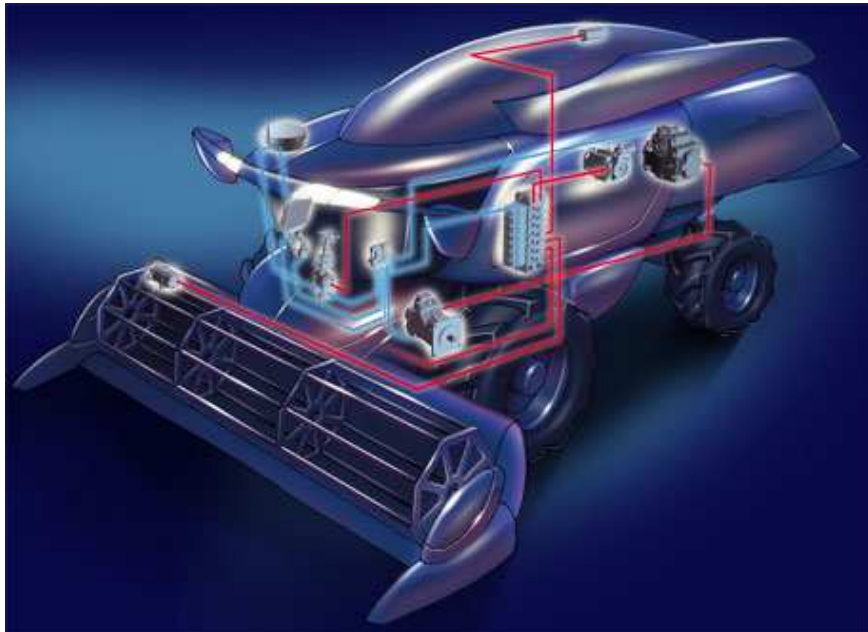


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ



ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΦΟΥΝΤΟΥΛΑΚΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΠ. ΚΑΘ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΑΔΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2010



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 1

### 1. Η ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

1.1	Εισαγωγή	3
1.2	Θεριζοαλωνιστική μηχανή	4
1.2.1	Τύποι	6
1.2.2	Βασικοί μηχανισμοί μιας θεριζοαλωνιστικής μηχανής	7
1.2.3	Ισχύς και μετάδοση κίνησης	9
1.2.4	Κινητήρας θεριζοαλωνιστικής μηχανής	10
1.2.5	Μετάδοση της κίνησης στους περιφερειακούς μηχανισμούς	11
1.2.6	Συστήματα μετάδοσης κίνησης θεριζοαλωνιστικών μηχανών	13
1.2.6.1	Μετάδοση κίνησης στους κινητήριους τροχούς	13

### 2. ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΤΗΣ ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

2.1	Εισαγωγή	17
2.2	Σύστημα μετάδοσης κίνησης του CX της New Holland	17
2.2.1	Κινητήρας του CX New Holland	19
2.2.2	Κύρια αντλία	20
2.2.3	Υδροστατικός κινητήρας	22
2.2.4	Κιβώτιο ταχυτήτων και διαφορικό CX New Holland	22

### 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

3.1	Εισαγωγή	29
3.2	Βασικά εξαρτήματα υδροστατικού συστήματος.	29
3.3	Περιγραφή λειτουργίας του υδροστατικού συστήματος	36
3.3.1	Λειτουργία του υδροστατικού συστήματος σε κατάσταση νεκρά	36
3.3.2	Λειτουργία του υδροστατικού συστήματος σε πορεία πρόσω	38
3.3.2.1	Λειτουργία με σταθερή αντίσταση (ροπή) του υδροστ. κινητήρα	39
3.3.2.2	Ψύξη κύριας αντλίας και υδροστατικού κινητήρα	40
3.3.2.3	Παρουσία αντιστάσεων στο υδροστατικό σύστημα	40
3.3.3	Λειτουργία του υδροστατικού συστήματος σε πορεία όπισθεν	42
3.3.4	Αλλαγή ταχυτήτων	43
3.4	Έλεγχος θερμοκρασίας	45

#### 4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

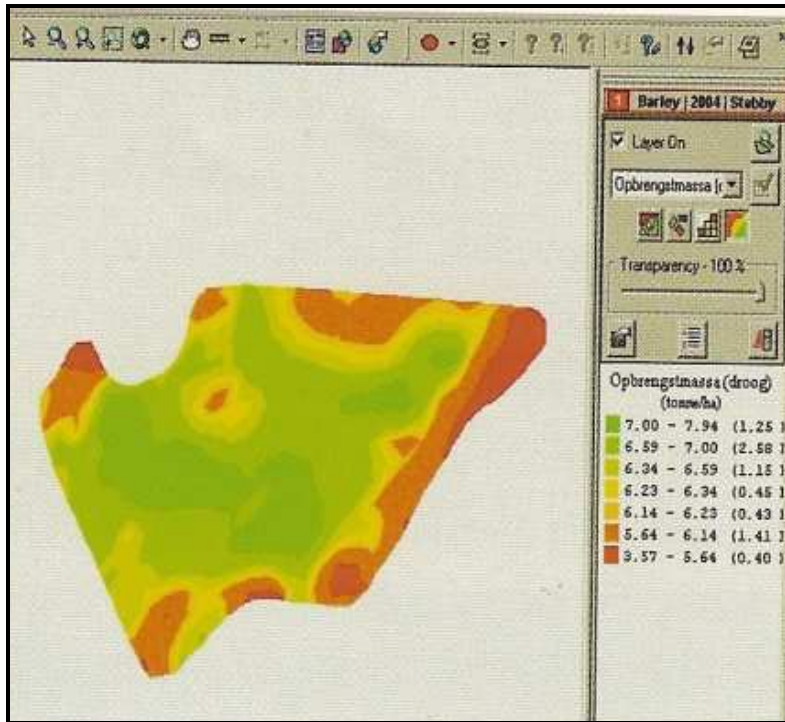
4.1	Εισαγωγή	46
4.2	Κύρια αντλία	46
4.2.1	Βασικές καταστάσεις λειτουργίας κύριας αντλίας	48
4.2.1.1	Κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης	48
4.2.1.2	Κατάσταση μέγιστης ζήτησης - υψηλής πίεσης	49
4.2.1.3	Κατάσταση χαμηλής ζήτησης υψηλής πίεσης	50
4.2.1.4	Κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης	51
4.2.2	Τεχνικά χαρακτηριστικά της κύριας αντλίας	52
4.2.3	Χαρακτηριστικά αναγνώρισης της κύριας αντλίας	53
4.3	Σύστημα βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας	54
4.3.1	Σύστημα σε κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης	56
4.3.2	Σύστημα σε κατάσταση μέγιστης ζήτησης - υψηλής πίεσης	56
4.3.3	Σύστημα σε κατάσταση χαμηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης	57
4.3.4	Σύστημα σε κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης	57
4.4	Βαλβίδες πολλαπλής λειτουργίας	57
4.4.1	Ανασταλτική βαλβίδα τροφοδοσίας 8a - 9a	60
4.4.2	Ρυθμιστής πίεσης 8b - 9b	60
4.4.3	Ανακουφιστική βαλβίδα υψηλής πίεσης 8c - 9c	61
4.4.4	Παρακαμπτήρια βαλβίδα 8d - 9d	62
4.5	Υδροστατικός κινητήρας	62
4.5.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά υδροστατικού κινητήρα	64
4.5.2	Χαρακτηριστικά αναγνώρισης υδροστατικού κινητήρα	65
4.5.3	Βαλβίδες υδροστατικού κινητήρα μετάδοσης κίνησης	65
4.5.3.1	Βαλβίδα παλινδρομούντος εμβόλου	65
4.5.3.2	Ανακουφιστική βαλβίδα εκροής	66
4.5.3.3	Κύκλωμα ανακουφιστικής βαλβίδας	66
4.6	Πέδη κύριου αγωγού	68
4.7	Παρακαμπτήρια βαλβίδα ψυγείου λαδιού	69
4.7.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά παρακαμπτήριας βαλβίδας ψυγείου λαδιού	71
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>72</b>

# 1. Η ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

## 1.1 Εισαγωγή

Για τη συγκομιδή των γεωργικών προϊόντων χρησιμοποιούνται κατάλληλα για το κάθε είδος μηχανήματα, με βασικούς στόχους την έγκαιρη και γρήγορη εκτέλεση των εργασιών, με λογικές ποσοτικές απώλειες και ποιοτική υποβάθμιση και με χαμηλό κόστος. Τα μηχανήματα αυτά μπορούν να συλλέγουν με επιτυχία σχεδόν όλα τα προϊόντα των μεγάλων καλλιεργειών και πολλά απ' τα οπωροκηπευτικά. Υπάρχουν όμως και κάποια φυτά όπου εξαιτίας της μορφολογίας τους ή της ευαισθησίας των προϊόντων τους δεν έχουν εκμηχανισθεί τελείως. Και για πολλά όμως από τα είδη αυτά, ειδικά μηχανικά μέσα βοηθούν ώστε να επιτυγχάνουμε έγκαιρη συγκομιδή με χαμηλό κόστος και με τον λιγότερο κόπο.

Τα μηχανήματα συγκομιδής, ιδιαίτερα τα πιο εξελιγμένα, ενσωματώνουν σύγχρονη και προηγμένη τεχνολογία με τη χρήση ηλεκτρονικών και άλλων συστημάτων και πληροφορικής, ιδιαίτερα τα μεγάλα, με αποτέλεσμα να γίνονται πιο παραγωγικά και να πετυχαίνουν πολύ καλή ποιότητα εργασίας με το μικρότερο κόστος. Διευκολύνουν συγχρόνως τον χειριστή μα και τον γεωργό, παρέχοντας σε ορισμένες περιπτώσεις, μετά το τέλος της συγκομιδής, και χαρτογράφηση των αποδόσεων του χωραφιού. Αυτή η χαρτογράφηση βοηθά τον παραγωγό στην πιο ορθή διαχείριση και στην επίτευξη της πιο υψηλής απόδοσης, όταν εισέρχεται στο χωράφι, με φροντίδα όμως για τους φυσικούς πόρους (γεωργία ακριβείας-precision agriculture). Για να είναι όμως επιτυχημένη η χρήση αυτών των μηχανημάτων θα πρέπει οι χρήστες να διαθέτουν γνώσεις, εμπειρία, προσοχή, επιμελημένη χρήση, φροντίδα για συντήρηση και επισκευή και οργάνωση.



Σχ. 1.0 Απεικόνιση χαρτογράφησης απόδοσης χωραφιού με χρήση Η/Υ.

## 1.2 Θεριζοαλωνιστική μηχανή

Σήμερα για την συγκομιδή κάποιων γεωργικών προϊόντων, όπως τα σιτηρά και το καλαμπόκι, χρησιμοποιούμε τις θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Αυτά τα μηχανήματα συνδυάζουν θερισμό και αλωνισμό και αποκαλούνται είτε θεριζοαλωνιστικές μηχανές είτε κομπίνες (από τον αγγλικό όρο Combine που σημαίνει συνδυάζω). Αυτές άρχισαν να χρησιμοποιούνται περί το τέλος του 19<sup>ου</sup> αιώνα και με την ανάπτυξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν σε σύγχρονα και εξελιγμένα γεωργικά μηχανήματα με άριστο τεχνολογικό εξοπλισμό.



Σχ. 1.1 Σύγχρονη θεριζοαλωνιστική μηχανή κατά τη διάρκεια θερισμού σιταριού.

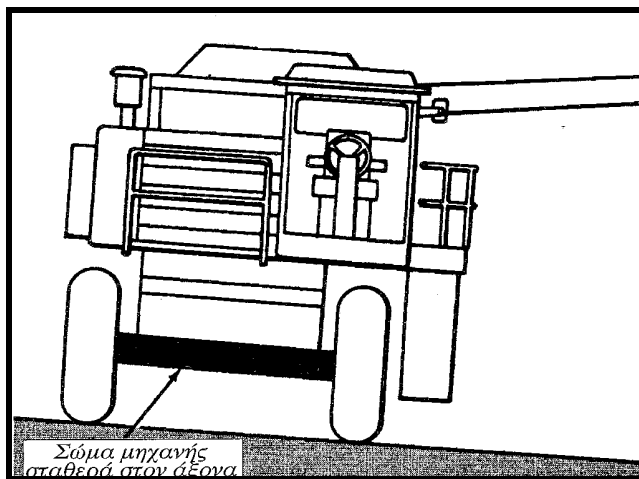


Σχ. 1.2 Σύγχρονη θεριζοαλωνιστική μηχανή κατά τη διάρκεια θερισμού καλαμποκιού.

### 1.2.1 Τύποι

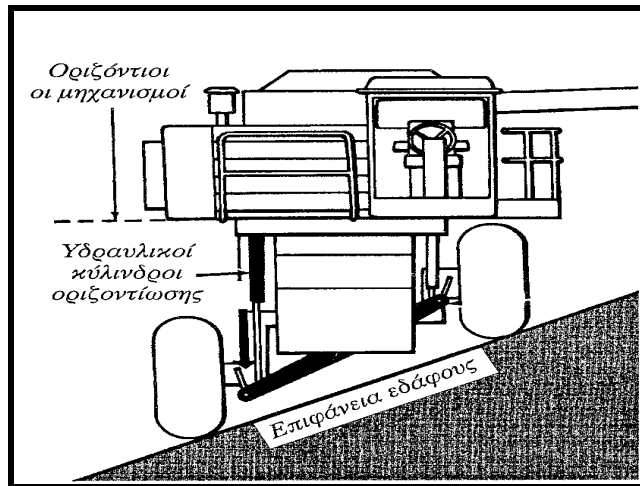
Στην εποχή μας υπάρχει μεγάλη ποικιλία τύπων και μεγεθών των θεριζοαλωνιστικών μηχανών, για να είναι κατάλληλες για διάφορα είδη επεξεργασίας αλλά και για πολλά γεωργικά προϊόντα.

Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές χαρακτηρίζονται ανάλογα με τον τρόπο τον οποίο μετακινούνται ως : α) αυτοκινούμενες (self propelled) και β) ελκόμενες (pull type). Τις αυτοκινούμενες μπορούμε να τις χαρακτηρίσουμε ως α) πεδινών ή επίπεδων εδαφών (level land) και β) επικλινών εδαφών (hill side).



Σχ.1.3 Αυτοκινούμενη θεριζοαλωνιστική μηχανή πεδινών εδαφών.





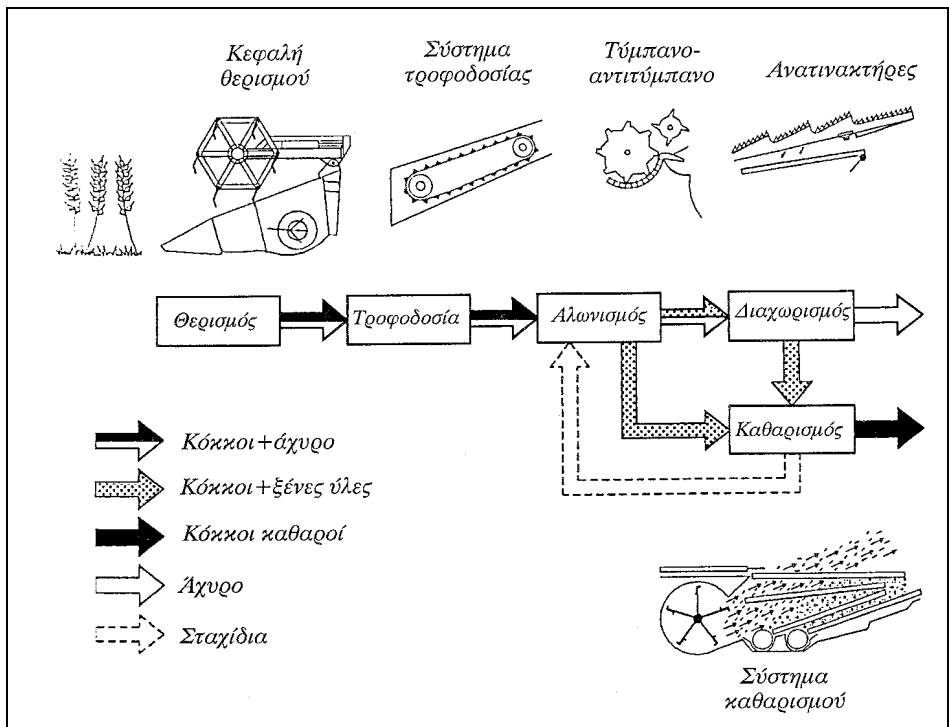
Σχ.1.4 Αυτοκινούμενη θεριζοαλωνιστική μηχανή επικλινών εδαφών.

### 1.2.2 Βασικοί μηχανισμοί μιας θεριζοαλωνιστικής μηχανής

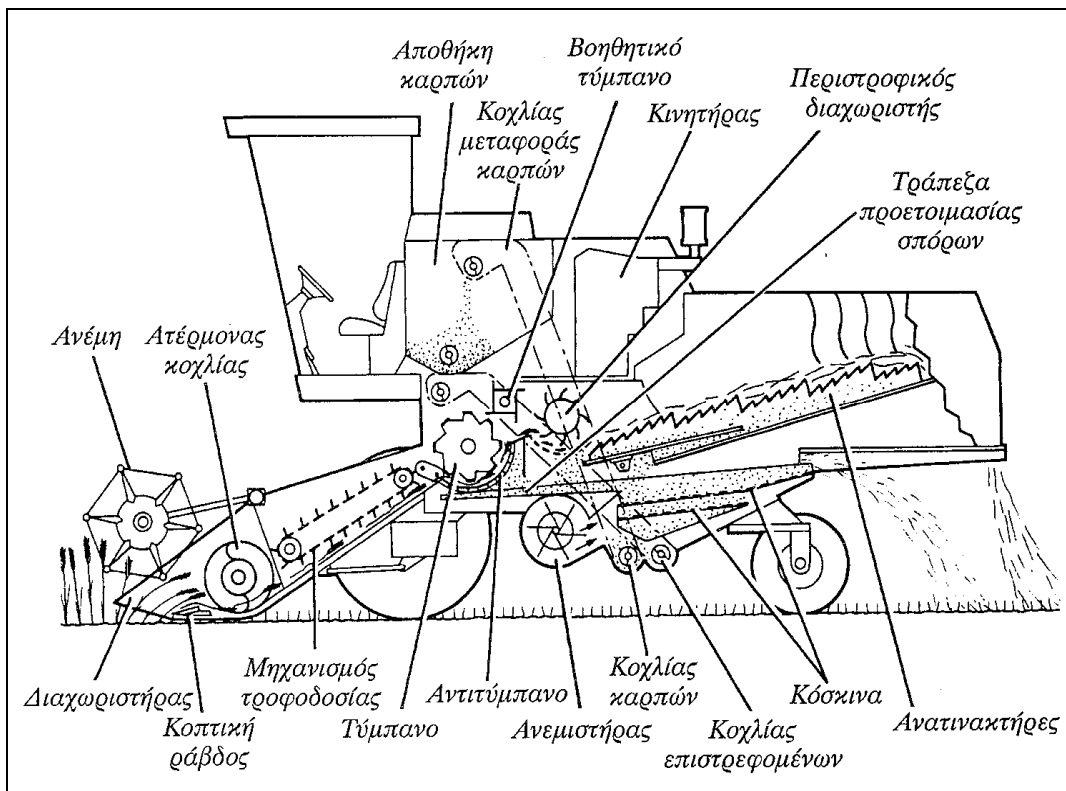
Η θεριζοαλωνιστική μηχανή είναι ένα από τα πιο σύνθετα γεωργικά μηχανήματα όχι μόνο σε ότι αφορά τα λειτουργικά της συστήματα (τους μηχανισμούς θερισμού-αλωνισμού), αλλά και τα συστήματα υποστήριξης (ισχύος, χειρισμού και ελέγχου).

Οι βασικοί μηχανισμοί μιας θεριζοαλωνιστικής μηχανής είναι

- α) ο μηχανισμός θερισμού που με τη βοήθεια του αποκόπτονται (θερίζονται) τα φυτά,
- β) ο μηχανισμός τροφοδοσίας, που προωθεί τα θερισμένα φυτά στους υπόλοιπους μηχανισμούς,
- γ) ο μηχανισμός αλωνισμού, ο οποίος αλωνίζει τους καρπούς (δηλαδή σπάζει το φλοιό και τον αποχωρίζει από τον καρπό),
- δ) ο μηχανισμός διαχωρισμού, που χωρίζει τους καρπούς από τους φλοιούς και τα άχυρα
- ε) ο μηχανισμός καθαρισμού, ο οποίος καθαρίζει τους σπόρους από τις ξένες ύλες και
- στ) ο μηχανισμός μεταφοράς των καρπών, που μεταφέρει τους καθαρούς καρπούς στο δοχείο του σπόρου.



Σχ.1.5 Βασικοί μηχανισμοί θεριζοαλωνιστικής μηχανής.



Σχ.1.6 Περιφερειακοί μηχανισμοί θεριζοαλωνιστικής μηχανής.

### 1.2.3 Ισχύς και μετάδοση κίνησης

Η θεριζοαλωνιστική μηχανή είναι ένα πολύ βαρύ και ογκώδες όχημα, του οποίου η κινηματική αλυσίδα είναι αρκετά πολύπλοκη. Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης θα πρέπει να παρέχει ισχύ τόσο για να μετακινείται το μηχάνημα, όσο και για να λειτουργούν οι περιφερειακοί μηχανισμοί και μάλιστα σε δύσκολες συνθήκες. Για να ανταπεξέλθει λοιπόν η μηχανή με επιτυχία και στις πιο δύσκολες συνθήκες, εφοδιάζεται με ισχυρούς κινητήρες, που η ισχύς τους μπορεί να κυμαίνεται από 70 kW έως και 270 kW (περίπου 95 ps με 370 ps). Πρέπει να τονίσουμε εδώ ότι οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές οι οποίες ανήκουν σε ένα τύπο που λέγεται περιστροφικός, απαιτούν υψηλότερη ισχύ από τις παραδοσιακές κατά 20% με 25%, και ότι η υδροστατική μετάδοση απαιτεί μεγαλύτερη ισχύ από τη μηχανική. Για να μετακινηθεί μηχανή που κενή ζυγίζει 12 t με αποθήκη γεμάτη, δηλαδή επιπλέον άλλους 8 t, απαιτεί για να ανέβει σε έδαφος με κλίση 10% ισχύ περίπου 60 kW - 70 kW. Σε επίπεδο έδαφος για τη μετακίνηση των μεγάλων θεριζοαλωνιστικών μηχανών απαιτείται ισχύς 20 kW - 30 kW.

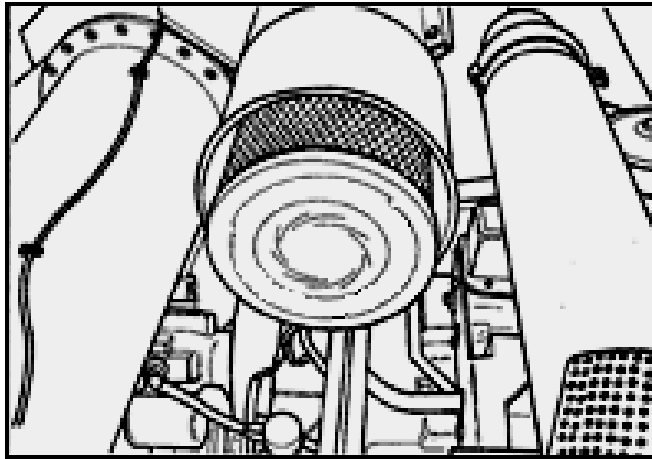
Επειδή οι μηχανές αυτές έχουν μεγάλο βάρος, μέχρι και 20 t, προκαλούν και σημαντικά προβλήματα στο έδαφος. Για να μειωθούν τέτοιου είδους προβλήματα ειδικοί επιστήμονες αυτού του τομέα επισημαίνουν ότι θα πρέπει να εφοδιάζονται με ερπύστριες ή να φέρουν τρεις ή τέσσερις άξονες αντί για δύο. Εφόσον όμως δεν γίνεται αλλιώς και παραμένουμε στους δύο άξονες, θα πρέπει να γίνει καλή κατανομή του βάρους, όπου η αποθήκη θα καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα.

Τις απαιτήσεις σε ισχύ μπορούμε να τις υπολογίσουμε χονδρικά με βάση την ποσότητα του άχυρου που διέρχεται από τη μηχανή. Η ισχύς αυτή υπολογίζεται περίπου σε 9 kWh/t (δηλαδή 9 Kw ανά τόνο διερχόμενου άχυρου την ώρα). Η ποσότητα του άχυρου που διέρχεται από τη μηχανή κυμαίνεται από 4,5 t/h έως 10 t/h. Αντί για το άχυρο μπορούμε να λάβουμε υπόψη τη συνολική μάζα που διέρχεται από τη μηχανή, λαμβάνοντας υπόψη ότι στα σιτηρά η αναλογία

καρπού/άχυρου είναι 1:1. Αν λοιπόν λάβουμε υπόψη τα παραπάνω μια μηχανή με τροφοδοσία 10 t άχυρου την ώρα απαιτεί ισχύ 90 kW, θα πρέπει όμως να ειπωθεί ότι μεγάλες φορτίσεις στο σύστημα του αλωνισμού μπορεί να απαιτήσουν διπλάσια αλλά ακόμα και τριπλάσια ισχύ. Γενικά το σύστημα του αλωνισμού απαιτεί υψηλή ισχύ, που επηρεάζεται από τον ρυθμό της τροφοδοσίας. Τα συστήματα διαχωρισμού και καθαρισμού απαιτούν μικρότερη ισχύ και σχετικά ανεξάρτητη του ρυθμού τροφοδοσίας.

#### **1.2.4 Κινητήρας θεριζοαλωνιστικής μηχανής**

Ο κινητήρας μιας θεριζοαλωνιστικής μηχανής μπορεί να έχει τέσσερις ή ακόμα και οχτώ κυλίνδρους και συνήθως η τοποθέτηση του γίνεται πίσω από την αποθήκη των καρπών σε ψηλό σημείο, ώστε έτσι να είναι προφυλαγμένος απ' τις σκόνες κατά την ώρα της συγκομιδής ή της μετακίνησης. Αρκετοί κατασκευαστές αντιθέτως προτιμούν την τοποθέτηση του χαμηλά για να χαμηλώνει το κέντρο βάρους της θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Ο κινητήρας εξαιτίας της φύσης της εργασίας έχει, εκτός των συνηθισμένων εξαρτημάτων, ένα ειδικό φίλτρο καθαρισμού του αέρα ψύξης και ένα ειδικό ενισχυμένο φίλτρο καθαρισμού του αέρα που εισάγεται στους κυλίνδρους. Το φίλτρο που προορίζεται για τον καθαρισμό του αέρα ψύξης είναι απαραίτητο είτε η μηχανή ψύχεται με αέρα είτε είναι υδρόψυκτη, για να κατακρατεί τη σκόνη, διότι είναι επικίνδυνο να καθίσει στις επιφάνειες απαγωγής του ψυγείου και να παρεμποδίζει την ψύξη του κινητήρα. Το φίλτρο για τον αέρα των κυλίνδρων έχει συνήθως ειδική διάταξη, έτσι ώστε μέσω ενός ακροφυσίου, με την κίνηση των καυσαερίων να επιτυγχάνεται η απομάκρυνση της σκόνης αυτομάτως.



