Εικόνα 58.Κινητήρας σύμπλεξης ταχυτήτων

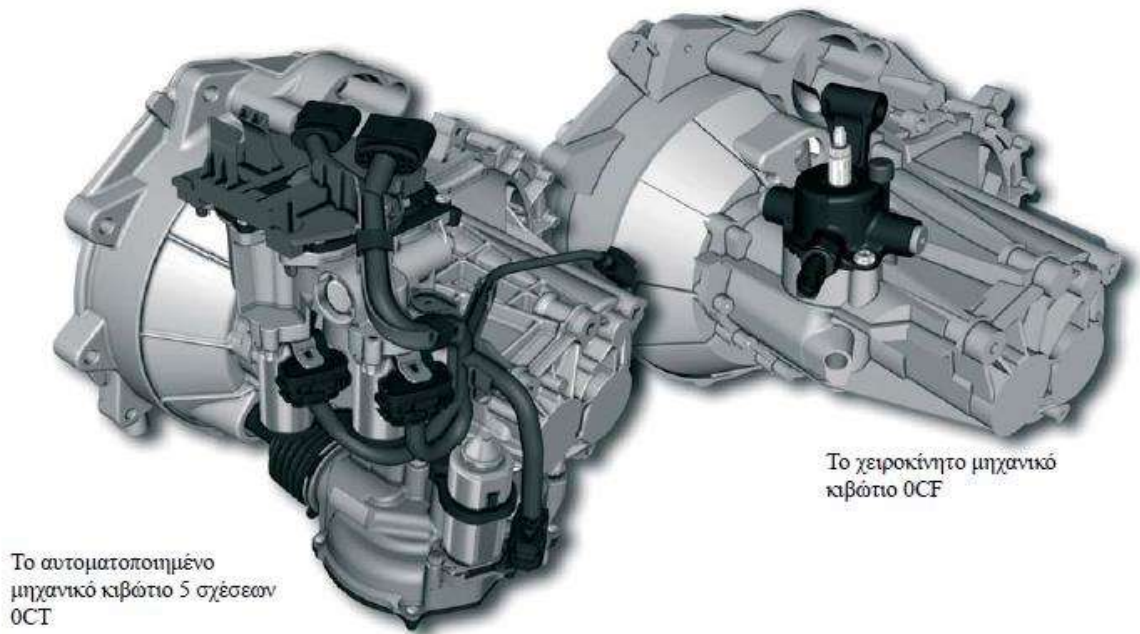
Δομή

Για την αναγνώριση της φοράς περιστροφής υπάρχει ενσωματωμένος στο περίβλημα αλουμινίου των μοτέρ του ρυθμιστή συμπλέκτη και του ρυθμιστή ταχυτήτων ένας ηλεκτρονικός μηχανισμός, ο οποίος διαθέτει δύο στοιχεία Hall. Ο πρωτεύων άξονας του εκάστοτε μοτέρ περικλείεται από έναν δακτύλιο δότη. Ο δακτύλιος είναι μαγνητισμένος στην εξωτερική πλευρά και εμφανίζει μια εναλλασσόμενη πολικότητα Βορρά-Νότου.

Λειτουργία

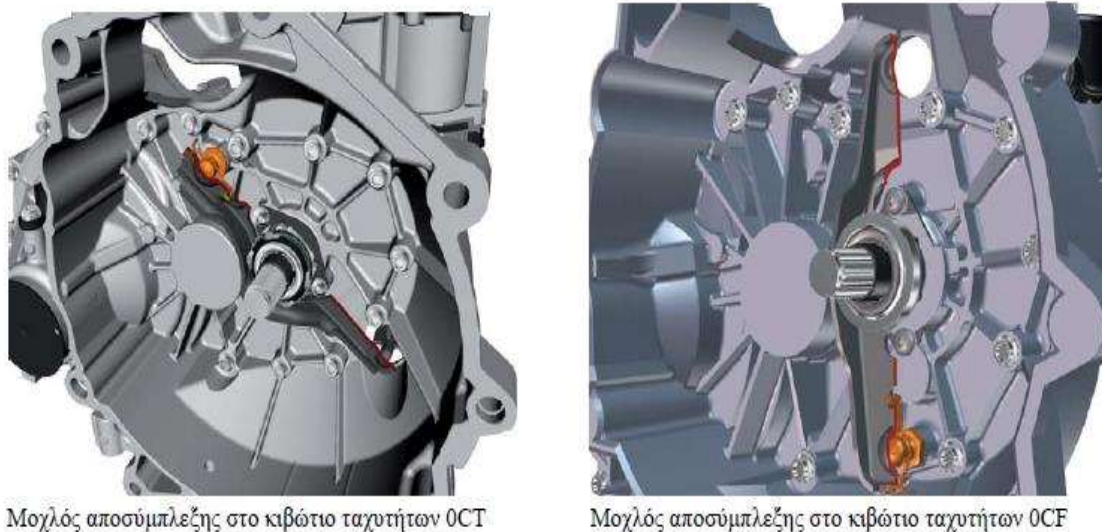
Με την περιστροφή του πρωτεύοντα άξονα μαζί με τον δακτύλιο δότη, οι διαφορετικές πολικότητες προκαλούν εναλλασσόμενες τάσεις σήματος στα στοιχεία Hall. Συγκρίνοντας τη διαδοχή των σημάτων στα δύο στοιχεία Hall ο εγκέφαλος εντοπίζει αν και προς ποια κατεύθυνση περιστρέφεται το μοτέρ.

Σύγκριση των κιβωτίων 0CT και 0CF



Εικόνα 59. Απεικόνιση κιβωτίων 0CF και 0CT

Τα μηχανικά μέρη του αυτοματοποιημένου μηχανικού κιβωτίου 5 σχέσεων 0CT αντιστοιχούν στον μεγαλύτερο βαθμό σε αυτά του μηχανικού κιβωτίου 0CF, μόνο που το 0CT ενεργοποιεί τον συμπλέκτη και αλλάζει τις ταχύτητες πλήρως αυτοματοποιημένα. Στην περίπτωση αυτή το σημείο αλλαγής καθορίζεται από τον εγκέφαλο του κιβωτίου και εκτελείται ηλεκτρομηχανικά από τον ρυθμιστή συμπλέκτη και τον ρυθμιστή ταχυτήτων.



Εικόνα 60. Μοχλοί αποσύμπλεξης ταχυτήτων 0CT και 0CF

Διαφορές ανάμεσα στο αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 σχέσεων OCT και το μηχανικό κιβώτιο OCF:

- Το αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 σχέσεων OCT διαθέτει πρόσθετα εξαρτήματα: Τον ρυθμιστή συμπλέκτη VX64 και τον ρυθμιστή ταχυτήτων VX65.
- Το κάλυπτρο αλλαγής μαζί με τον άξονα αλλαγής ενσωματώθηκαν μέσα στον ρυθμιστή ταχυτήτων.
- Ο μοχλός αποσύμπλεξης έχει νέα διάταξη:

Ενώ στο χειροκίνητο κιβώτιο OCF ο μοχλός αποσύμπλεξης βρίσκεται σε σχεδόν κάθετη θέση, στο κιβώτιο OCT ο σφαιρικός στροφέας του μοχλού αποσύμπλεξης έπρεπε να μετακινηθεί. Ο στόχος ήταν η τοποθέτηση του ρυθμιστή συμπλέκτη σε νέα θέση επάνω στο κιβώτιο, έτσι ώστε να εξοικονομείται χώρος. Για πρώτη φορά ο σφαιρικός στροφέας είναι πρεσαρισμένος, ως έδραση του μοχλού αποσύμπλεξης, στην καμπάνα του συμπλέκτη.

Τα τεχνικά στοιχεία

Πίνακας 2. Τεχνικά στοιχεία

Χαρακτηρισμός κιβωτίου	OFC	OCT
Τύπος κιβωτίου	Μηχανικό κιβώτιο 5 ταχυτήτων. Μηχανικό κιβώτιο με 2 άξονες και έναν πρόσθετο άξονα για την όπισθεν	Αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο 5 ταχυτήτων
Τοποθέτηση	εμπρός/εγκάρσια	
Μήκος/πλάτος	356mm/462mm	
Μέγ. ροπή εισόδου	120Nm	
Υλικό κατασκευής περιβλήματος κιβωτίου και συμπλέκτη	Αλουμίνιο	
Λάδι κιβωτίου ταχυτήτων	G 052.527.A2	
Πρώτη πλήρωση / ποσότητα αλλαγής λαδιού	1,21/1,11	
Βάρος	26,7kg μαζί με το λάδι	31,3kg μαζί με το λάδι
Εύρος σχέσης μετάδοσης	4,57 τόσο σε 44 kW (60hp) όσο και σε 55 kW(75hp)	
Σχέση μετάδοσης αξόνων	44 kW (60hp): 74 προς 19 55 kW (75hp): 75 προς 18	
Σχέσεις μετάδοσης	1η ταχύτ. 3,643 2η ταχύτ. 1,955 3η ταχύτ. 1,270 4η ταχύτ. 0,959 5η ταχύτ. 0,796	1η ταχύτ. 3,643 2η ταχύτ. 2,143 3η ταχύτ. 1,361 4η ταχύτ. 0,959 5η ταχύτ. 0,796
GS = σχέση μετάδοσης	GS 1-2 1,86 GS 2-3 1,54 GS 3-4 1,32 GS 4-5 1,2	GS 1-2 1,7 GS 2-3 1,57 GS 3-4 1,42 GS 4-5 1,2
Μέγιστη ταχύτητα	επιτυγχάνεται με την 4η ταχύτητα	

Στο αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο OCT η μικρότερη σχέση μετάδοσης από την πρώτη στη δεύτερη ταχύτητα, αυξάνει την άνεση κατά την αλλαγή.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αυτοματοποιημένου μηχανικού κιβωτίου OCT:

- Χωρίς φραγή εξαγωγής κλειδιού ανάφλεξης
- Χωρίς ασφάλιση στάθμευσης
- Χωρίς απασφάλιση ανάγκης
- Χωρίς λειτουργία αργής κύλισης
- Λειτουργία συγκράτησης Hill Hold μόνο σε συνδυασμό με ESP
- Εξωτερικός εγκέφαλος κιβωτίου ταχυτήτων
- Δυνατότητα εκκίνησης μόνο στην 1η σχέση
- Όταν η ανάφλεξη βρίσκεται στη θέση "Off" ο συμπλέκτης κλείνει. Εάν ο μοχλός βρίσκεται σε αυτήν την περίπτωση στη θέση N, δεν υπάρχει τοποθετημένη ταχύτητα
- Ο κινητήρας μπορεί να εκκινηθεί με ώθηση

Κεφάλαιο 4 X-by-Wire

Η τεχνολογία X-by wire αντικαθιστά τις μηχανικές συνδέσεις όπως για παράδειγμα καλώδια, ράβδους ώθησης, οδοντωτές ράβδους και γρανάζια, με μηχανικές συνδέσεις όπως για παράδειγμα αισθητήρες, ενεργοποιητές, ενσωματωμένους ενεργοποιητές, ενσωματωμένους μικροελεγκτές και λογισμικό ελέγχου. Σ ένα σύστημα by wire οι έλεγχοι-ενέργειες του οδηγού-χειριστή λειτουργούν σαν είσοδοι σ έναν υπολογιστή που επεξεργάζεται τα δεδομένα και διαχειρίζεται αυτό ή αυτά τα εξαρτήματα έτσι ώστε να μην υπάρχει άμεση μηχανική σύνδεση με αυτό.

Τα συστήματα X-by-Wire που έχουν αναπτυχθεί έως τώρα είναι το **Steer By Wire** το οποίο αφαιρεί την κολώνα τιμονιού και στην θέση της ενσωματώνει ηλεκτρικούς κινητήρες, αισθητήρες, h bridge και άλλα εξαρτήματα με αποτέλεσμα να αποτρέπει την άμεση "επαφή" τροχού – τιμονιού, αναβαθμίζοντας με αυτόν τον τρόπο την ασφάλεια των επιβατών.

Το **Throttle by Wire**, όπου σε αυτό το σύστημα υπάρχει αντικατάστη του συμβατικού κλαπέτου ώθησης (πεταλούδα γκαζιού) με ηλεκτρικό με αποτέλεσμα να ελέγχεται ηλεκτρονικά το άνοιγμα του κλαπέτου και κατ' επέκταση της ροής του αέρα εισαγωγής του κινητήρα και άρα να επιτυγχάνεται μεταξύ άλλων μείωση της κατανάλωσης, μείωση των φθορών και μεγαλύτερη απόκριση.

Το **Brake by Wire**, όπου πλέον ο οδηγός δεν ελέγχει την πέδη του οχήματος σύμφωνα με την εκάστοτε δύναμη πέδησής του δια του ποδόπληκτρου πέδης (άμεσα), αντ' αυτού η πέδη ελέγχεται με βάση έναν ροοστάτη όπου υπολογίζει την ασκούμενη δύναμη πέδησης που επιθυμεί ο οδηγός και την μετατρέπει σε τάση εξόδου δίνοντας με την σειρά του σήμα για αύξηση της πίεσης του κυκλώματος φρένων από την αντλία.

Το **Shift by Wire**, όπου ο χειριστής παύει να έχει άμεση επαφή του μετατροπέα στροφών-ροπής δια του επιλογέα ταχυτήτων, ωστόσο είναι δυνατή η αλλαγή της σχέσης μέσω ηλεκτρικών κινητήρων όπως έχει αναλυθεί εκτεταμένα στο δεύτερο κεφάλαιο.

Steer by wire

Η τεχνολογία steer-by wire δημιουργήθηκε με σκοπό να εξαλείψει τη μέχρι τώρα μηχανική-υδραυλική σύνδεση του τιμονιού με τους τροχούς, χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά ελεγχόμενα μοτέρ, προκειμένου να αλλάξει την διεύθυνση των τροχών.

Τα μηχανικά μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα είναι τα παρακάτω:

1) Ενεργοποιητής στρέψης (steering actuator)

Στην πραγματικότητα μιλάμε για ένα ισχυρό μοτέρ το οποίο θα είναι ικανό να στρέψει τους τροχούς του αυτοκινήτου ακόμα και όταν αυτό θα είναι για παράδειγμα φορτωμένο ή θα βρίσκεται σε κάποια άλλη ιδιαίτερη κατάσταση. Σε κάποιες έρευνες που έχουν γίνει διαπιστώθηκε ότι η ροπή που απαιτείται για να γυρίσει τους τροχούς σε τέτοιες δύσκολες καταστάσεις είναι γύρω στα 110Nm. Έτσι διαπιστώθηκε ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μοτέρ(DC brushless) 12V.



Εικόνα 61. Ενεργοποιητής στρέψης (κινητήρας συνεχούς ρεύματος)

2) Βοηθητικό μοτέρ (feedback motor)

Το βοηθητικό μοτέρ δεν είναι τόσο ισχυρό όσο ο ενεργοποιητής στρέψης (steering actuator) διότι χρησιμοποιείται για να στρίβει με ευκολία ο οδηγός το τιμόνι. Χρησιμοποιεί και αυτό 12V. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιήσει για την λειτουργία του H-bridge controller λόγω της χαμηλής ισχύος που απαιτείται για να λειτουργήσει.



Εικόνα 62. Βοηθητικός κινητήρας (κινητήρας συνεχούς ρεύματος)

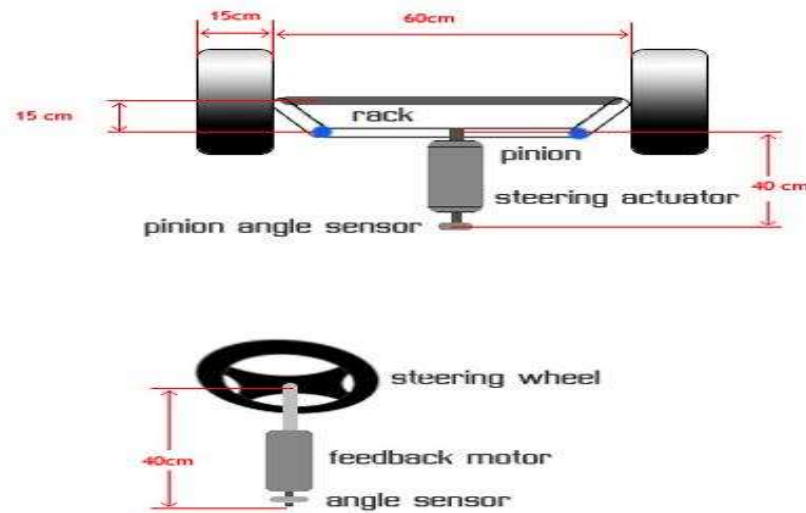
3) Αισθητήρες γωνιακής στρέψης (angular sensors)

Οι αισθητήρες γωνιακής στρέψης είναι πολύ κρίσιμοι για το όλο σύστημα και για αυτό το λόγο πρέπει να έχουν υψηλά χαρακτηριστικά ακρίβειας και ευαισθησίας. Τυχόν λάθη των συγκεκριμένων αισθητήρων μπορεί να προκαλέσουν δύσκολο χειρισμό του όλου συστήματος διεύθυνσης από τον οδηγό. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται οπτικοί ψηφιακοί κωδικοποιητές (optical digital encoders).



Εικόνα 63. Αισθητήρες γωνιακής στρέψης

Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες έχουν τη δυνατότητα να παράγουν σήμα 1024 παλμών ανά περιστροφή σε δύο εξόδους. Αυτό προσδίδει στο σύστημα ακρίβεια και αποτελεσματικότητα στην μετάδοση του σήματος.



Εικόνα 64. Απεικόνιση συστήματος

Τα ηλεκτρονικά μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα είναι τα παρακάτω:

- 1) Microcontrollers για τον έλεγχο των αισθητήρων που περιστρέφονται.



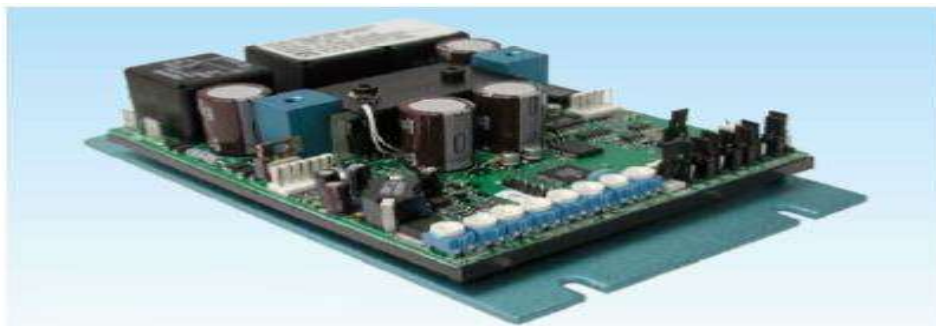
Εικόνα 65. Μικροελεγκτής

- 2) Διαμόρφωση του σήματος με h-bridge (pulse width modulation and the H-bridge).

Αυτή η διαμόρφωση αφορά το βοηθητικό μοτέρ (feedback motor).