Σχ.1.7 Ειδικό φίλτρο του αέρα εισαγωγής στους κυλίνδρους.

### 1.2.5 Μετάδοση της κίνησης στους περιφερειακούς μηχανισμούς

Η μετάδοση της κίνησης στους διάφορους περιφερειακούς μηχανισμούς της θεριζοαλωνιστικής μηχανής μπορεί να γίνεται μηχανικά, δηλαδή με τραπεζοειδείς μάντες, με αλυσίδες, ή με συνδυασμό αυτών των δύο, υδραυλικά ή υδροστατικά.

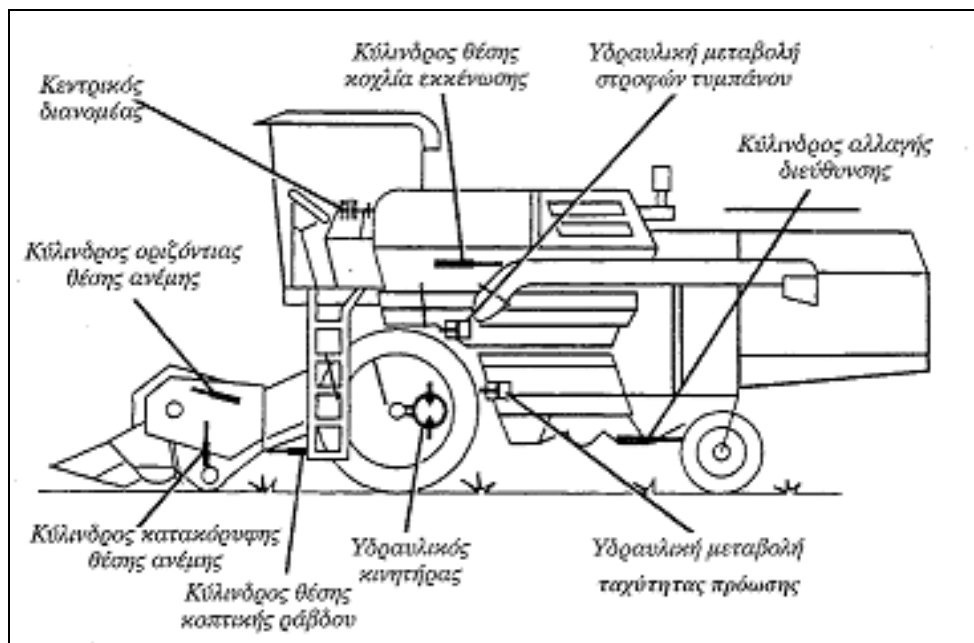
Η κίνηση από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης μεταδίδεται σε έναν κύριο άξονα και από εκεί διανέμεται στα σημεία όπου απαιτείται. Στα σημεία που απαιτούν μεταβολή ταχύτητας, όπως αυτό γίνεται στο τύμπανο, την ανέμη, την κοπτική ράβδο και σε διάφορους άλλους μηχανισμούς, παρεμβάλλονται τροχαλίες μεταβλητής διαμέτρου, μέσω των οποίων πετυχαίνουμε αυτή τη μεταβολή, με χειρισμό του κατάλληλου μοχλού.

Σε μερικά σημεία η περιστροφική κίνηση μετατρέπεται σε παλινδρομική, όπως στα σημεία της κοπτικής ράβδου και στα κόσκινα. Σε άλλα σημεία όπου υπάρχει κίνδυνος υπερφορτίσεων, όπως ο ατέρμονας κοχλίας, ο μηχανισμός τροφοδοσίας και άλλοι περιφερειακοί μηχανισμοί, υπάρχουν τροχαλίες με σύστημα συμπλέκτη που σταματά τη μετάδοση πάνω από ένα συγκεκριμένο σημείο φόρτισης. Σε διάφορες άλλες περιπτώσεις προβλέπεται αναστροφή κίνησης, για να υπερνικηθούν καταστάσεις υπερφόρτισης.

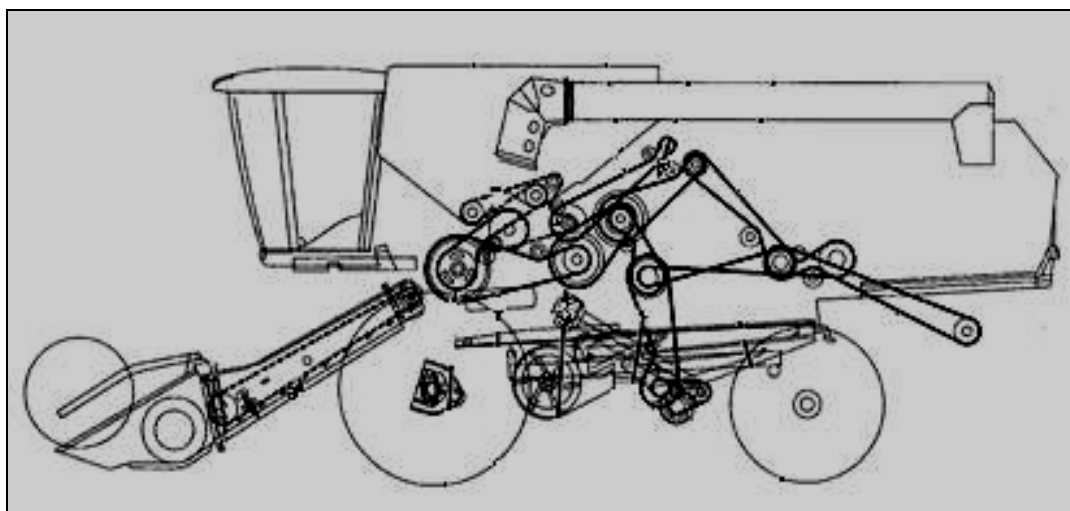
Η υδροστατική μετάδοση των μηχανισμών, ή τα υδραυλικά συστήματα, όπως είναι πιο γνωστά, επιτελούν

- α) την ανύψωση της κοπτικής κεφαλής,
- β) την ανύψωση της ανέμης και την οριζόντια μετατόπισή της, δηλαδή εμπρός-πίσω,
- γ) την αλλαγή διεύθυνσης του μηχανήματος (υδραυλικό τιμόνι) και κινούν πολλούς ακόμα περιφερειακούς μηχανισμούς.

Σε σύγχρονους τύπους θεριζοαλωνιστικών μηχανών, εκτός των προηγούμενων, μπορούν να ρυθμίζουν την κίνηση της ανέμης και τη μεταβολή της κίνησής της σε σχέση με την ταχύτητα που μετακινείται το μηχάνημα, την αναστροφή της φοράς περιστροφής του ατέρμονα κοχλία της κοπτικής κεφαλής καθώς και του συστήματος καθαρισμού, τα συστήματα αυτόματης ρύθμισης θέσης της κοπτικής κεφαλής, καθώς και την οριζοντίωση της μηχανής όταν εργάζεται σε έδαφος που έχει κλίση.



Σχ. 1.8 Υδραυλική μετάδοση κίνησης στους περιφερειακούς μηχανισμούς.



**Σχ. 1.9** Μηχανική μετάδοση κίνησης με ιμάντες στους περιφερειακούς μηχανισμούς.

### **1.2.6 Συστήματα μετάδοσης κίνησης θεριζοαλωνιστικών μηχανών**

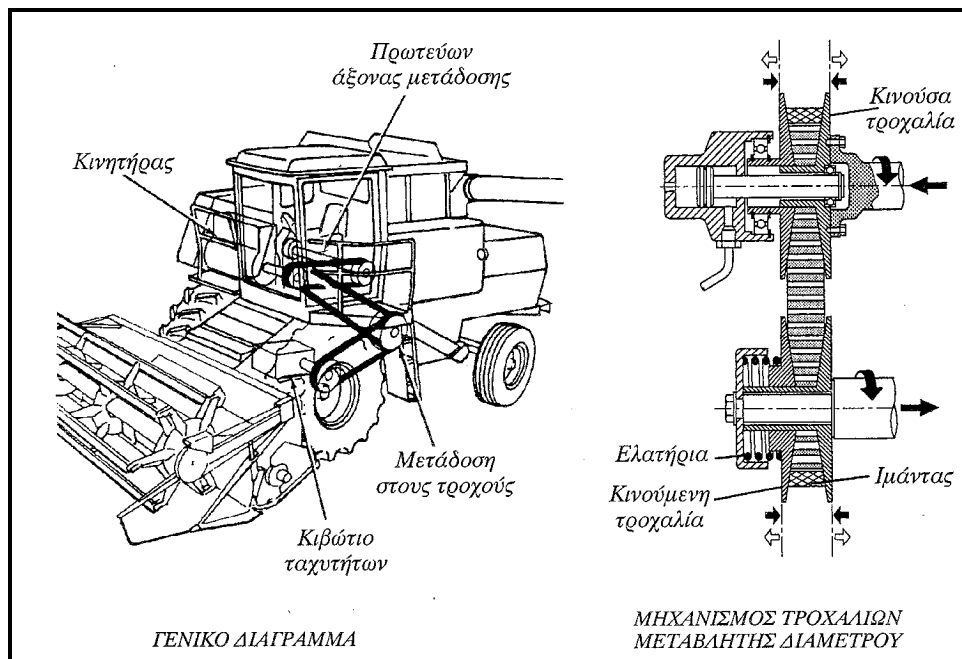
Από τον κινητήρα η κίνηση θα πρέπει να μεταδίδεται, εκτός απ' τους περιφερειακούς μηχανισμούς που προαναφέραμε και στους τροχούς της θεριζοαλωνιστικής μηχανής.

#### **1.2.6.1 Μετάδοση κίνησης στους κινητήριους τροχούς**

Η μετάδοση της κίνησης στους τροχούς μπορεί να γίνεται είτε μηχανικά είτε υδροστατικά. Στις μικρές θεριζοαλωνιστικές μηχανές πιο πολύ προτιμούν οι κατασκευαστές τη μηχανική μετάδοση. Στις μεγάλες όμως μηχανές, λόγω μεγάλου βάρους και ιδιαίτερα στις μηχανές που κάνουν και συγκομιδή ρυζιού, επειδή κατά την κίνηση μέσα στους ορυζώνες υπάρχουν μεγάλες αντιστάσεις λόγω της μορφολογίας του εδάφους, οι κατασκευαστές προτιμούν την υδροστατική μετάδοση κίνησης.

Στη μηχανική μετάδοση η κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα μεταδίδεται μέσω τροχαλίας και τραπεζοειδούς ιμάντα σε μια άλλη τροχαλία μεταβλητής διαμέτρου. Με την τροχαλία αυτή συνδέεται μια δεύτερη τροχαλία, επίσης μεταβλητής

διαμέτρου και αυτή. Από τη δεύτερη αυτή τροχαλία μεταδίδεται η κίνηση μέσω τραπεζοειδούς ιμάντα στον άξονα του συμπλέκτη (Σχ. 1.10).



Σχ.1.10 Μηχανική μετάδοση κίνησης στους τροχούς.

Οι τροχαλίες μεταβλητής διαμέτρου αποτελούνται από δύο τμήματα τα οποία είναι τοποθετημένα το ένα απέναντι απ' το άλλο, τα οποία μπορούν να απομακρύνονται ή να πλησιάζουν μεταξύ τους. Αναλόγως με τη θέση τους μεταβάλλεται και η θέση επαφής του ιμάντα, προκαλώντας έτσι μεταβολή στη λειτουργική διάμετρο της τροχαλίας.

Η μεταβολή της διαμέτρου των τροχαλιών επιτυγχάνεται με συστήματα είτε υδραυλικά, είτε ηλεκτρικά ή ηλεκτροϋδραυλικά, ενεργοποιείται δε από τη θέση του χειριστή.

Το σύστημα μετάδοσης κίνησης τοποθετείται στον εμπρόσθιο κινητήριο άξονα και περιλαμβάνει ένα μονόδισκο συμπλέκτη ξηρού τύπου, κιβώτιο ταχυτήτων, κιβώτιο διαφορικού και μειωτήρες τελικών μεταδόσεων. Το κιβώτιο ταχυτήτων συμπεριλαμβάνει και τα φρένα.



Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει πιο συχνά τρεις με τέσσερις εμπρόσθιες σχέσεις μετάδοσης και μία όπισθεν, με δυνατότητα κίνησης του οχήματος με 0,5 km/h έως και 30 km/h.