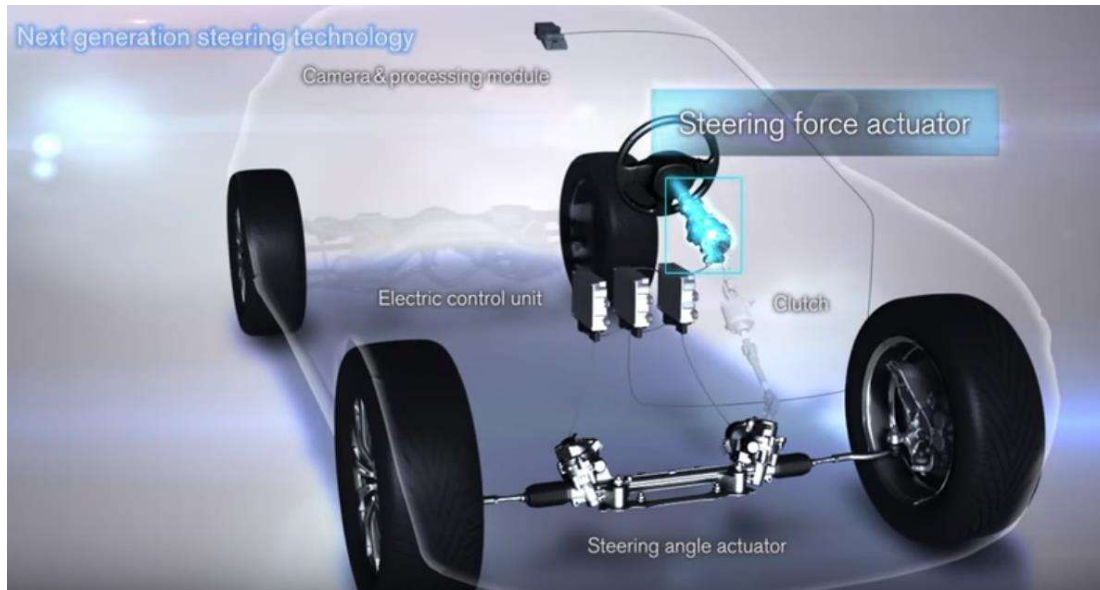
- 3) Motor controller για τον ενεργοποιητή στρέψης (steering actuator).

Λόγω της μεγάλης ισχύος του ενεργοποιητή στρέψης, ο έλεγχος του μοτέρ αυτού είναι αδύνατος με ένα κύκλωμα h-bridge. Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται και ένας ισχυρός ελεγκτής (motor controller).



Εικόνα 66. Οδηγός κινητήρα

Γενική απεικόνιση του συστήματος:



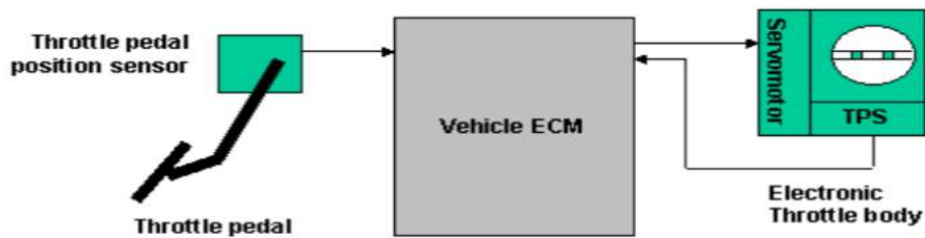
Εικόνα 67. Γενική απεικόνιση συστήματος

Electronic throttle control (throttle by wire)

Τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου συστήματος σε σχέση με το συμβατικό σύστημα είναι τα εξής:

- 1) Δεν υπάρχει πλέον ντίζα πεταλούδας γκαζιού αλλά ηλεκτρονικά συστήματα άμεσης απόκρισης
- 2) Μειώνονται τα κινούμενα μέρη με αποτέλεσμα να μειώνεται και η ανάγκη ρύθμισης και συντήρησης τους.
- 3) Η μεγάλη απόκριση πληροφοριών βελτιώνει την οδήγηση, την ταχύτητα απόκρισης και μειώνει την κατανάλωση.

Μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECM-electronic control module) λαμβάνει πληροφορίες-σήματα από το ποτενσιόμετρο που βρίσκεται πάνω στο πεντάλ γκαζιού και ακολούθως αυτή στέλνει αυτές τις πληροφορίες στην πεταλούδα γκαζιού (TPS throttle position sensor) για να εκτελεστεί η αναγκαία ενέργεια και να ορισθεί η θέση της πεταλούδας.



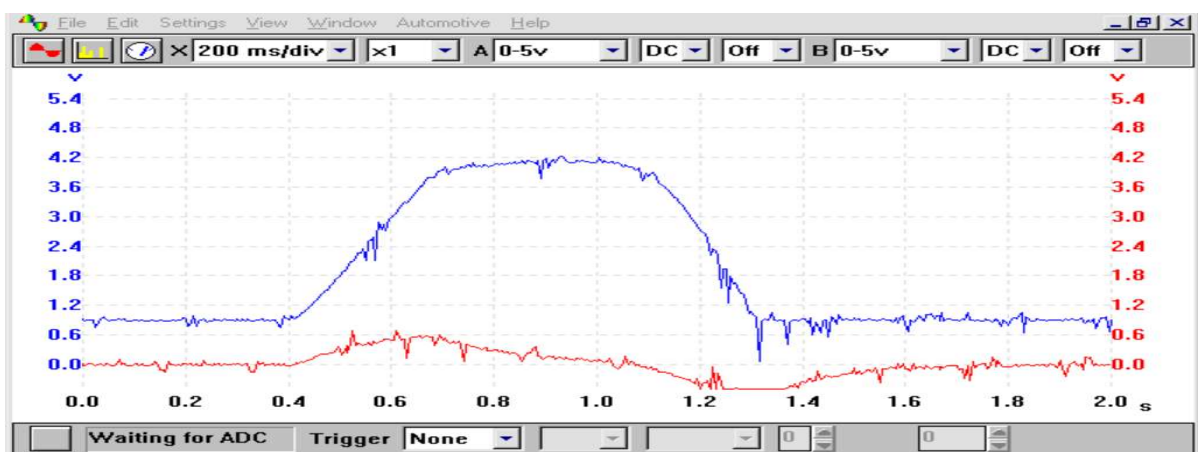
Εικόνα 68. Θεωρητική απεικόνιση συστήματος

Η αίσθηση του πεντάλ γκαζιού στο πόδι είναι σχεδιασμένη να είναι η ίδια όπως με του συμβατικού. Το πεντάλ γκαζιού διαθέτει δύο ποτενσιόμετρα αυξάνοντας έτσι την ακρίβεια της κίνησης του πεντάλ. Το πεντάλ της εικόνας διαθέτει 6 ηλεκτρικές συνδέσεις.



Εικόνα 69. Πεντάλ γκαζιού

Στο διάγραμμα, βλέπουμε την κίνηση του πεντάλ όταν το πιέζουμε από τη θέση ρελαντί στη θέση τέρμα ανοιχτό. Παρατηρούμε ότι η μπλε γραμμή διαγραμμίζεται σε υψηλότερα επίπεδα τάσης σε σχέση με την κόκκινη γραμμή που κινείται σε χαμηλότερα επίπεδα. Ο συνδυασμός των δύο σημάτων επιτρέπει στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ECM να υπολογίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα τη θέση του πεντάλ σε σχέση με ένα μονού σήματος σύστημα.



Εικόνα 70. Διάγραμμα πεντάλ γκαζιού

Η απουσία των μηχανικών εξαρτημάτων καθιστά αναγκαία τη χρήση ενός DC ηλεκτρικού μοτέρ-ενεργοποιητή. Ο αριθμός των συνδέσεων διαφέρει από σύστημα σε σύστημα. Στο σύστημα της εικόνας υπάρχουν 6 ηλεκτρικές συνδέσεις για την ενεργοποίηση του DC ηλεκτρικού μοτέρ-ενεργοποιητή και για τον αισθητήρα θέσης πεταλούδας γκαζιού.



Εικόνα 71. Αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού

Ο αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού παράγει σήμα με τάση V το οποίο διαχειρίζεται η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου προκειμένου να ορίσει την ακριβή θέση της πεταλούδας γκαζιού. Για τον ορισμό της ακριβούς θέσης της πεταλούδας γκαζιού ο αισθητήρας παράγει δύο εξόδους σημάτων με το ίδιο σκεπτικό που είδαμε και παραπάνω με το πεντάλ γκαζιού.



Εικόνα 72. Διάγραμμα πεταλούδας γκαζιού

Brake by wire

Στην αυτοκινητοβιομηχανία, η τεχνολογία **brake by wire** είναι η δυνατότητα ελέγχου των φρένων μέσω ηλεκτρικών μέσων. Μπορεί να σχεδιαστεί για να συμπληρώνει τα συνηθισμένα φρένα ή μπορεί να είναι ένα αυτόνομο σύστημα πέδησης.

Η μεγάλη διαφορά την οποία και προσβύει το **brake by wire** είναι ότι πλέον μεταξύ του πεντάλ του φρένου και του κύριου κυλίνδρου παρεμβάλλεται ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει άμεση επικοινωνία μεταξύ του οδηγού και του συστήματος πέδησης αντ' αυτού, μέσω του ποδόπληκτρου του οδηγού να δίνεται σήμα στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και μετέπειτα να επεξεργάζεται και να αποστέλλεται σήμα, προκυμμένου να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες ενέργειες από τους κυλίνδρους.

Η τεχνολογία αντικαθιστά τα παραδοσιακά εξαρτήματα όπως οι αντλίες, οι εύκαμπτοι σωλήνες, τα ρευστά, οι μάντες οι σερβομηχανισμοί με ηλεκτρονικούς αισθητήρες και ενεργοποιητές. Η τεχνολογία **brake by wire** στην αυτοκινητοβιομηχανία αντικαθιστά τα παραδοσιακά μηχανικά και υδραυλικά συστήματα ελέγχου με ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου χρησιμοποιώντας ηλεκτρομηχανικούς ενεργοποιητές και διεπαφές ανθρώπου-μηχανής όπως εξομοιωτές πεντάλ και αισθητήρα διεύθυνσης.

Αρχη λειτουργίας συστήματος brake by wire

Η κεντρική μονάδα ελέγχου είναι ένα σημαντικό εξάρτημα που συνεργάζεται με την αντλία, το ρεζερβουάρ υψηλής πίεσης, τις υδραυλικές βαλβίδες, τους αισθητήρες πίεσης και τον μικροϋπολογιστή.

Για την καλύτερη δυνατή παρέμβαση των φρένων η μονάδα ελέγχου του συστήματος συνδέεται μαζί με την μονάδα ESP (electronic stability program). Ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί επίσης πληθώρα αισθητήρων για να καταγράψει την κίνηση του οχήματος (αισθητήρας στροφών, αισθητήρας γωνίας τιμονιού κ.α). Τα φρένα ενεργοποιούνται από το πεντάλ μέσω του μηχανισμού. Αισθητήρες καταγράφουν την διαδρομή του πεντάλ φρένου, ένας υδραυλικός προσομοιωτής παρέχει στον οδηγό μια συνηθισμένη αίσθηση πατήματος του πεντάλ φρένου. Όταν ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του φρένου τότε η μονάδα καταγράφει την κίνηση του πεντάλ και την πίεση στην κεντρική αντλία. Στην συνέχεια η μονάδα μεταδίδει την πληροφορία στην μονάδα ESP. Τότε ο εγκέφαλος του οχήματος καθορίζει την βέλτιστη πίεση ή δύναμη πέδησης για κάθε τροχό. Το αποτέλεσμα φρεναρίσματος καταγράφεται πάλι

στην ηλεκτρουδραυλική μονάδα. Η ηλεκτροϋδραυλική μονάδα χρησιμοποιεί υδραυλικές βαλβίδες για να ρυθμίσει την πίεση-δύναμη πέδησης. Η απαιτούμενη πίεση υπάρχει στο ρεζερβουάρ υψηλής πίεσης. Μία ηλεκτρική αντλία δημιουργεί την απαιτούμενη πίεση, που καταγράφεται από έναν αισθητήρα πίεσης. Κατά το φρενάρισμα, το υγρό των φρένων πηγαίνει από το ρεζερβουάρ υψηλής πίεσης προς τα τακάκια δια των σωληνώσεων λόγω της διαφοράς πίεσης που επικρατεί. Οι αισθητήρες πίεσης μετράνε την εφαρμοσμένη δύναμη πέδησης, που στην συνέχεια ρυθμίζονται ξεχωριστά για κάθε τροχό από τις υδραυλικές βαλβίδες.

Μη συμβατικά μέρη συστήματος

❖ Κεντρική αντλία (Master Cylinder)

Η κεντρική αντλία αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα επιβράδυνσης ή ακινητοποίησης του οχήματος δεδομένου ότι παράγει τον απαραίτητη από το σύστημα πίεση προκειμένου να ασκηθεί δύναμη από τα τακάκια στα δισκόφρενα. Οι τυπικές ονομαστικές πιέσεις λειτουργίας της κεντρικής αντλίας κυμαίνονται από **140** έως **160** bar.



Εικόνα 73. Κεντρική αντλία

❖ Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου είναι η καρδιά του ηλεκτροϋδραυλικού συστήματος και συνήθως τοποθετείται κάτω από το κέντρο του πίνακα οργάνων. Ελέγχει όλο το ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα, συλλέγει πληροφορίες, τις επεξεργάζεται και στέλνει αντίστοιχα σήματα προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ενέργειες προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια του οδηγού καθώς και του οχήματος και ενημερώνει τον οδηγό για τυχόν αστοχίες του συστήματος μέσω του λαμπτήρα check engine που βρίσκεται στον πίνακα οργάνων του ταμπλό.



Εικόνα 74. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου

❖ Αισθητήρες πίεσης (Pressure Sensors)

Οι αισθητήρες πίεσης μετρούν την πίεση διαρκώς και αποστέλλουν τις μετρήσεις στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλή λειτουργία του συστήματος.



Εικόνα 75. Αισθητήρες πίεσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Arduino

Όπως το περιγράφει ο δημιουργός του, το Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «προτυποποίησης» ηλεκτρονικών βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση hardware και software που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα.

Στην ουσία, πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel και του οποίου τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα. Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο



Εικόνα 76. Τυπικός μικροελεγκτής τύπου Arduino

χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.

Βάσει των προαναφερόμενων και της χαμηλής τιμής πώλησης του ο εν λόγω μικροελεγκτής κρίθηκε ως η βέλτιστη λύση για την πραγματοποίηση της πτυχιακής εργασίας.

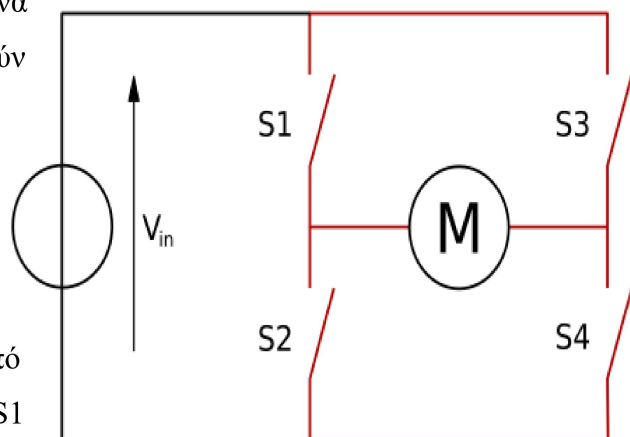
H bridge

Το H bridge είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που αλλάζει την πολικότητα μιας τάσης που εφαρμόζεται σε ένα φορτίο. Αυτά τα κυκλώματα χρησιμοποιούνται συχνά στη ρομποτική και σε άλλες εφαρμογές ώστε να επιτρέπουν στους κινητήρες DC (συνεχούς ρεύματος) να κινούνται δεξιόστροφα είτε αριστερόστροφα.

Οι περισσότεροι μετατροπείς DC/AC (μετατροπείς ισχύος), οι περισσότεροι μετατροπείς AC/AC, ο μετατροπέας ώθησης-έλξης DC/DC, οι περισσότεροι ελεγκτές κινητήρων και πολλά άλλα είδη ηλεκτρονικών ισχύος χρησιμοποιούν H bridge. Συγκεκριμένα, ένας διπολικός βηματικός κινητήρας κινείται σχεδόν πάντοτε από έναν ελεγκτή κινητήρα που περιέχει δύο H bridges.

Τα H bridges διατίθενται ως ολοκληρωμένα κυκλώματα ή μπορούν να κατασκευαστούν από διακριτά εξαρτήματα.

Ο όρος H bridge προέρχεται από την τυπική γραφική αναπαράσταση ενός τέτοιου κυκλώματος (βλ. Εικόνα 77). Ένα H bridge είναι κατασκευασμένο από τέσσερις διακόπτες. Όταν οι διακόπτες S1



και S4 είναι κλειστοί (και οι S2 και S3 είναι

Εικόνα 77. Γραφική αναπαράσταση H bridge

ανοιχτοί) θα εφαρμοστεί θετική τάση στον κινητήρα. Με το άνοιγμα των διακοπών S1 και S4 και το κλείσιμο των διακοπών S3 και S2, αυτή η τάση αντιστρέφεται, επιτρέποντας την αντίστροφη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα.

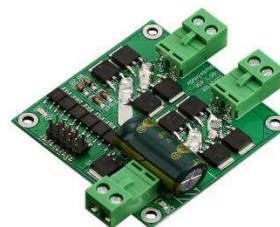
Χρησιμοποιώντας την παραπάνω ονοματολογία, οι διακόπτες S1 και S2 δεν πρέπει ποτέ να κλείνουν ταυτόχρονα, καθώς αυτό θα προκαλούσε βραχυκύκλωμα στην πηγή τάσης. Το ίδιο ισχύει και για τους διακόπτες S3 και S4.

Motor Driver

Με τον όρο **Motor Driver (οδηγός κινητήρα)** νοείται κάθε μικροεπεξεργαστής ο οποίος ελέγχει, παραμετροποιεί και ανατροφοδοτεί έναν κινητήρα. Ενσωματωμένα στον οδηγό κινητήρα μπορεί να βρίσκονται και άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα εκ των οποίων ένα από τα πιο σημαντικά είναι το H Bridge το οποίο όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα επιτρέπει την εναλλαγή της πολικότητας.

2x7A DC Motor Driver (DRI0041)

Ένας οδηγός κινητήρα βρίσκει χρήση συνήθως σε όλο το φάσμα των ηλεκτρικών εφαρμογών που απαιτείται έλεγχος του κινητήρα. Εξαιρέση ενδέχεται να αποτελούν μικρής εμβέλειας εφαρμογές όπου ωστόσο δεν απαιτείται έλεγχος του κινητήρα, μονάχα έναρξη-παύση (start-stop) της λειτουργίας του.



Εικόνα 78. Οδηγός κινητήρα

Κάθε κινητήρας για την σωστή λειτουργία του είναι αναγκαίο να ελέγχεται από έναν οδηγό κινητήρα. Όταν κριθεί απαραίτητη η συνεργασία περισσότερων του ενός κινητήρα, τότε οι οδηγοί κινητήρων θα είναι ίσοι με τον εκάστοτε αριθμό των κινητήρων και με την σειρά τους θα ελέγχονται από έναν κεντρικό επεξεργαστή. Με αυτήν τη μέθοδο καθίσταται δυνατός ο έλεγχος της ορθής λειτουργίας ολόκληρου του συστήματος, δηλαδή οι οδηγοί ελέγχουν την ορθή λειτουργία των κινητήρων και ο κεντρικός επεξεργαστής των οδηγών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μεθόδου ανατροφοδότησης (feedback).

Πειραματική προσέγγιση

Στο πλαίσιο της πτυχιακής πραγματοποιήθηκε πρακτικά το εν λόγω σύστημα, στην συνέχεια παρατίθεται η διαδικασία από την επιλογή των υλικών, την κατασκευή, τον προγραμματισμό έως και την λειτουργία.