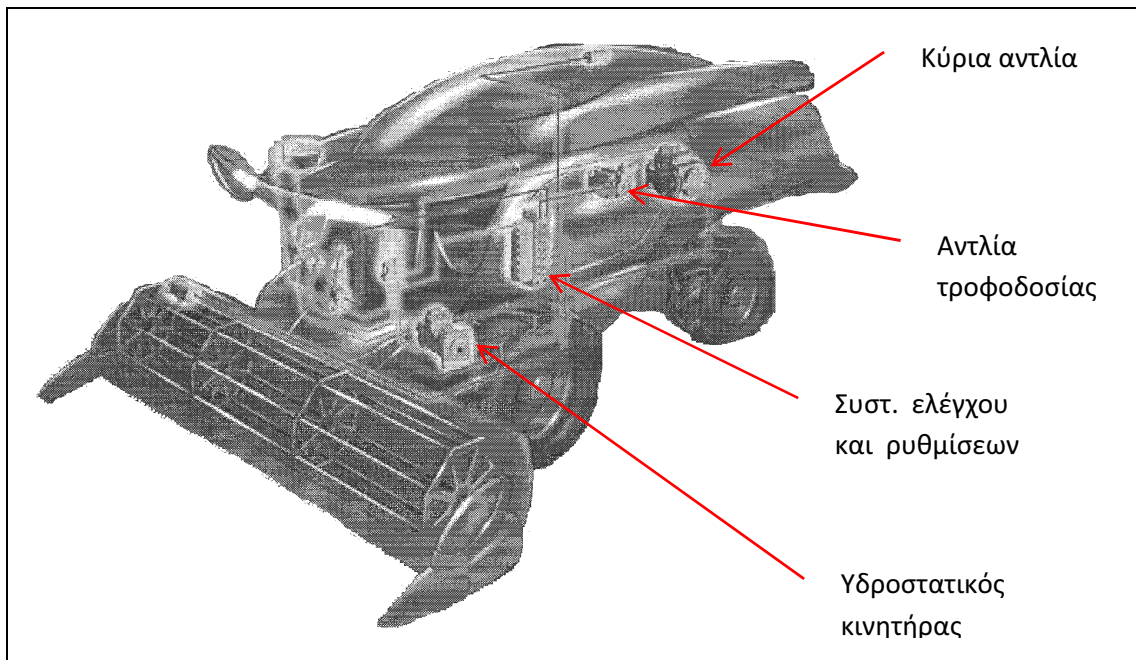
Για να κινηθεί η θεριζοαλωνιστική μηχανή, ο χειριστής, αφού σταθεροποιήσει τις στροφές του κινητήρα στη περιοχή που καθορίζει ο κατασκευαστής του μηχανήματος, δηλαδή στον ονομαστικό αριθμό, πατώντας τον συμπλέκτη επιλέγει τη σχέση που κρίνει ότι ταιριάζει στις συνθήκες εργασίας. Με ένα δεύτερο χειριστήριο επενεργεί στις τροχαλίες μεταβλητής διαμέτρου, και με την ίδια σχέση σε εμπλοκή πετυχαίνει αυξομείωση της ταχύτητας της κίνησης. Πρέπει εδώ να τονισθεί ότι ο χειριστής δε πρέπει να μεταβάλλει την ταχύτητα κίνησης με μεταβολή του αριθμού των στροφών του κινητήρα όπως γίνεται στους γεωργικούς ελκυστήρες ή σε άλλα οχήματα. Μεταβάλλοντας τον αριθμό των στροφών του κινητήρα επηρεάζεται η μετάδοση της κίνησης σε όλους τους περιφερειακούς μηχανισμούς και έτσι υπάρχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις στη λειτουργία του μηχανήματος.

Η ταχύτητα κίνησης την ώρα της συγκομιδής επηρεάζεται από τις συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι. Οι συνηθισμένες ταχύτητες κυμαίνονται ανάμεσα στα 3,5 km/h και 6,5 km/h με μέση ταχύτητα τα 5 km/h.

Στην περίπτωση που έχουμε υδροστατική μετάδοση κίνησης καταργείται ο συμπλέκτης και περιλαμβάνονται μια κύρια αντλία, μια αντλία τροφοδοσίας, υδροστατικοί κινητήρες, αγωγοί, συστήματα ελέγχου και ρυθμίσεων, όπως διάφορες βαλβίδες.

Οι υδροστατικοί κινητήρες συνδέονται είτε στο κιβώτιο ταχυτήτων είτε κατευθείαν στους τροχούς όπου και μεταδίδουν περιστροφική κίνηση.

Από έρευνες και δοκιμές προέκυψε ότι η υδροστατική μετάδοση στους οπίσθιους τροχούς διευκολύνει την κίνηση και μειώνει την αντίσταση της κύλισης μέχρι και 30%, εφόσον όμως οι οπίσθιοι τροχοί έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις, όπως μεγάλη διάμετρο και μικρό πλάτος.



Σχ. 1.11 Υδροστατική μετάδοση κίνησης στους τροχούς.

## **2. ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΤΗΣ ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ**

### **2.1 Εισαγωγή**

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέραμε βασικά στοιχεία για τις θεριζοαλωνιστικές μηχανές.

Στο παρόν κεφάλαιο θα επικεντρωθούμε στο σύστημα μετάδοσης κίνησης της θεριζοαλωνιστικής μηχανής τύπου CX της εταιρίας New Holland. Έτσι θα αποκτήσουμε μια πλήρη άποψη για τη ροή της κίνησης σ' αυτό το μηχάνημα.

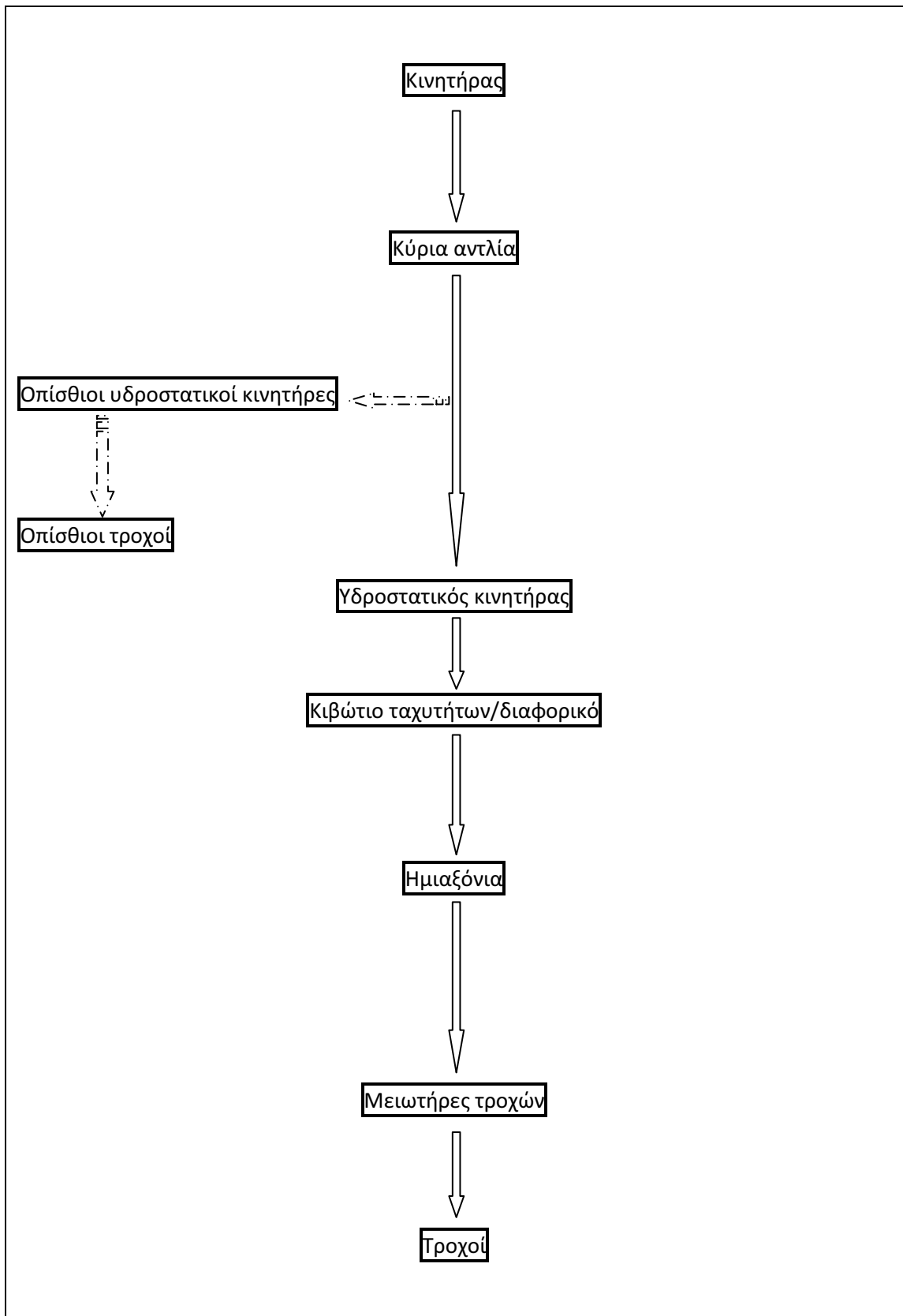
Αυτό το μοντέλο της New Holland έχει πραγματικά μεγάλο ενδιαφέρον, διότι δεν είναι ένα κοινό σύστημα μετάδοσης κίνησης όπως ξέρουμε απ' τα οχήματα ιδιωτικής ή δημόσιας χρήσης που χρησιμοποιούμε καθημερινά για τις ανάγκες μεταφοράς μας.

Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές τύπου CX της New Holland έχουν υδροστατικό σύστημα μετάδοσης κίνησης, δηλαδή ένα σύστημα που αποτελείται από μια αντλία η οποία μετατρέπει τη μηχανική ισχύ του κινητήρα (ροπή στρέψης επί γωνιακή ταχύτητα) σε υδραυλική ισχύ (πίεση επί παροχή) ενός υγρού το οποίο συμπιέζεται και οδηγείται σε έναν υδραυλικό κινητήρα όπου η ισχύς μετατρέπεται πάλι σε μηχανική.

### **2. 2 Σύστημα μετάδοσης κίνησης του CX της New Holland**

Γενικά γνωρίζουμε ότι τα συστήματα μετάδοσης κίνησης είναι συστήματα μηχανισμών που συνδέονται μεταξύ τους και έχουν ως προορισμό τη μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς, όποτε εμείς επιλέξουμε ότι θέλουμε να γίνει μετάδοση κίνησης, αλλά και στο βαθμό που εμείς επιθυμούμε να μεταδοθεί αυτή η κίνηση.

Η κινηματική αλυσίδα του CX της New Holland, δηλαδή η διάταξη μηχανισμών με την οποία συνδέεται ο κινητήρας (μονάδα ισχύος) με τους κινητήριους τροχούς, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

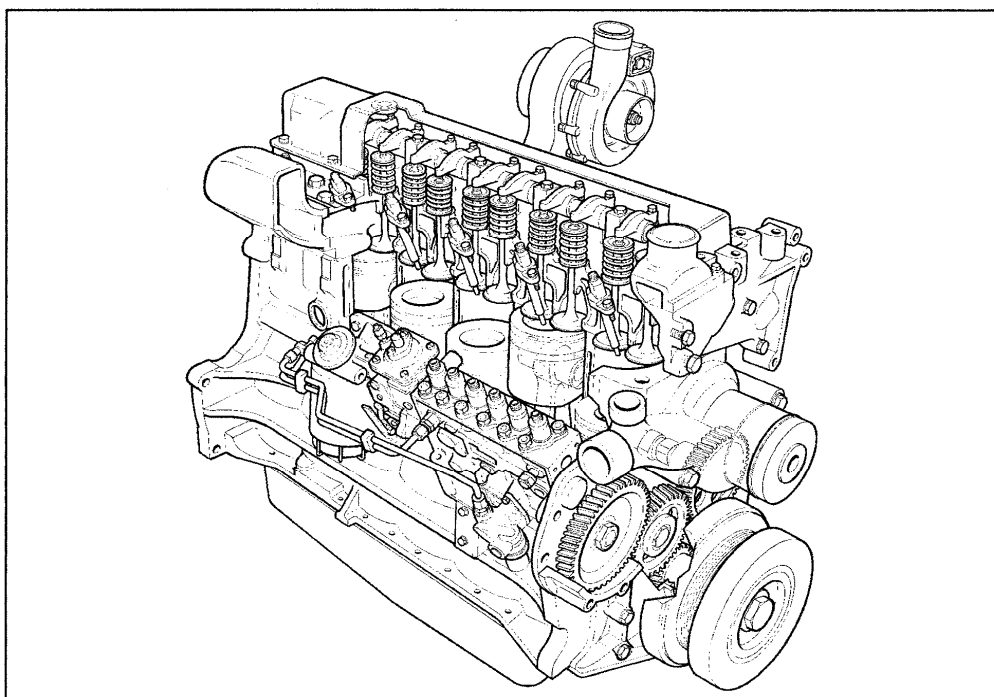


Σχ. 2.0 κινηματική αλυσίδα CX

Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά ο κάθε μηχανισμός που παρεμβάλλεται στη κινηματική αλυσίδα της θεριζοαλωνιστικής μηχανής CX της New Holland ώστε να μεταφέρεται η κίνηση απ' τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς.

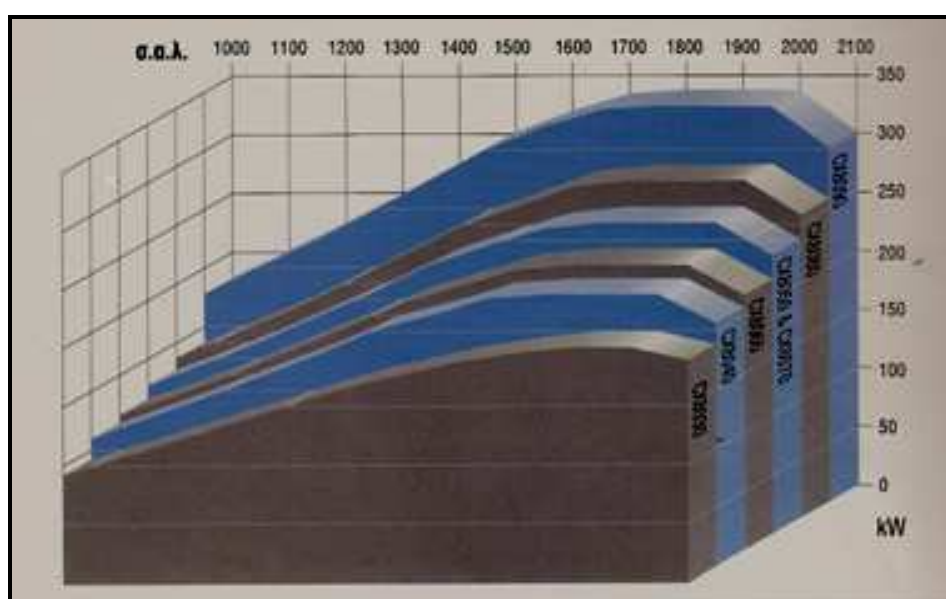
### 2.2.1 Κινητήρας του CX New Holland

Αυτό το μοντέλο έχει έναν εξακύλινδρο πετρελαιοκινητήρα. Είναι ένας τεχνολογικά προηγμένος κινητήρας με τεχνολογία Common Rail πολύ ισχυρός σε απόδοση. Αυτός ο ισχυρός κινητήρας εξασφαλίζει συνεχή και σταθερή παροχή ισχύος και διατηρεί σταθερές τις στροφές των αξόνων μετάδοσης των συστημάτων αλωνισμού, διαχωρισμού και καθαρισμού ακόμα και στις πιο δύσκολες συνθήκες εργασίας. Επίσης διαθέτει πλήρη ηλεκτρονικό έλεγχο για βελτιστοποίηση της διαδικασίας καύσης και επίτευξη υψηλότερης ισχύος και ροπής.