Για την επίδειξη της λειτουργίας του συστήματος χρειάστηκε ένας κύριος και ένας δευτερεύοντας άξονας κιβωτίου ταχυτήτων ο οποίος προήλθε από ένα παλιό κιβώτιο ταχυτήτων (βλ. Εικόνα 78).



Εικόνα 79. Κιβώτιο ταχυτήτων

εργασίας και για χωροταξικούς σκοπούς κρίθηκε αναγκαίο η απομάκρυνση της πέμπτης σχέσης μετάδοσης προκειμένου να αφαιρεθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βάρος καθώς και να μειωνόταν ο όγκος που καταλάμβανε ο άξονας.



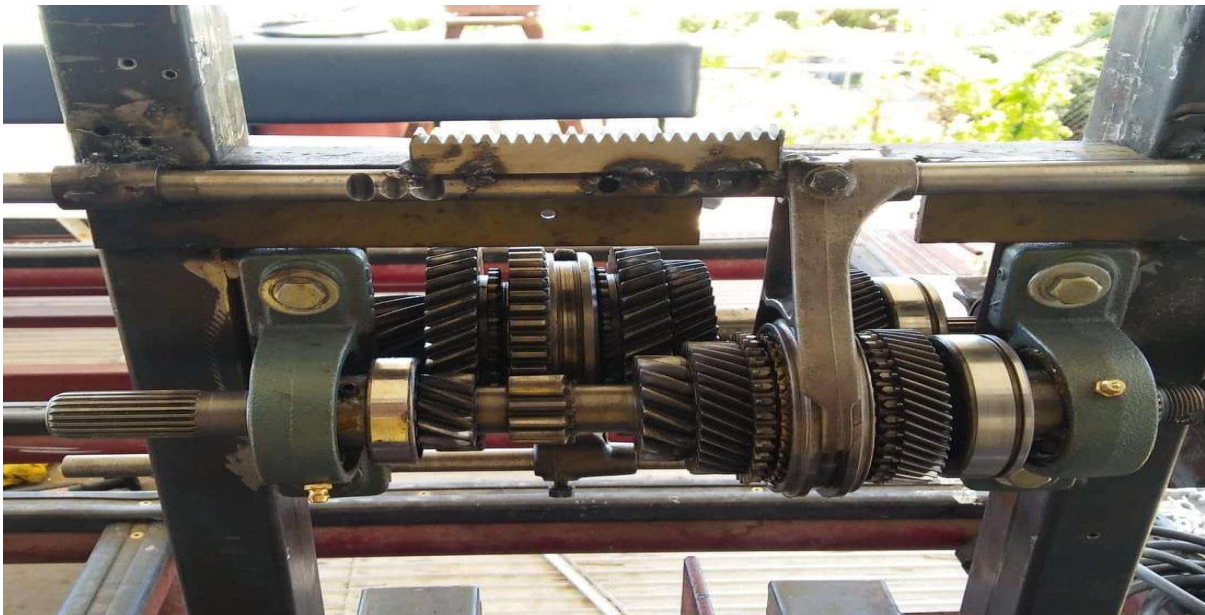
Εικόνα 80. Κύριος άξονας κιβωτίου ταχυτήτων

ταχυτήτων (βλ. Εικόνα 78).

Το κιβώτιο που επιλέχθηκε ήταν έξι σχέσεων μετάδοσης, συγκεκριμένα πέντε πρόσο και μιας όπισθεν. Ο λόγος για τον οποίο κρίθηκε κατάλληλος ο εν λόγω άξονας ήταν ότι ο όγκος καθώς και το βάρος του ήταν μικρό καθώς επίσης και ότι το κόστος απόκτησης ήταν αρκετά χαμηλό. Στο πλαίσιο της

Ο άξονας στερεώθηκε πάνω στο πλαίσιο στήριξης το οποίο δημιουργήθηκε από κοιλοδοκούς χυτοσιδήρου διαστάσεων 40 X 60 X 2 mm και ενώθηκε με ηλεκτροσυγκόλληση. Το μέσο στήριξης που μεσολαβεί ενδιάμεσα του άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων καθώς και του πλαισίου στήριξης είναι ένα έδρανο ολίσθησης. Χαρακτηριστικό των εδράνων ολίσθησης είναι οι πολύ χαμηλές τιμές απωλειών λόγω της τριβής που δημιουργούν, καθώς επίσης και η δυνατότητά τους να διατηρούν την σταθερότητα των

αξόνων. Σε δεύτερη φάση προσαρμόστηκε και ο δευτερεύων άξονας του κιβωτίου με στόχο την καλύτερη προσέγγιση του θέματος.



Εικόνα 81. Συναρμογή αξόνων κιβωτίου ταχυτήτων.

Έχοντας πλέον τους άξονες σωστά τοποθετημένους και αφού επιτεύχθηκε η συναρμογή αυτών, έπρεπε να βρεθεί τρόπος μετακίνησης της φουρκέτας. Με την συγκόλληση ενός οδοντωτού κανόνα πάνω στον άξονα που εδράζεται η φουρκέτα (βλ. Εικόνα 80) είναι δυνατή η μετακίνησή της μέσω ηλεκτροκινητήρα (θα γίνει αναφορά μετέπειτα). Έπειτα έπρεπε να επιλεγεί ο ορθότερος τρόπος προσομοίωσης της Μ.Ε.Κ (μηχανής εσωτερικής καύσης) με ηλεκτροκινητήρα.

Τα κριτήρια που έκριναν την επιλογή του κάθε κινητήρα που θα αναφερθούν παρακάτω ήταν τα εξής:

1. Κόστος απόκτησης
2. Συνεργασία με ηλεκτρονικά ισχύος
3. Εύρος στροφών-ροπής
4. Ονομαστικές τάσεις και εντάσεις
5. Συναρμογή ηλεκτροκινητήρα-κιβωτίου ταχυτήτων
6. Λοιπά κριτήρια τα οποία κρίνονται μη απαραίτητα προς ανάλυση.

Ως πρώτη και πιο φθηνή επιλογή χρησιμοποιήθηκε παλιός ηλεκτροκινητήρας που ήταν άμεσα διαθέσιμος αφού ήταν ήδη υπό την ιδιοκτησία μας. Ο συγκεκριμένος ηλεκτροκινητήρας που παρουσιάζεται στην Εικόνα 81 είχε δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλου αριθμού στροφών, γεγονός που τον καθιστούσε αμέσως αξιοποιήσιμο.



Εικόνα 82. Συναρμογή ηλεκτροκινητήρα-μετατροπέα στροφών-ροπής

Για να επιτευχθεί η συναρμογή του με τον πρωτεύον άξονα του μετατροπέα έπρεπε να υποστεί μετατροπή η απόληξή της ατράκτου του και να δημιουργηθεί μία σύνδεση μεταξύ αυτού και του μετατροπέα. Έτσι προσαρμόστηκε πάνω στην άτρακτο ακροφύσιο φουσητήρα ίδιας διαμέτρου. Για να επιτευχθεί αυτό δημιουργήθηκε οπή από την οποία διερχόταν πύρος-συγκρατητής.

Έπειτα από δοκιμές ωστόσο κρίθηκε ακατάλληλος για χρήση διότι δεν ήταν αρκετά ισχυρός ώστε να περιστρέφει αρκετά γρήγορα τον άξονα του μετατροπέα και απορρίφθηκε.



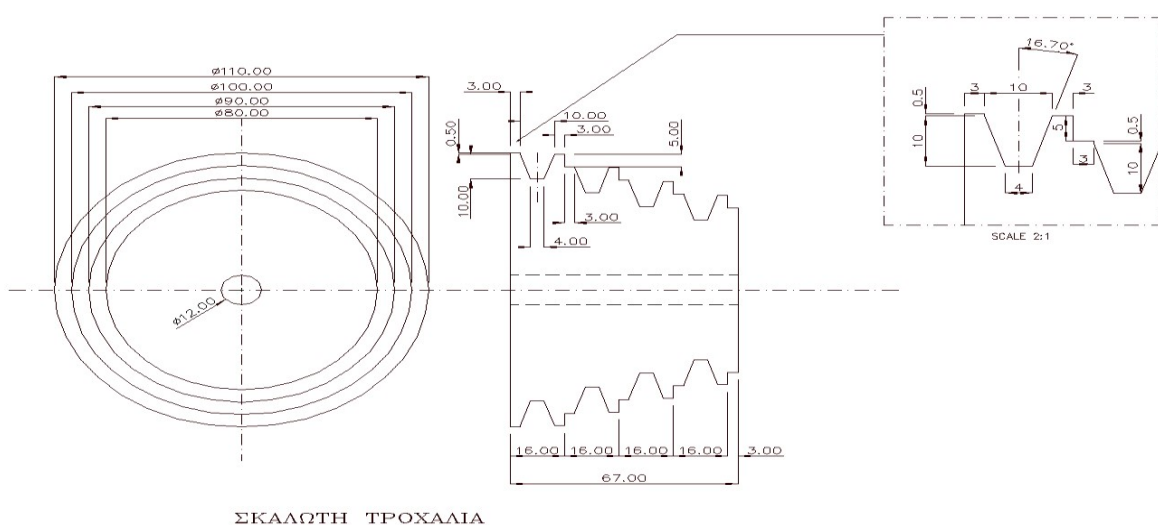
Εικόνα 83. Ηλεκτροκινητήρας πλυντηρίου

Ως δεύτερη επιλογή επιλέχθηκε κινητήρας από πλυντήριο ρούχων ονομαστικής τάσης 230 V, συχνότητας 50 Hz, μέγιστης ισχύς 320 W και μέγιστων στροφών 2850 (βλ. Εικόνα 81). Στον εν λόγω κινητήρα, στην απόληξη της ατράκτου του όπως διακρίνεται και από την Εικόνα 81 προστέθηκε μια σκαλωτή τροχαλία με διαφορετικής διαμέτρου αυλακώσεις με τις οποίες ήταν εφικτό να παραμετροποιούνται οι στροφές σε βάρος ωστόσο της ροπής και αντίστροφα.