Σχ.2.1 Κινητήρας CX.

Για τις διάφορες εκδόσεις του CX της New Holland μπορεί να αναφερθεί συνοπτικά ότι τα κυβικά των κινητήρων κυμαίνονται σε  $7500 \text{ cm}^3$  -  $10300 \text{ cm}^3$ , η μέγιστη ισχύς ανάλογα με την έκδοση κυμαίνεται σε  $180 \text{ kW}$  ( $244 \text{ hp}$ ) –  $340 \text{ kW}$  ( $462 \text{ hp}$ ) σε μία περιοχή στροφών  $2000 \text{ rpm}$  –  $2100 \text{ rpm}$ , η εσωτερική διάμετρος των κυλίνδρων κυμαίνεται μεταξύ  $111,8 \text{ mm}$  –  $125 \text{ mm}$ , διαδρομή των εμβόλων μεταξύ  $127 \text{ mm}$  –  $140 \text{ mm}$  και η σχέση συμπίεσης μεταξύ  $16:0.8$  –  $17:1$ , επίσης ανάλογα με την έκδοση του μοντέλου CX.



Σχ.2.2 Καμπύλες ισχύος διάφορων εκδόσεων του μοντέλου CX της New Holland.

### 2.2.2 Κύρια αντλία

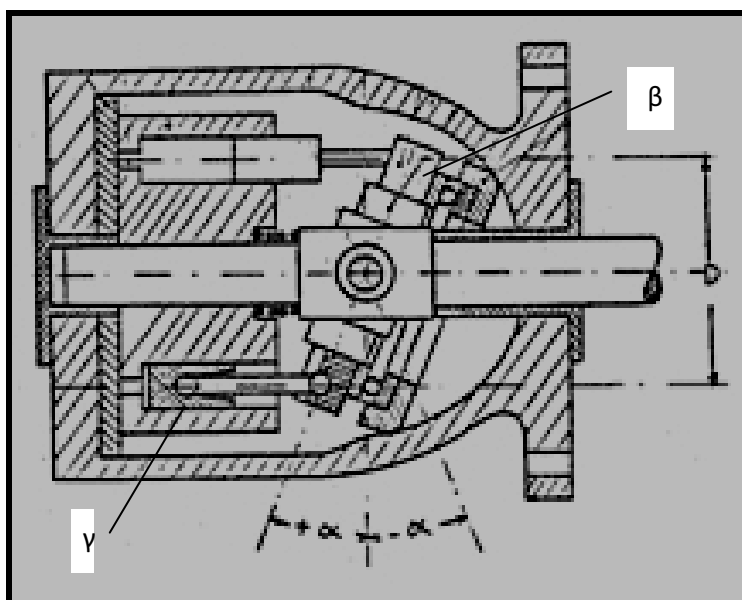
Η ροπή στρέψης απ' τον κινητήρα μεταδίδεται στην κύρια αντλία. Η κύρια αντλία είναι εμβολοφόρα, ρυθμιζόμενης ειδικής παροχής.

Οι εμβολοφόρες αντλίες είναι οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες αντλίες στις υδροστατικές μεταδόσεις κίνησης. Όλα τα είδη και οι παραλλαγές των εμβολοφόρων αντλιών έχουν βασικά τα εξής μέρη: Ένα κυλινδρικό τύμπανο, στο οποίο έχει ανοιχτεί ένας αριθμός από κυλινδρικές οπές που τα κέντρα τους βρίσκονται σε μια περιφέρεια διαμέτρου  $D$ , σε ίσες γωνιακές αποστάσεις μεταξύ

τους, και οι άξονες τους είναι παράλληλοι με τον άξονα του κυλινδρικού τυμπάνου. Μέσα στους μικρούς αυτούς κυλίνδρους, υπάρχει δυνατότητα να παλινδρομούν μικρά έμβολα.

Εκτός όμως από εμβολοφόρα, αναφέραμε ότι είναι και ρυθμιζόμενης ειδικής παροχής (δηλαδή παροχής ανά περιστροφή της αντλίας). Στις αντλίες αυτές ρυθμιζόμενης ειδικής παροχής, η ειδική παροχή είναι δυνατό να μεταβληθεί από το μηδέν ως μια μέγιστη τιμή, ενώ οι στροφές της αντλίας παραμένουν σταθερές. Η ρύθμιση της παροχής γίνεται με μεταβολή της ειδικής παροχής αρ.

Για να μεταβληθεί η ειδική παροχή, μεταβάλλεται η γωνία κλίσης σε έναν κλινόμενο δίσκο με τη βοήθεια ενός κυλίνδρου ελέγχου.



**Σχ. 2.3** Τομή κύριας αντλίας, εμβολοφόρας με ρυθμιζόμενη ειδική παροχή.

D: διάμετρος περιφέρειας

$\alpha$ : γωνία κλίσης κλινόμενου δίσκου

$\beta$ : κλινόμενος δίσκος

$\gamma$ : παλινδρομικό έμβολο

Η ειδική παροχή της υδροστατικής αντλίας δίνεται από τον τύπο:

$$q_p = \alpha_p \cdot q_{pmax}$$

δηλαδή είναι το γινόμενο του συντελεστή ρύθμισης ( $\alpha_p$ ) επί τη μέγιστη ειδική παροχή ( $q_{pmax}$ ). Πρέπει επίσης να πούμε ότι ο συντελεστής ρύθμισης  $\alpha_p$  κυμαίνεται μεταξύ  $0 < \alpha_p < 1$ .

### 2.2.3 Υδροστατικός κινητήρας

Η κύρια αντλία στέλνει λάδι δια μέσου κατάλληλου ελαστικού σωλήνα στον υδροστατικό κινητήρα της θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Το μοντέλο CX έχει έναν εμβολοφόρο υδροστατικό κινητήρα σταθερής ειδικής παροχής για τη μετατροπή της υδραυλικής ισχύος σε ροπή στρέψης. Αυτός ο τύπος κινητήρα λειτουργεί αντίστροφα απ' την υδροστατική αντλία, παίρνει δηλαδή μια ορισμένη παροχή υγρού υπό μια ορισμένη πίεση, την οποία μετατρέπει σε περιστροφική κίνηση στην άτρακτο με συγκεκριμένη ροπή στρέψης.

Η παροχή του υδροστατικού κινητήρα δίνεται από τον τύπο:

$$Q_m = n_m \cdot q_m / \eta_m$$

δηλαδή από το πηλίκο του γινομένου του αριθμού των στροφών λειτουργίας ( $n_m$ ) επί την ειδική παροχή ( $q_m$ ) δια του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης του κινητήρα ( $\eta_m$ ), ο οποίος εκφράζει την αυξημένη, σε σχέση με τη θεωρητική, απορρόφηση παροχής από τον κινητήρα, εξαιτίας της συμπιεστότητας του υδραυλικού υγρού και διαρροών του από διάκενα μεταξύ κινητών και ακίνητων μερών του.

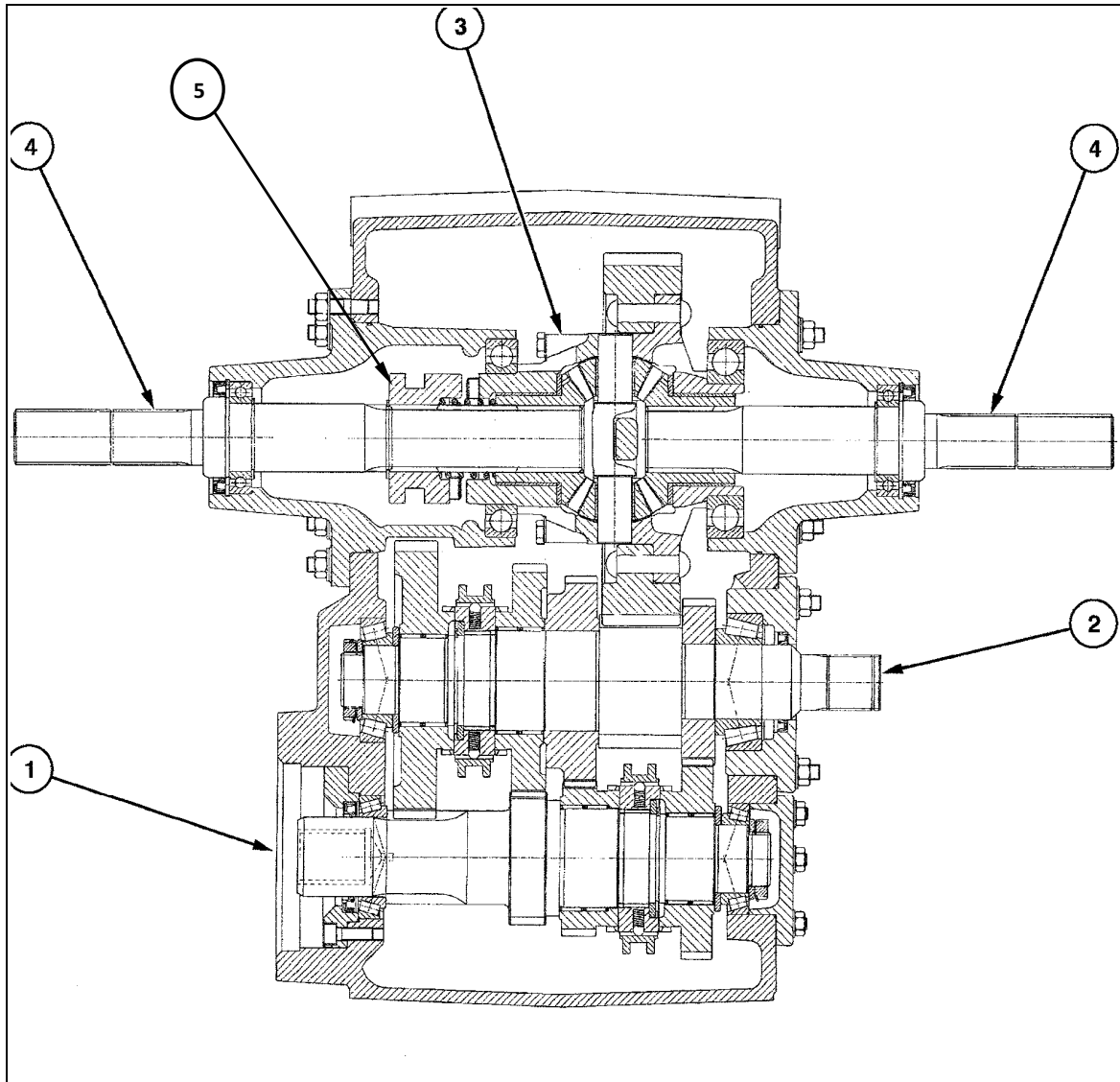
### 2.2.4 Κιβώτιο ταχυτήτων και διαφορικό CX New Holland

Ο υδροστατικός κινητήρας μεταφέρει στη συνέχεια ροπή στρέψης με τον άξονα εξόδου του στην είσοδο του κιβωτίου ταχυτήτων.

Το κιβώτιο ταχυτήτων του CX είναι απλό, μηχανικό, με τέσσερις ταχύτητες για πορεία πρόσω και μία για πορεία όπισθεν και έχει ενσωματωμένο μέσα στο



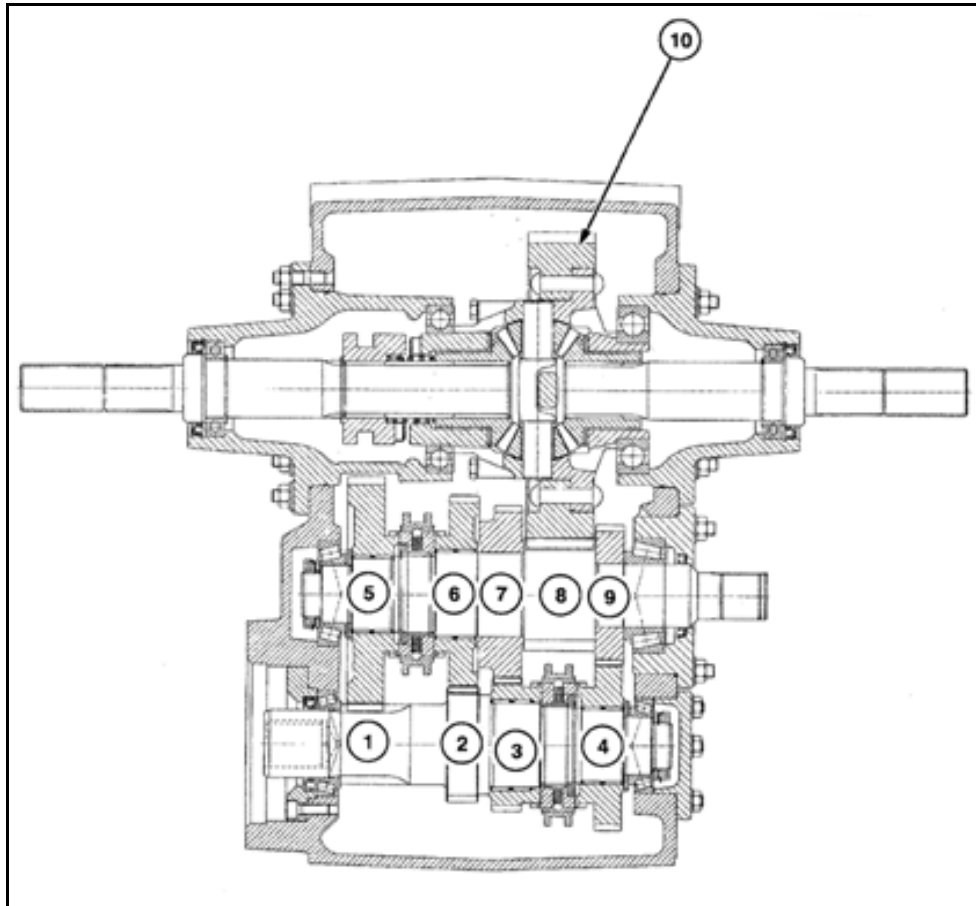
κέλυφος του κιβωτίου και το συγκρότημα του διαφορικού. Το διαφορικό του CX κινείται από τον άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων μέσω μετωπικής οδόντωσης και έχει αναστολέα διαφορισμού, το λεγόμενο κάρο.



**Σχ. 2.4** Κιβώτιο με ενσωματωμένο διαφορικό CX.

- 1 . άξονας εισόδου
- 2 . άξονας εξόδου
- 3 . συγκρότημα διαφορικού
- 4 . ημιαξόνια διαφορικού
- 5 . αναστολέας διαφορισμού

Παρακάτω διακρίνονται οι οδοντωτοί τροχοί που πρέπει να συνεργαστούν για να επιτευχθεί η απαραίτητη σχέση μετάδοσης ανάλογα τις συνθήκες εργασίας:



Σχ. 2.5 Συνεργαζόμενοι οδοντωτοί τροχοί.

1-5-8-10: 1<sup>η</sup> σχέση μετάδοσης

2-6-8-10: 2<sup>η</sup> σχέση μετάδοσης

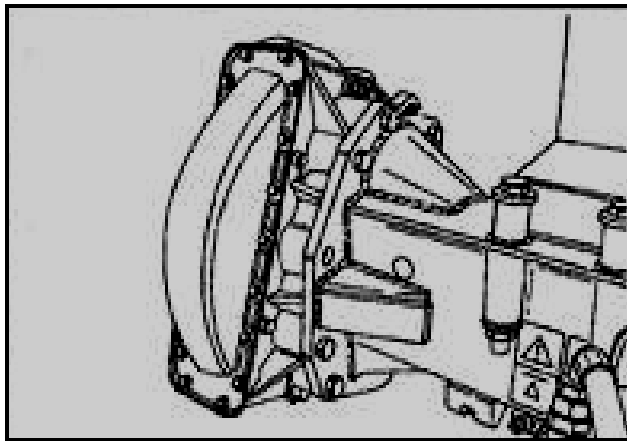
3-7-8-10: 3<sup>η</sup> σχέση μετάδοσης

4-9-8-10: 4<sup>η</sup> σχέση μετάδοσης

Σχεδόν σε όλες τις εκδόσεις του μοντέλου CX οι σχέσεις μετάδοσης των κιβωτίων είναι οι εξής: 1<sup>η</sup>: 18/58, 2<sup>η</sup>: 35/62, 3<sup>η</sup>: 45/61, 4<sup>η</sup>: 59/48.

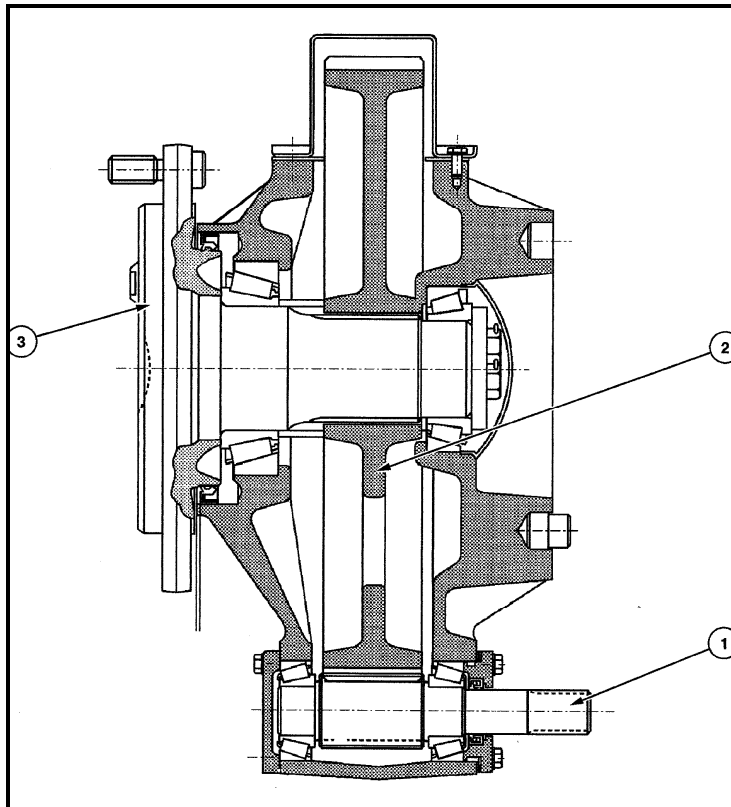
Επίσης ανάλογα με την έκδοση έχουμε τις εξής σχέσεις διαφορικού (σχέση δοντιών των τροχών 8:10) : 18/71, 16/71 και 20/61.

Στην έξοδο της κίνησης του διαφορικού έχουμε δύο ημιαξόνια δεξιά και αριστερά, τα οποία όμως δεν δίνουν την κίνηση κατευθείαν στους τροχούς, αλλά μεταξύ των ημιαξονίων και των τροχών παρεμβάλλονται μειωτήρες.



**Σχ. 2.6** Κιβώτιο του μειωτήρα στροφών των τροχών (ακραίας μετάδοσης).

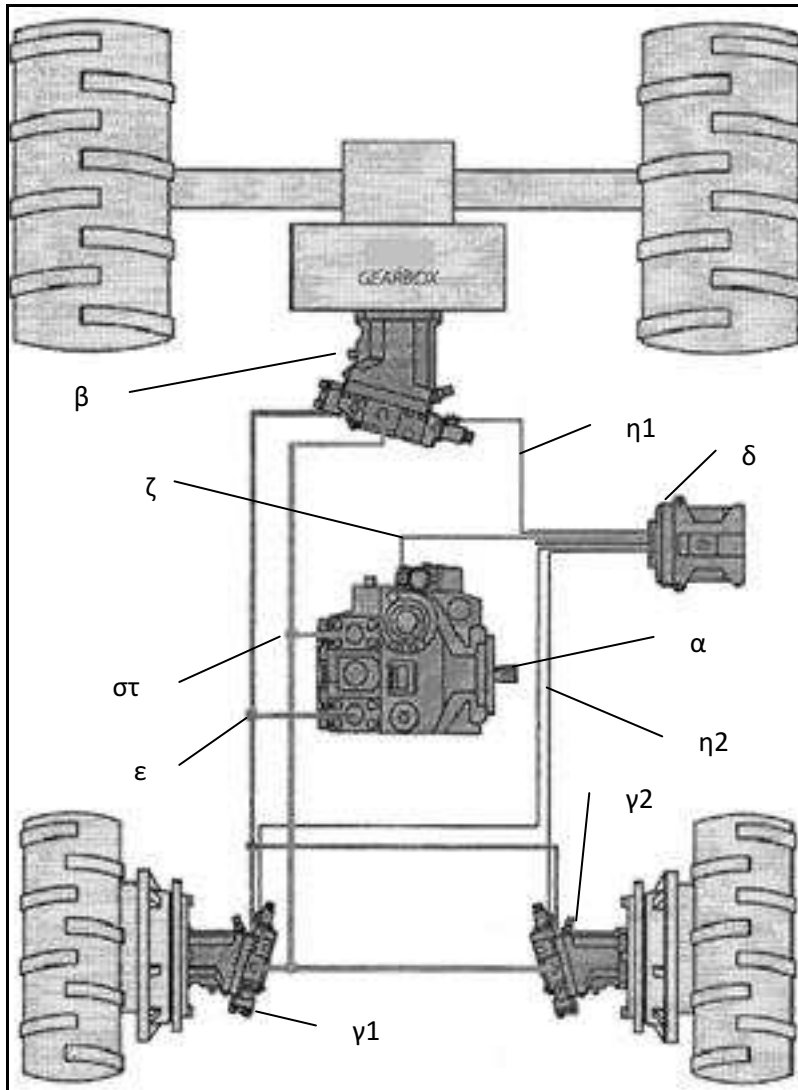
Αυτοί οι μειωτήρες είναι ένα απλό ζεύγος μετωπικών οδοντώσεων προς μεγαλύτερη μείωση των στροφών και αντίστοιχη αύξηση της ροπής από το διαφορικό προς τους τροχούς. Η σχέση μετάδοσής τους στα μοντέλα CX είναι 11/111.



**Σχ. 2.7** Τομή κιβωτίου μειωτήρα των τροχών (ακραίας μετάδοσης).

- 1 .άξονας εισόδου
- 2 .γρανάζι εξόδου
- 3 .βάση τροχού

Πρέπει να αναφερθεί ότι προαιρετικά το μοντέλο CX της New Holland μπορεί να έχει, κατά παραγγελία, κίνηση και στους οπίσθιους τροχούς, οι οποίοι είναι και οι διευθυντήριοι τροχοί του οχήματος. Στη περίπτωση που έχουμε και στους οπίσθιους τροχούς κίνηση, τότε οι υδρστατικοί κινητήρες μεταφέρουν κατευθείαν τη ροπή στρέψης στους οπίσθιους τροχούς χωρίς να παρεμβάλλεται ούτε κιβώτιο ταχυτήτων ούτε διαφορικό αλλά ούτε και ημιαξόνια.



**Σχ. 2.7** Περίπτωση θεριζοαλωνιστικής μηχανής με κίνηση και στους δύο άξονες.

α. κύρια αντλία

β. υδροστατικός κινητήρας εμπρόσθιου άξονα

γ1, γ2. υδροστατικοί κινητήρες οπίσθιου άξονα

δ. αντλία τροφοδότησης

ε. Γραμμή υψηλής πίεσης

στ. Γραμμή επιστροφής χαμηλής πίεσης

ζ. Τροφοδότηση λαδιού κύριας αντλίας

η1, η2. Αγωγοί για τροφοδοσία της γραμμής επιστροφής υψηλής πίεσης, για την αντικατάσταση λαδιού που δαπανάται για λίπανση και έκπλυση των απωλειών λόγω εσωτερικών διαρροών.

Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι αν έχουμε κίνηση στον οπίσθιο άξονα της θεριζοαλωνιστικής μηχανής τύπου CX, τότε έχουμε διαφορετικό υδροστατικό κινητήρα σε κάθε τροχό, αντιθέτως με τον εμπρόσθιο άξονα που έχουμε έναν υδροστατικό κινητήρα και για τους δύο τροχούς.

Τέλος όταν έχουμε κίνηση στους οπίσθιους τροχούς, για να γίνει ο διαφορισμός των στροφών τους όταν στρίβει η θεριζοαλωνιστική, επειδή όπως προαναφέρθηκε δεν υπάρχει διαφορικό στον οπίσθιο άξονα, υπάρχει ένα ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα. Αυτό το ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα αποτελείται από σωλήνες υψηλής πίεσης και ηλεκτροϋδραυλικές βαλβίδες. Τον διαφορισμό των στροφών μεταξύ των τροχών τον επιτυγχάνει χάρις στην αυξομείωση της υψηλής πίεσης του συστήματος, από την οποία περιστρέφονται οι υδροστατικοί κινητήρες.