Έχοντας ως στόχο την καλύτερη προσέγγιση του θέματος κρίθηκε ορθότερο να υπάρχει ένας εύλογος αριθμός διαφορετικών στροφών του κινητήρα. Ο ηλεκτροκινητήρας ήταν μονοφασικός και το μεγάλο μειονέκτημα που παρουσίαζε ήταν ο δύσκολος χειρισμός των στροφών του μέσω ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.

Έπρεπε να βρεθεί μηχανικός τρόπος ρύθμισης των στροφών. Έτσι έχοντας μονάχα τέσσερις δυνατές ταχύτητες ηλεκτροκινητήρα κρίθηκε απαραίτητη η επέκταση των δυνατοτήτων του.

Για την πραγματοποίηση της επέκτασης κατασκευάστηκε θεωρητικά μια ίδια σκαλωτή τροχαλία τεσσάρων αυλακώσεων ίδιων διαμέτρων.



ΣΚΑΛΩΤΗ ΤΡΟΧΑΛΙΑ

Εικόνα 84. Σκαλωτή τροχαλία

Πραγματοποιώντας την θεωρητική μελέτη το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν ότι η ροπή ιδίως στις υψηλότερες σχέσεις μετάδοσης ήταν ανίκανη να περιστρέψει τον μετατροπέα στροφών ροπής στις στροφές που αρχικά υπολογίστηκε. Επιπρόσθετα το πρόβλημα που παρουσίαζε η εν λόγω διάταξη ήταν ότι δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί αλλαγή σχέσεων υπό φορτίο διότι ο μάντας κίνησης έπρεπε χειρωνακτικά να μετακινείται από τη μία αυλάκωση στην άλλη. Έτσι ο ηλεκτροκινητήρας από το πλυντήριο ρούχων απορρίφθηκε ως επιλογή.

Η τρίτη και τελευταία επιλογή ήταν η περιστροφή του μετατροπέα στροφών-ροπής μέσω δραπάνου. Το δράπανο ονομαστικής τάσης 220 V, ισχύς 500 W και 2.4 A είχε την δυνατότητα ρύθμισης των στροφών σε οποιαδήποτε τιμή εντός του εύρους λειτουργίας του.

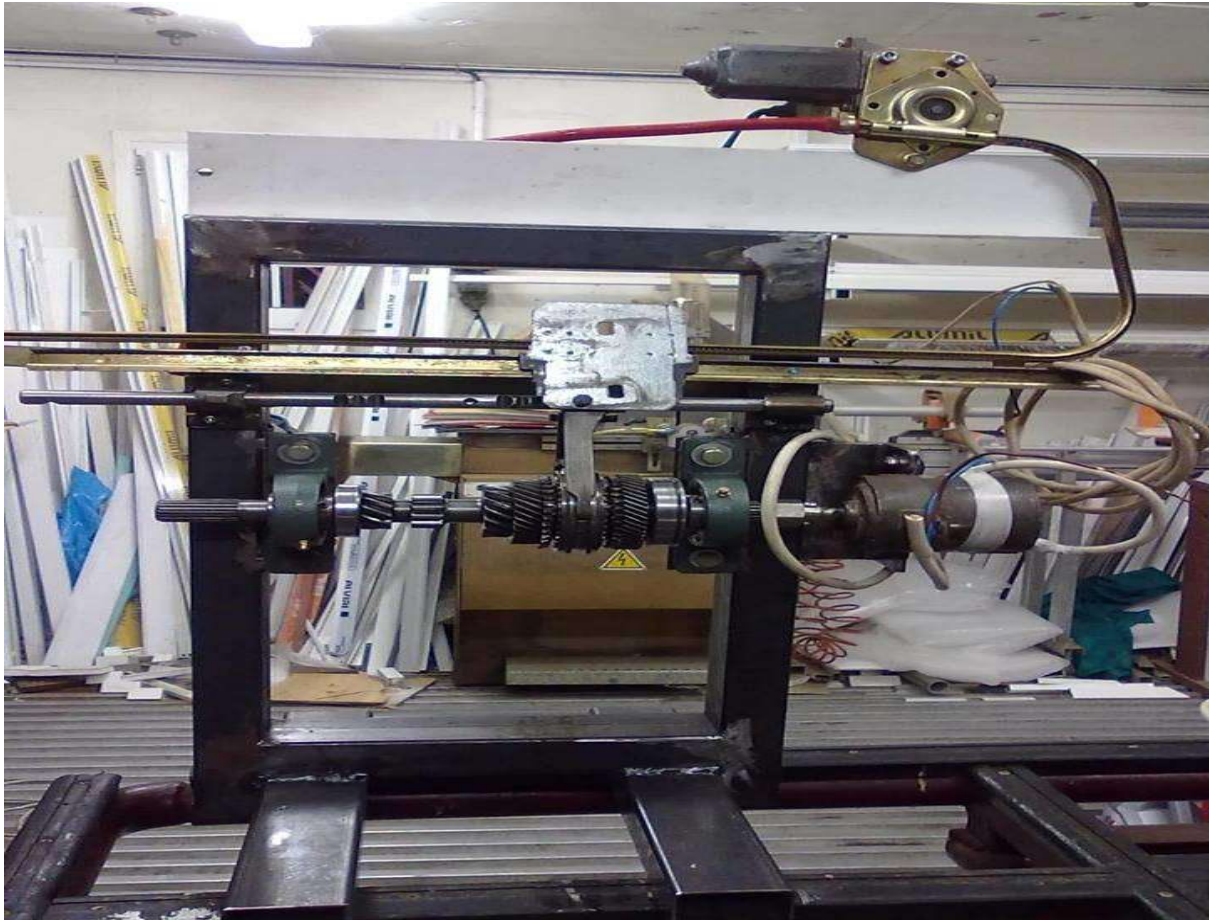


Εικόνα 85. Δράπανο

Έπειτα από αρκετές δοκιμές σε καταστάσεις αλλαγής (μεταβατικές φάσεις) είτε σε καταστάσεις ηρεμίας σε θέση εμπλεκόμενης και μη, σχέσης μετάδοσης του μετατροπέα παρατηρήθηκε ότι το δράπανο ικανοποιούσε τα κριτήρια της γρήγορης περιστροφής του πρωτεύων άξονα. Έτσι κρίθηκε κατάλληλος για χρήση.

Κατά τη διάρκεια επίλυσης του προβλήματος περιστροφής του πρωτεύων άξονα του μετατροπέα της πτυχιακής, έπρεπε να βρεθούν ηλεκτροκινητήρες που θα πραγματοποιούσαν τις αλλαγές ταχυτήτων μέσω του δίχαλου αλλαγής σχέσης μετάδοσης (φουρκέτα).

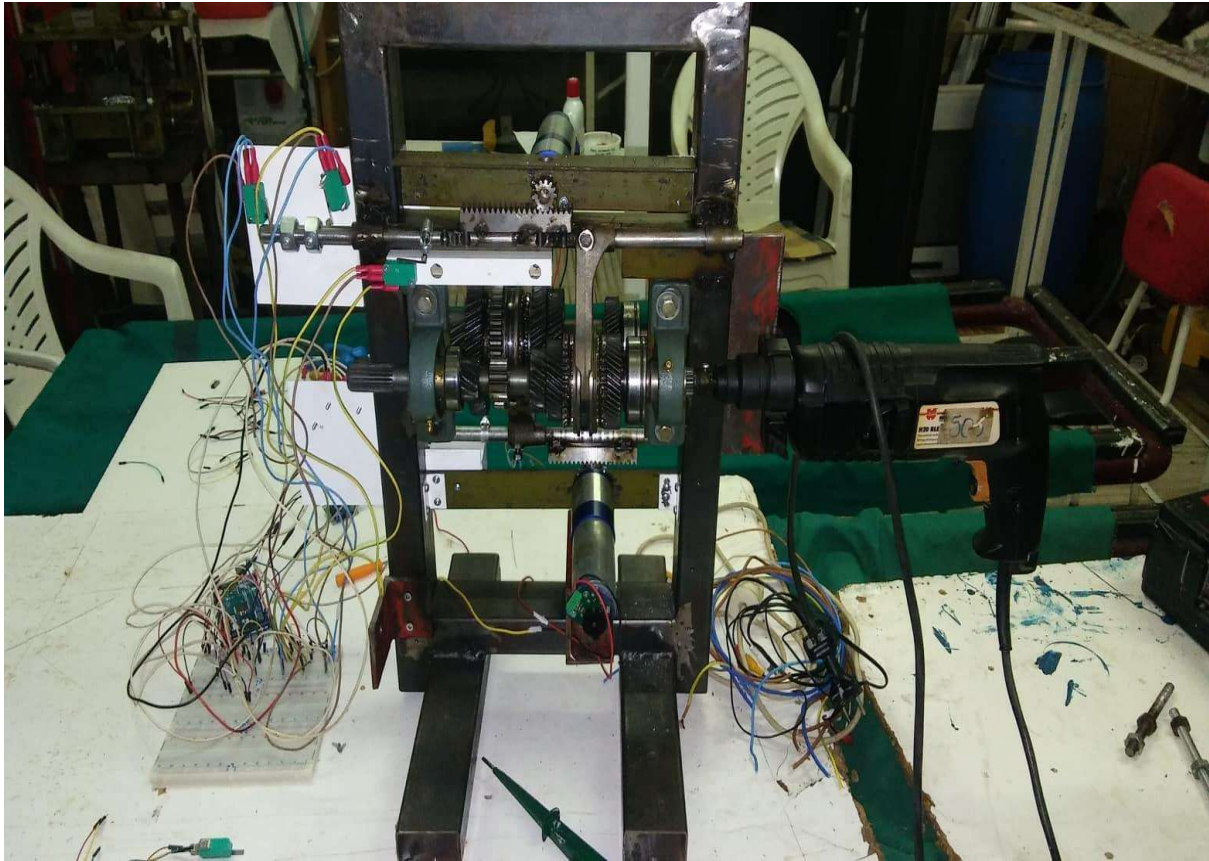
Βασιζόμενοι στα ίδια κριτήρια με τους ηλεκτροκινητήρες προσομοίωσης της Μ.Ε.Κ, η πρώτη επιλογή ήταν ηλεκτροκινητήρας προερχόμενος από ηλεκτρικό παράθυρο αυτοκινήτου.