### **3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΘΕΡΙΖΟΑΛΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ**

#### **3.1 Εισαγωγή**

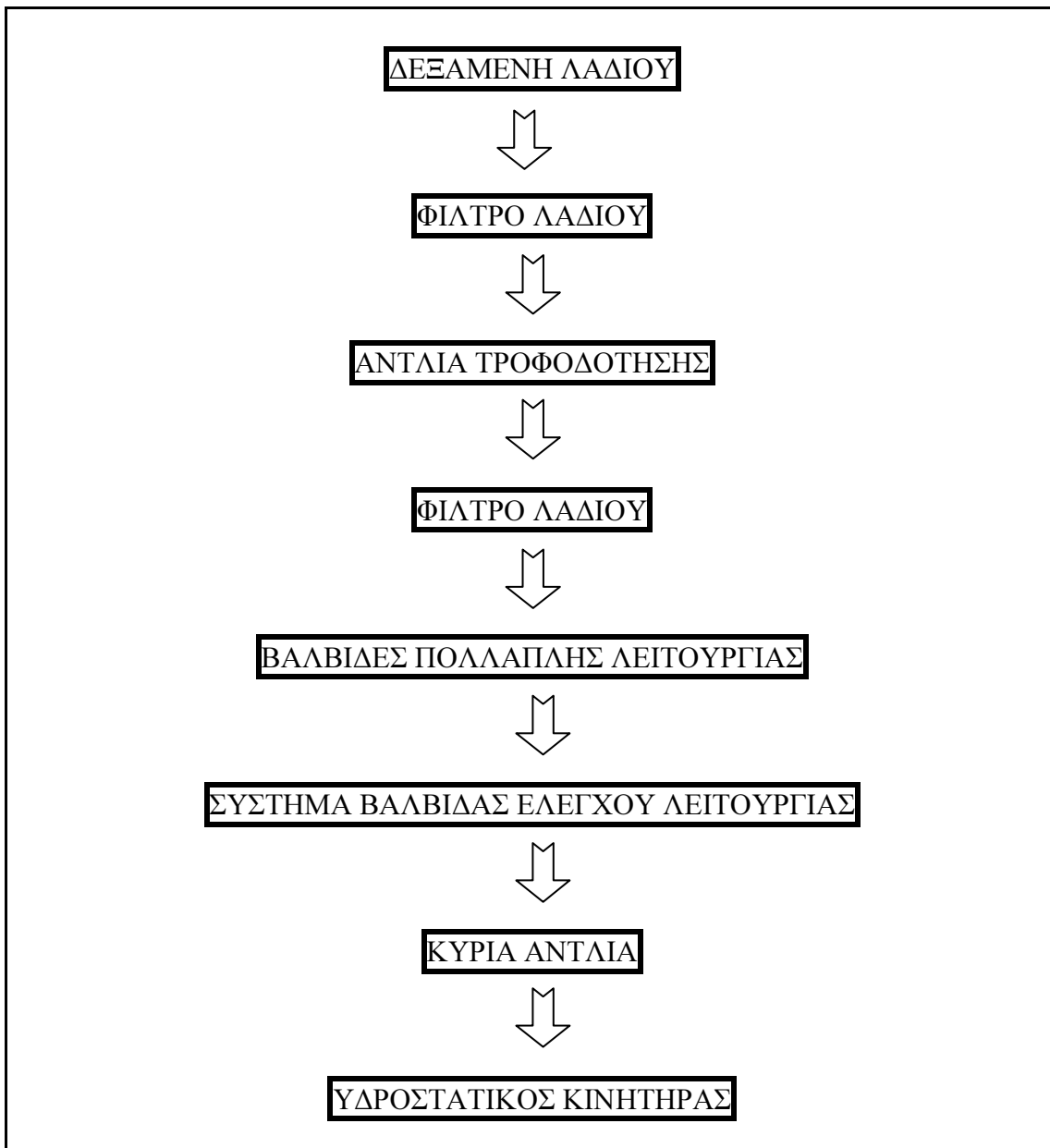
Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται πως λειτουργεί το υδροστατικό σύστημα (υδροστατικό κιβώτιο ταχυτήτων) μιας θεριζοαλωνιστικής μηχανής τύπου CX της New Holland.

Πιο συγκεκριμένα περιγράφεται τι εξαρτήματα εμπλέκονται και συνεργάζονται από τον άξονα εξόδου του κινητήρα έως τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.

#### **3.2 Βασικά εξαρτήματα υδροστατικού συστήματος.**

Το υδροστατικό σύστημα του CX της New Holland αποτελείται από δεκάδες εξαρτήματα όπως βαλβίδες, κυλινδράκια, μικρά έμβολα, ελαστικούς σωλήνες, πηνία κλπ, αλλά είναι σημαντικό να αναφέρουμε τα πιο βασικά.

Τα πιο βασικά στοιχεία στην πορεία του λαδιού του υδροστατικού συστήματος απ' τη δεξαμενή έως και τον κινητήρα που θα περιστρέψει τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων φαίνονται στο σχήμα της επόμενης σελίδας.



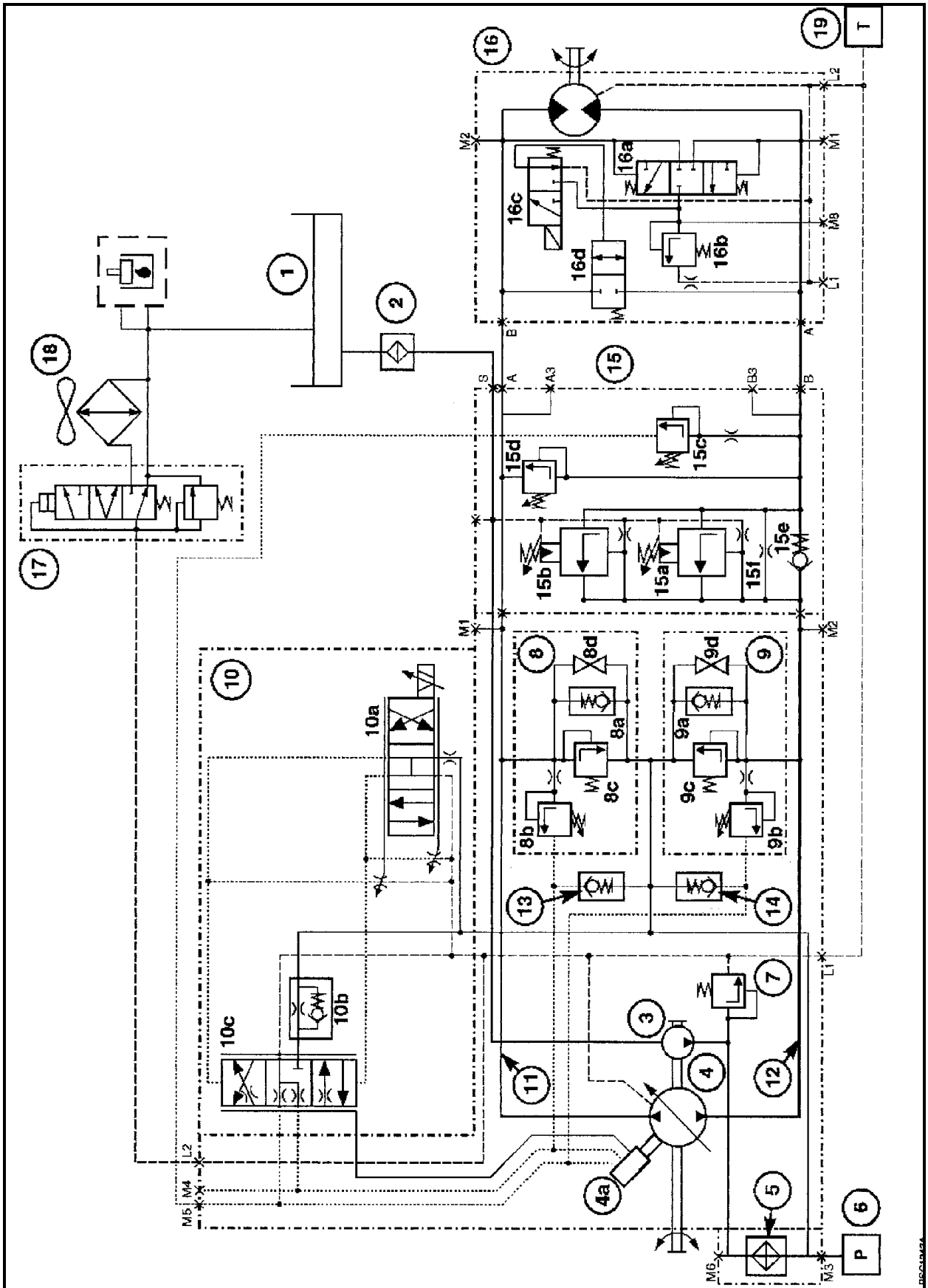
Σχ.3.0 Βασικά εξαρτήματα υδροστατικού συστήματος μετάδοσης κίνησης.



Με βάση το σχήμα 3.0 μπορούμε να πούμε ότι ο κινητήρας μέσω του άξονα εξόδου περιστρέφει την αντλία τροφοδότησης και αυτή αναρροφά λάδι απ' τη δεξαμενή λαδιού το οποίο φιλτράρεται σε ένα πρώτο φίλτρο λαδιού. Έτσι αφού κάνει την αναρρόφηση του λαδιού, η αντλία τροφοδότησης το στέλνει μέσω ενός δεύτερου φίλτρου λαδιού στις βαλβίδες πολλαπλής λειτουργίας.

Στη συνέχεια οι βαλβίδες πολλαπλής λειτουργίας επιτρέπουν να περάσει το λάδι προς το σύστημα βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας και μέσω αυτού του συστήματος το λάδι καταλήγει στην κύρια αντλία, που κινείται από τον κινητήρα του οχήματος. Η κύρια αντλία με τη σειρά της αυξάνει την πίεση του λαδιού, το οποίο κατευθύνεται μέσω ενός σωλήνα υψηλής πίεσης στον υδροστατικό κινητήρα. Τέλος ο υδροστατικός κινητήρας περιστρέφεται και μεταφέρει ροπή στρέψης στον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.

Παρακάτω στο σχήμα 3.1 παριστάνεται πλήρως το κύκλωμα του υδροστατικού συστήματος του CX. Διακρίνονται αναλυτικά όλες οι βαλβίδες και τα λοιπά συστήματα των βασικών συστημάτων που προαναφέραμε.



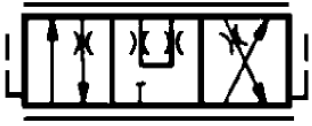


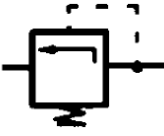



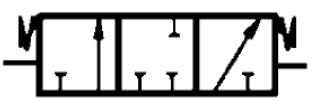

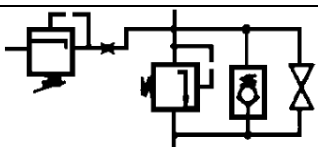
Σχ. 3.1 Πλήρες σχεδιάγραμμα υδραυλικού συστήματος μετάδοσης κίνησης.

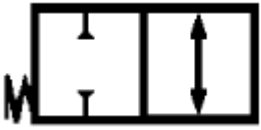


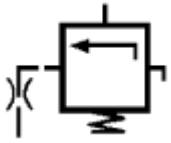
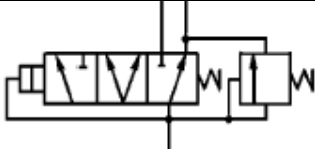
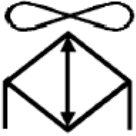

Επεξήγηση των εξαρτημάτων του υδροστατικού συστήματος μετάδοσης κίνησης:

- 1 Δεξαμενή λαδιού
- 2 Φίλτρο λαδιού (με διάμετρο οπών 100 μm)
- 3 Αντλία τροφοδότησης
- 4 Κύρια αντλία (ρυθμιζόμενης ειδικής παροχής)
- 4a Κύλινδροι ελέγχου ειδικής παροχής κύριας αντλίας
- 5 Φίλτρο λαδιού
- 6 Αισθητήρας (διακόπτης) πίεσης τροφοδότησης
- 7 Βαλβίδα ανακούφισης αγωγού τροφοδότησης
- 8 Συγκρότημα εμπρόσθιας βαλβίδας πολλαπλής λειτουργίας
- 8a Βαλβίδα ελέγχου τροφοδότησης
- 8b Βαλβίδα ελέγχου πίεσης (420 bar)
- 8c Βαλβίδα ανακούφισης υψηλής πίεσης (420bar)
- 8d Παρακαμπτήρια βαλβίδα (bypass)
- 9 Συγκρότημα οπίσθιας βαλβίδας πολλαπλής λειτουργίας
- 9a Βαλβίδα ελέγχου τροφοδότησης
- 9b Βαλβίδα ελέγχου πίεσης (420 bar)
- 9c Βαλβίδα ανακούφισης υψηλής πίεσης (450 bar) (6525 psi)
- 9d Παρακαμπτήρια βαλβίδα (bypass)
- 10 Συγκρότημα βαλβίδας ελέγχου της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας (4) μέσω των κυλίνδρων 4a.
- 10a Μαγνητική βαλβίδα ελέγχου
- 10b Βαλβίδα αντεπιστροφής με δίοδο
- 10c Βαλβίδα τριών θέσεων
- 11 Γραμμή υψηλής πίεσης πρόσω
- 12 Γραμμή υψηλής πίεσης όπισθεν
- 13 Βαλβίδα αντεπιστροφής
- 14 Βαλβίδα αντεπιστροφής
- 15 Συγκρότημα πέδησης κυρίου αγωγού
- 15a Βαλβίδα ελέγχου ροής (280bar) (4060 psi)

- 15b Βαλβίδα ελέγχου ροής (280 bar) (4060 psi)
- 15c Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης (400 bar) (5800 psi)
- 15d Βαλβίδα ανακούφισης κρουστικών φορτίων (450 bar) (6525 psi)
- 15e Βαλβίδα αντεπιστροφής
- 15f Δίοδος
- 16 Συγκρότημα υδροστατικού κινητήρα (σταθερής ειδικής παροχής)
- 16a Βαλβίδα τριών θέσεων
- 16b Βαλβίδα ανακούφισης εκροής
- 16c Μαγνητική βαλβίδα ανακούφισης
- 16d Βαλβίδα ελέγχου ροής
- 17 Παρακαμπτήρια βαλβίδα ψυγείου λαδιού
- 18 Ψυγείο λαδιού
- 19 Αισθητήρας θερμοκρασίας
- 20 Γραμμή εκρών πέδης κυρίου αγωγού

Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί η επεξήγηση των υδραυλικών συμβόλων.