Εικόνα 86. Ηλεκτροκινητήρας ηλεκτρικού παραθύρου

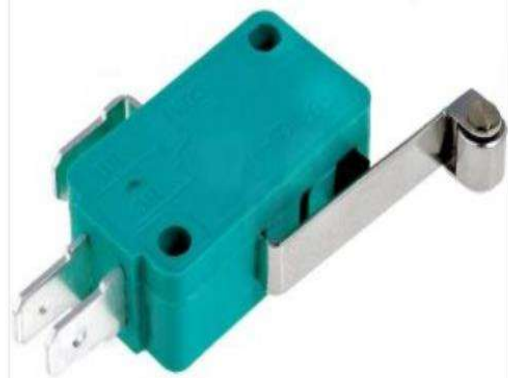
Ο εν λόγω ηλεκτροκινητήρας παρουσίαζε πολύ ισχυρή ροπή στρέψης, γεγονός που επέτρεπε την άνετη αλλαγή της σχέσης μετάδοσης ωστόσο οι στροφές λειτουργίας του ήταν αρκετά χαμηλές με αποτέλεσμα να αργεί κατά την απεμπλοκή-εμπλοκή των σχέσεων. Επίσης λόγω της ντίζας δια της οποίας μετακινούσε το δίχαλο ήταν δύσκολα διαχείρισης από χωροταξικής άποψης. Για τους παραπάνω λόγους και απορρίφθηκε ως επιλογή.

Ως δεύτερη και τελευταία επιλογή επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση των αλλαγών των ταχυτήτων η μέθοδος οδοντωτού κανόνα – οδοντωτού τροχού. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 86 παρακάτω, συγκολλήθηκε ο οδοντωτός κανόνας πάνω στο δίχαλο αλλαγής και με την συναρμογή του με τον ηλεκτροκινητήρα (με ονομαστική τάση τα 24 V, ονομαστική ένταση 5.5A και ονομαστικές στροφές τις 26 στροφές/λεπτό) ήταν δυνατή η αλλαγή των σχέσεων μετάδοσης.



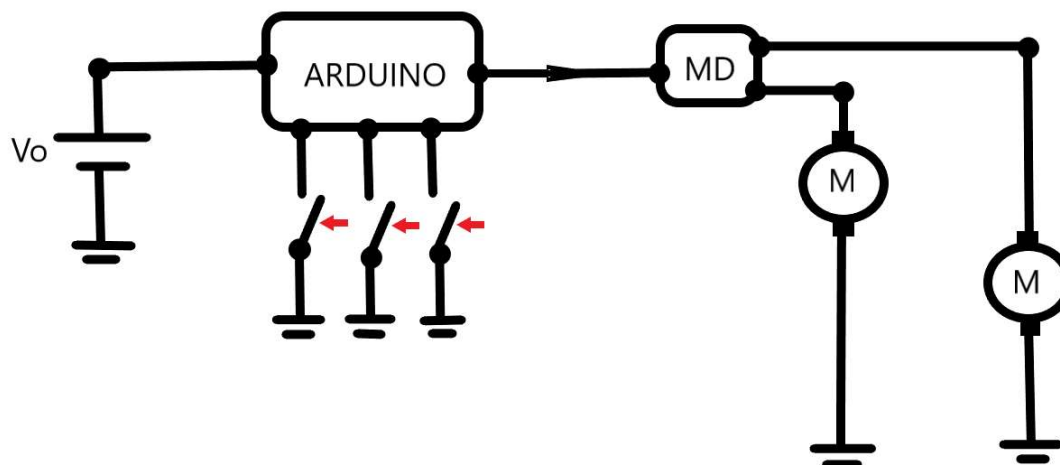
Εικόνα 87. Συναρμογή μετατροπέα-ηλεκτροκινητήρων

Για την διαχείριση των ηλεκτροκινητήρων έπρεπε να προστεθούν στο σύστημα τερματικά (Εικόνα 87) τα οποία θα λειτουργούσαν ως δότες σήματος προκειμένου να καθορίζεται η σωστή απόσταση μετακίνησης του δίχαλου αλλαγής. Έτσι ανάλογος την θέση που είχε το σύστημα και την επιλογή του χειριστή («οδηγού») ρυθμιζόταν κατάλληλα από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ποιος από τους δύο ηλεκτροκινητήρες αλλαγής σχέσεων θα περιστρεφόταν καθώς επίσης και η φορά περιστροφής. Αυτή γινόταν με την συνεργασία της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου και του H-Bridge.



Εικόνα 88. Τερματικό

Μία γενική άποψη του τρόπου λειτουργίας του συστήματος απεικονίζεται στην Εικόνα 89.



Εικόνα 89. Γενική άποψη συστήματος

Όπως διακρίνεται, υπάρχει μια γεννήτρια που τροφοδοτεί το Arduino. Το τελευταίο με τη σειρά του έχει ως εισόδους τα σήματα που προέρχονται από τους διακόπτες θέσης (δηλαδή την θέση του άξονα και κατ' επέκταση την θέση του δίχαλου αλλαγής) και τα κουμπιά τα οποία προσδιορίζουν την αλλαγή σχέσης μετάδοσης που απαιτείται από τον χειριστή (δηλαδή τις δυνατότητες αύξησης, μείωσης των ταχυτήτων ή την επιλογή της νεκράς από τον οδηγό).

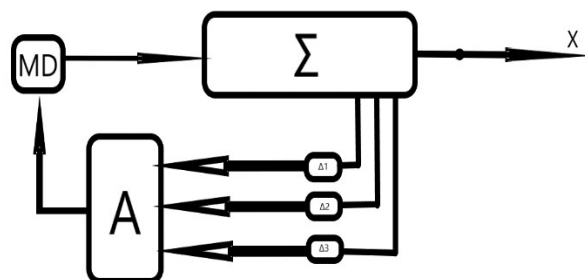
Οι έξοδοι που επέρχονται με το πέρας της παραμετροποίησης των σημάτων εισόδου είναι η περιστροφή του άνωθεν ή κάτωθεν ηλεκτροκινητήρα αλλαγής σχέσης μετάδοσης.

Έπειτα, ακολουθεί ο οδηγός των ηλεκτροκινητήρων (Motor Driver) ο οποίος έχοντας στη διάταξή του εμφωλευμένο ένα H-bridge επιτρέπει την περιστροφή του εκάστοτε ηλεκτροκινητήρα που επιλέχθηκε από το Arduino. Οι εισοδοί του είναι η φάση, η γείωση καθώς και τα σήματα που προέρχονται από το Arduino με σκοπό την επιλογή του σωστού ηλεκτροκινητήρα καθώς και τις ορθής περιστροφής του (αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα).

Μετά τον οδηγό των ηλεκτροκινητήρων ακολουθούν οι κινητήρες οι οποίοι περιστρέφονται αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα αναλόγως την πολικότητα του ρεύματος που τα τροφοδοτεί.

Μία ακόμη περιγραφική απεικόνιση της μεθόδου λειτουργίας του σήματος απεικονίζεται στην Εικόνα 90.

Όπως είναι εμφανές στην εικόνα, τα σήματα που λαμβάνονται από το κιβώτιο ταχυτήτων («Σ») αποστέλλονται στον επεξεργαστή σήματος (Arduino, «Α»). Ο τελευταίος με τη σειρά του και με το πέρας της επεξεργασίας του σήματος αποστέλλει, ως έξοδο, σήμα στον οδηγό



Εικόνα 90. Διαδρομή σήματος

των κινητήρων. Έπειτα ο οδηγός των κινητήρων αποτελεί τον εντολοδότη του μετατροπέα στροφών και κατ' επέκταση ακολουθεί η παραπάνω, ίδια, διαδικασία συνεχώς.

Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την λειτουργία του συστήματος.

Οικονομοτεχνική μελέτη

Παρακάτω παρατίθεται η οικονομική μελέτη που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να υλοποιηθεί η κατασκευή

Κοιλοδοκοί πλαισίου στήριξης	20€
Κουζινέτα έδρασης	30€
Αρντούινο και περιφερειακά	125€
Χελώνα-σασμάν	10€
Μπαταρίες	20€
Καλώδια, κλπ	5€
Λοιπά έξοδα	50€
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	260€

Πλεονεκτήματα ηλεκτρομηχανικού κιβωτίου

Τα πλεονεκτήματα αυτού του κιβωτίου είναι:

- φθηνότερη τιμή αγοράς και λιγότερη κατανάλωση καυσίμου από ένα αυτόματο κιβώτιο
- λιγότερες εκπομπές καυσαερίων από ένα αυτόματο κιβώτιο
- χαμηλότερο βάρος συγκριτικά με ένα αυτόματο κιβώτιο
- ξεκούραση του οδηγού χάρις στον εύκολο και απλό χειρισμό του
- πολύ σύντομες διακοπές της δύναμης έλξης
- αρμονικές και άνετες διαδικασίες αλλαγών ταχυτήτων, χωρίς φθορά των υλικών
- υποβοήθηση εκκίνησης σε ανωφέρεια ως εξοπλισμός σειράς

Κώδικας

Παρακάτω παρατίθεται ο χρησιμοποιούμενος κώδικας για την εύρυθμη λειτουργία του ηλεκτρομηχανικού κιβωτίου.

```
#define gearStatusLength 4
pinMode(motorDownClockwise,OUTPUT);

//---Arduino_control_pins_for_Up_Motor-----
//pinMode(motorDownEnablePin,OUTPUT);
#define buttonUpLeft 10
#define buttonUpMiddle 11
#define buttonUpRight 12
pinMode(buttonUpShift,INPUT);
pinMode(buttonDownShift,INPUT);
pinMode(buttonNeutral,INPUT);

#define motorUpCClockwise 23
#define motorUpClockwise 22

//-----
//initialize motor Pins and set to LOW
digitalWrite(motorUpClockwise,LOW);
digitalWrite(motorUpCClockwise,LOW);
digitalWrite(motorDownClockwise,LOW);
digitalWrite(motorDownCClockwise,LOW);

//---Arduino_control_pins_for_Down_Motor-----
#define buttonDownLeft 4
#define buttonDownMiddle 3
#define buttonDownRight 2

//we power both the enable pins and we control
differently the motors
digitalWrite(enablePinA,HIGH);
digitalWrite(enablePinB,HIGH);

#define motorDownCClockwise 32
#define motorDownClockwise 33
//-----

//---Motor_Enable_Pins-----
#define enablePinA 7
#define enablePinB 8
//-----
}
uint8_t result=0;
void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
result=0;

Serial.print("Now the gear set is ");
Serial.println(getCurrentGear());

Serial.print("The gearbox is neutral ");
Serial.println(isNeutral());

Serial.print("#####Please select an option from
below#####\n");
Serial.print("----1 Upshift\n");
Serial.print("----2 Downshift\n");
Serial.print("----3 Neutral\n");

int8_t userPressed=0;
while(Serial.available()==0 && userPressed==0){
userPressed=pressedButton();
}
int8_t userChoice= -1;

if(userPressed!=0){
userChoice=userPressed;
}else{
```

```

userChoice=Serial.parseInt();
}

switch(userChoice){
  case(1):
    Serial.print("The upshift is (1 -> successful / 0 ->
  unsuccessful): ");
    Serial.println(gearUp());
    break;

  case(2):
    Serial.print("The downshift is (1 -> successful / 0 ->
  unsuccessful): ");
    Serial.println(gearDown());
    break;
  case(3):
    Serial.print("The neutralize is (1 -> successful / 0 ->
  unsuccessful): ");
    Serial.println(gearN());
    break;
}

Serial.print("Now the gear set is ");
Serial.println(getCurrentGear());

Serial.print("The gearbox is neutral ");
Serial.println(isNeutral());

delay(100);

//change line
Serial.println();
}

int8_t pressedButton(){
  if(getButtonStatus(buttonUpShift)==HIGH){
    return 1;
  }

  if(getButtonStatus(buttonDownShift)==HIGH){
    return 2;
  }

  if(getButtonStatus(buttonNeutral)==HIGH){
    return 3;
  }
  return 0;
}
/**
 * The function below returns true if in gearbox there is
  not gear set and false if any of the gears is set
  */
boolean isNeutral(){
  if(getCurrentGear()==0){
    return true;
  }
  return false;
}

/**
 * The function below returns the number of the gear set
  (1-4) if
 * no gear is set then it returns 0
  */
int8_t getCurrentGear(){
  for(int8_t i=0;i<gearStatusLength;i++){
    if(gearStatus[i]){
      return i+1;
    }
  }
  return 0;
}

/**
 * The function below neutralizes the gear box
 * returns true if it succeeds, otherwise returns false
  */
boolean gearN(){
  if(isNeutral()){
    return false;
  }
  for(int8_t i=0;i<gearStatusLength;i++){
    gearStatus[i]=false;
  }
  return setMotor1Neutral() && setMotor2Neutral();
}

/**
 * The function below makes a gear up
 * and returns true if the gear has been upshifted
  successfully
 * otherwise and if the gear is already set to 4 returns
  false
  */
boolean gearUp(){
  if(getCurrentGear()==4){
    return false;
  }
  return setGearUp(getCurrentGear());
}

/**
 * The function below gives the orders for upshifting
 * params gear is the gear that is currently set
 * returns true if upshift succeeds, otherwise returns false
  */
boolean setGearUp(int8_t gear){
  for(int8_t i=0;i<gearStatusLength;i++){
    if(i == gear){
      switch (gear){
        case(0):
          setMotor1Left();
          gearStatus[i]=true;
          //Serial.println("Set 1st");
          break;
        case(1):

```



```

    setMotor1Neutral();
    setMotor1Right();
    gearStatus[i]=true;
    gearStatus[i-1]=false;
    //Serial.println("Set 2nd");
    break;

case(2):
    setMotor1Neutral();
    setMotor2Right();
    gearStatus[i]=true;
    gearStatus[i-1]=false;
    //Serial.println("Set 3rd");
    break;

case(3):
    setMotor2Neutral();
    setMotor2Left();
    gearStatus[i]=true;
    gearStatus[i-1]=false;
    //Serial.println("Set 4th");
    break;
}

return true;
}
}
return false;
}
/**
 * The function below makes a gear down
 * and returns true if the gear has been downshifted
 * successfully
 * otherwise and if the gear is already set to neutral it
 * returns false
 */
boolean gearDown(){
    if(isNeutral()){
        return false;
    }
    return setGearDown(getCurrentGear());
}
/**
 * The function below gives the orders for downshifting
 * params gear is the gear that is currently set
 * returns true if downshift succeeds, otherwise returns
 * false
 */
boolean setGearDown(int8_t gear){
    for(int8_t i=0;i<gearStatusLength;i++){
        if(i == gear-1){
            gearStatus[i]=false;
            switch (i){
                case(2):
                    setMotor2Neutral();
                    setMotor1Right();
                    gearStatus[i-1]=true;
                    break;

                case (0):
                    setMotor1Neutral();
                    break;

                case (1):
                    setMotor1Neutral();
                    setMotor1Left();
                    gearStatus[i-1]=true;
                    break;

                case (3):
                    setMotor2Neutral();
                    setMotor2Right();
                    gearStatus[i-1]=true;
                    break;

            }
            return true;
        }
        return false;
    }
}

int8_t getButtonStatus(int8_t button){
    int8_t result=digitalRead(button);
    return result;
}

//-----MOTOR      1
CODE-----
/**
 * The function below sets the motor 1 to neutral so that
 * we can move forward to the next move (upshift-
 * downshift)
 * returns true if it succeeds, otherwise returns false
 */
boolean setMotor1Neutral(){
    //under construction

    if(getButtonStatus(buttonUpLeft)==HIGH){
        while(getButtonStatus(buttonUpMiddle)==LOW){
            digitalWrite(motorUpClockwise,HIGH);
            digitalWrite(motorUpCClockwise,LOW);
            //digitalWrite(motorUpEnablePin,HIGH);
        }
    }
    if(getButtonStatus(buttonUpRight)==HIGH){
        while(getButtonStatus(buttonUpMiddle)==LOW){
            digitalWrite(motorUpClockwise,LOW);
            digitalWrite(motorUpCClockwise,HIGH);
            //digitalWrite(motorUpEnablePin,HIGH);
        }
    }
    digitalWrite(motorUpCClockwise,HIGH);
    digitalWrite(motorUpClockwise,HIGH);
}

```

```

return true;
}
/**The function below sets the motor 1 to the left (sets
1st gear)
* returns true if succeeds, otherwise returns false
*/

boolean setMotor1Left(){
//under construction

if(getButtonStatus(buttonUpMiddle)==HIGH){
while(getButtonStatus(buttonUpLeft)==LOW){
digitalWrite(motorUpCClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorUpClockwise,LOW);

}
digitalWrite(motorUpCClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorUpClockwise,HIGH);
}

return true;
}
/**The function below sets the motor 1 to the right (sets
2nd gear)
* returns true if succeeds, otherwise returns false
*/
boolean setMotor1Right(){
//under construction

if(getButtonStatus(buttonUpMiddle)==HIGH){
while(getButtonStatus(buttonUpRight)==LOW){
digitalWrite(motorUpClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorUpCClockwise,LOW);
//digitalWrite(motorUpEnablePin,HIGH);
}
digitalWrite(motorUpCClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorUpClockwise,HIGH);

}

return true;
}
//-----
//-----MOTOR      2
CODE-----
/**
* The function below sets the motor 2 to neutral so that
we can move forward to the next move (upshift-
downshift)
* returns true if it succeeds, otherwise returns false
*/
boolean setMotor2Neutral(){
//under construction

if(getButtonStatus(buttonDownLeft)==HIGH){
while(getButtonStatus(buttonDownMiddle)==LOW){
digitalWrite(motorDownClockwise,HIGH);

```

```

digitalWrite(motorDownCClockwise,LOW);
//digitalWrite(motorDownEnablePin,HIGH);
}
}else if(getButtonStatus(buttonDownRight)==HIGH){
while(getButtonStatus(buttonDownMiddle)==LOW){
digitalWrite(motorDownClockwise,LOW);
digitalWrite(motorDownCClockwise,HIGH);
//digitalWrite(motorDownEnablePin,HIGH);
}
}

digitalWrite(motorDownCClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorDownClockwise,HIGH);

return true;
}
/**
* The function below sets the motor 2 to the left (sets 3rd
gear)
* returns true if succeeds, otherwise returns false
*/
boolean setMotor2Left(){
//under construction

if(getButtonStatus(buttonDownMiddle)==HIGH){
while(getButtonStatus(buttonDownLeft)==LOW){
digitalWrite(motorDownClockwise,LOW);
digitalWrite(motorDownCClockwise,HIGH);
}

digitalWrite(motorDownCClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorDownClockwise,HIGH);
}
return true;
}
/**
* The function below sets the motor 1 to the right (sets
4th gear)
* returns true if succeeds, otherwise returns false
*/
boolean setMotor2Right(){
//under construction

if(getButtonStatus(buttonDownMiddle)==HIGH){
while(getButtonStatus(buttonDownRight)==LOW){
digitalWrite(motorDownClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorDownCClockwise,LOW);
}

digitalWrite(motorDownCClockwise,HIGH);
digitalWrite(motorDownClockwise,HIGH);
}

return true;
}
//-----
//-----

```