Σύμβολο	Επεξήγηση
	Βαλβίδα τριών θέσεων
	Βαλβίδα ελέγχου με δίοδο
	Κύρια αντλία (υψηλής πίεσης) διπλής ενέργειας, ρυθμιζόμενης ειδικής παροχής και αντλία τροφοδότησης σταθερής ειδικής παροχής
	Ανακουφιστική βαλβίδα αγωγού τροφοδότησης
	Φίλτρο λαδιού
	Αισθητήρας θερμοκρασίας
	Μαγνητική βαλβίδα τριών θέσεων
	Βαλβίδα παλινδρομικού εμβόλου
	Βαλβίδα αντεπιστροφής
	Βαλβίδα πολλαπλής λειτουργίας – Βαλβίδα ανακούφισης ρυθμισμένη σε 420 bar

Σύμβολο	Επεξήγηση
	Βαλβίδα ανακούφισης υδροστατικού κυκλώματος
	Υδροστατικός κινητήρας διπλής ενέργειας, με σταθερή ειδική παροχή
	Μαγνητική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης
	Βαλβίδα ανακούφισης εκροής σταθερής ροής
	Παρακαμπτήρια βαλβίδα ψυγείου λαδιού υδροστατικού συστήματος(θερμοστατικώς ρυθμιζόμενη)
	Ψυγείο λαδιού υδροστατικού συστήματος
	Αισθητήρας πίεσης τροφοδότησης (διακόπτης)

Σχ.3.2 Επεξήγηση υδραυλικών συμβόλων.

### 3.3 Περιγραφή λειτουργίας του υδροστατικού συστήματος

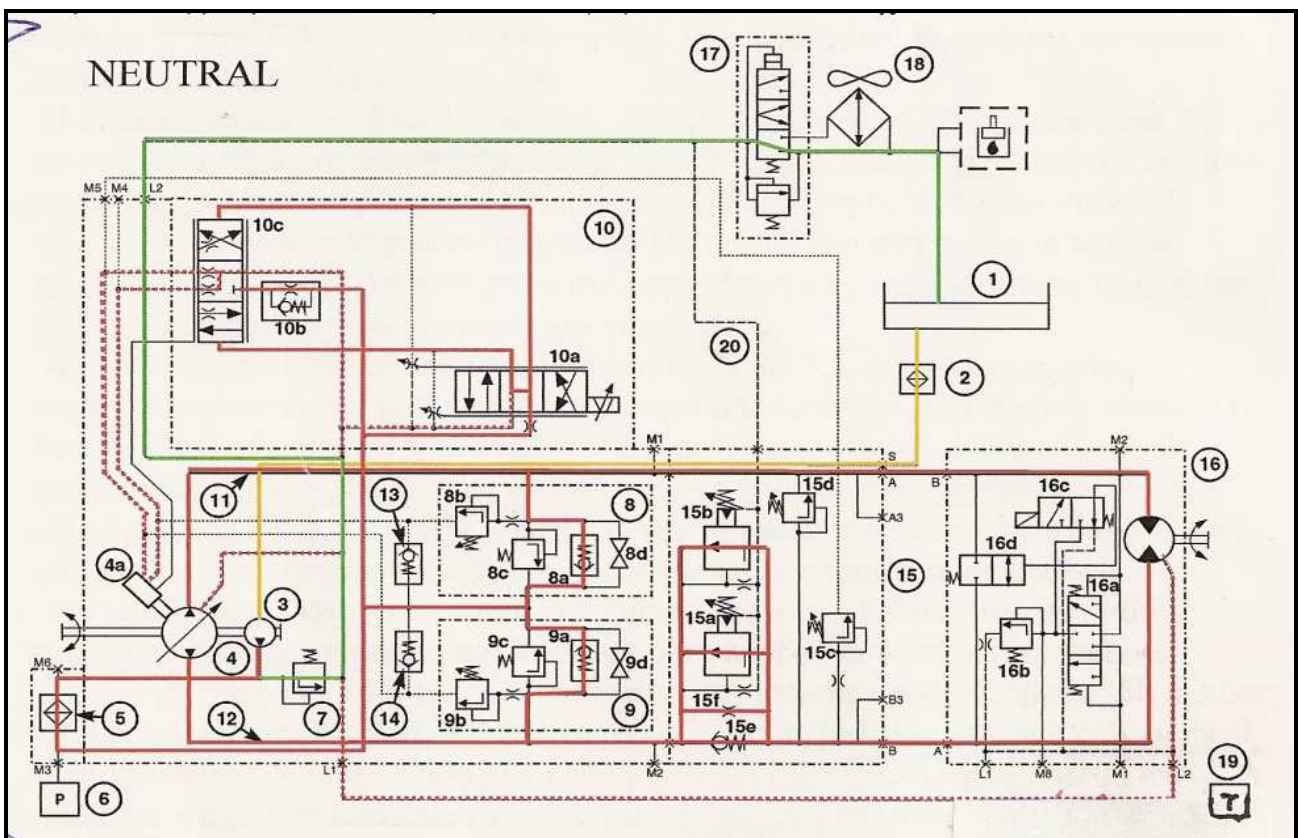
Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά οι πιο βασικές λειτουργίες του υδροστατικού συστήματος μετάδοσης κίνησης του CX.

#### 3.3.1 Λειτουργία του υδροστατικού συστήματος σε κατάσταση νεκρά (σχ.3.3)

Με τη μηχανή σε λειτουργία και τον μοχλό του υδροστατικού συστήματος στη νεκρά η αντλία τροφοδότησης 3 αναρροφά λάδι από τη δεξαμενή 1, δια μέσου ενός

προστατευτικού φίλτρου 2. Το λάδι στη συνέχεια καταθλίβεται με πίεση περίπου 25 bar δια μέσου του φίλτρου 5 προς τις βαλβίδες πολλαπλής λειτουργίας 8 και 9. Η πίεση από την αντλία τροφοδότησης ανοίγει τις βαλβίδες ελέγχου τροφοδότησης 8a και 9a, γεμίζοντας με λάδι πίεσης τροφοδότησης την κύρια αντλία 4, τις γραμμές υψηλής πίεσης 11 και 12, την πέδη κυρίου αγωγού 15 και τον υδροστατικό κινητήρα 16. Επίσης τροφοδοτείται το συγκρότημα της βαλβίδας ελέγχου 10 και μέσω αυτού και οι κύλινδροι ελέγχου 4a της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας 4.

Ο κλινόμενος δίσκος ρύθμισης της υδροστατικής αντλίας παραμένει κάθετος προς τον άξονα εισόδου, ώστε τα έμβολα δεν εκτελούν αξονική κίνηση, με συνέπεια να μην υπάρχει καθόλου ροή λαδιού υψηλής πίεσης προς τις γραμμές υψηλής πίεσης 11 και 12.



Σχ.3.3 Σχεδιάγραμμα λειτουργίας σε κατάσταση νεκρά.

Όταν η πίεση της αντλίας τροφοδότησης μέσα στο σύστημα αυξηθεί στα 34 bar, η ανακουφιστική βαλβίδα 7 ανοίγει και το λάδι ρέει δια μέσου της θερμοστατικώς ρυθμιζόμενης παρακαμπτήριας βαλβίδας του ψυγείου λαδιού 17 προς τη δεξαμενή 1.

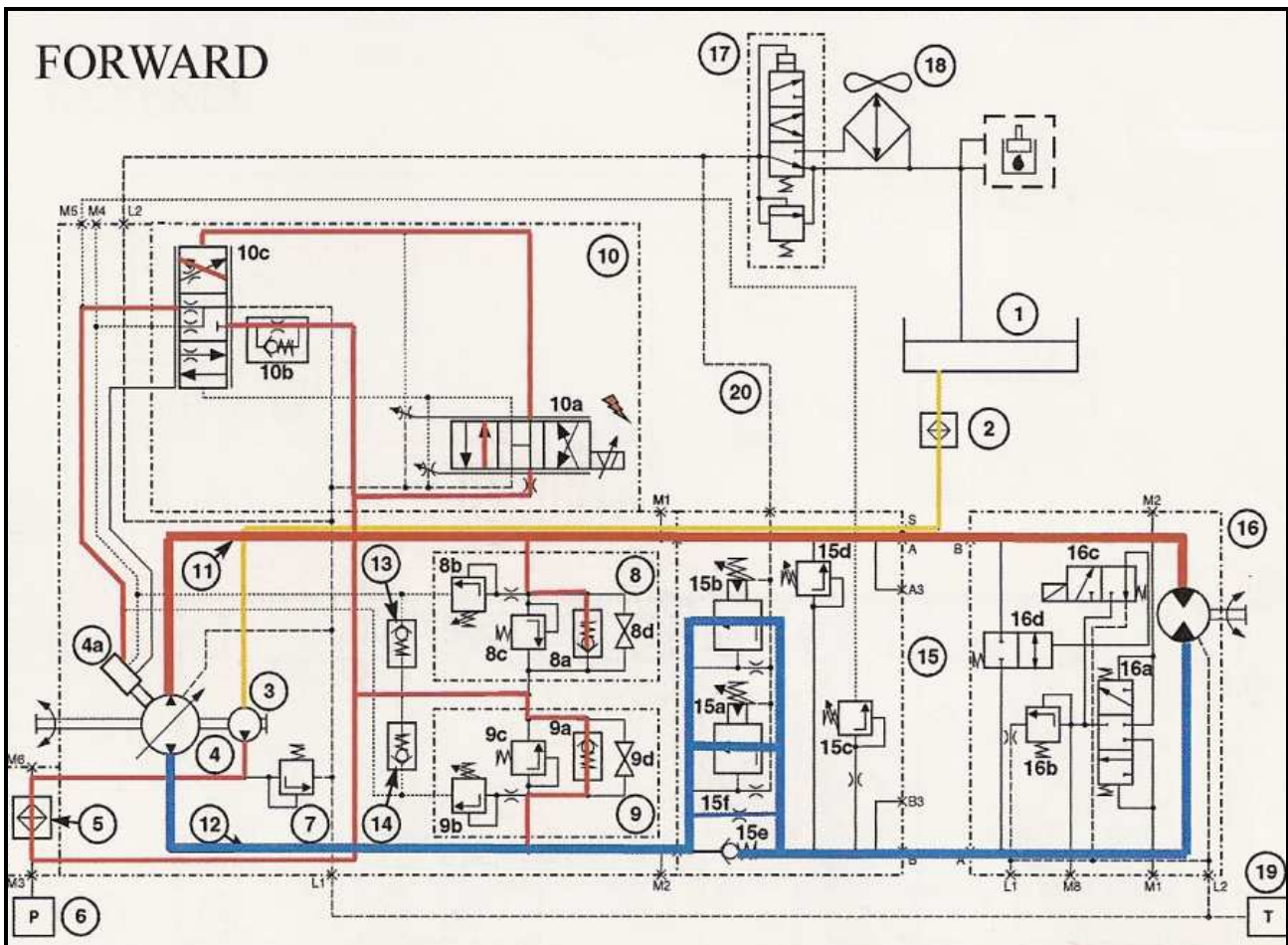
Αν η θερμοκρασία λαδιού είναι κάτω από 49° C το λάδι ρέει κατ' ευθείαν προς τη δεξαμενή 1, ενώ αν η θερμοκρασία λαδιού είναι πάνω από 49° C η θερμοστατικώς ρυθμιζόμενη παρακαμπτήρια βαλβίδα του ψυγείου λαδιού 17 μετατοπίζεται και εκτρέπει τη ροή λαδιού δια μέσου του ψυγείου λαδιού 18.

### **3.3.2 Λειτουργία του υδροστατικού συστήματος σε πορεία πρόσω (σχ. 3.4)**

Όταν ο μοχλός χειρισμού του υδροστατικού συστήματος τοποθετηθεί στη θέση πορείας πρόσω, ένα μαγνητικό πηνίο μετατοπίζει τη βαλβίδα ελέγχου 10a στη θέση που συμβολίζεται στο σχήμα, ώστε να επιτέπει τη διέλευση του λαδιού τροφοδότησης προς τη βαλβίδα τριών θέσεων 10c. Σαν αποτέλεσμα η βαλβίδα 10c μετατοπίζεται στη θέση που συμβολίζεται στο σχήμα, επιτρέποντας τη ροή του λαδιού τροφοδότησης προς τους κυλίνδρους ελέγχου 4a της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας 4.

Η πίεση του λαδιού επενεργεί πάνω στους κυλίνδρους ελέγχου 4a και κινεί τον κλινόμενο δίσκο της κύριας αντλίας 4, προξενώντας αξονική κίνηση των εμβόλων και αυξάνοντας την πίεση μέσα στην εμπρόσθια γραμμή υψηλής πίεσης 11 προς τον υδροστατικό κινητήρα 16.





Σχ. 3.4 Σχεδιάγραμμα λειτουργίας σε πορεία πρόσω.

### 3.3.2.1 Λειτουργία με σταθερή αντίσταση (ροπή) στον υδροστατικό κινητήρα

Η αυξημένη πίεση μέσα γραμμή υψηλής πίεσης 11, στην κατάσταση λειτουργίας πρόσω, προκαλεί περιστροφική κίνηση των εμβόλων του υδροστατικού κινητήρα, εξαναγκάζοντας τον άξονα εξόδου του υδροστατικού κινητήρα να στρέφεται κατά τη κατεύθυνση της πορείας πρόσω. Το λάδι επιστρέφει από τη γραμμή επιστροφής 12, δια μέσου της πέδης κυρίου αγωγού 15 προς την κύρια αντλία 4.

Επίσης η αύξηση πίεσης στη γραμμή 11 κλείνει τη βαλβίδα ελέγχου της εμπρόσθιας βαλβίδας πολλαπλής λειτουργίας 8a, εμποδίζοντας την ανάπτυξη υψηλής πίεσης (αντίθλιψης) στο κύκλωμα τροφοδότησης της αντλίας 3.

Η αντλία τροφοδότησης 3 εξακολουθεί να τροφοδοτεί τη γραμμή επιστροφής υψηλής πίεσης 12 δια μέσου της βαλβίδας ελέγχου τροφοδότησης 9a του

συγκροτήματος οπίσθιας βαλβίδας πολλαπλής λειτουργίας 9, προς αντικατάσταση του λαδιού που δαπανάται για λίπανση και έκπλυση, καθώς και των απωλειών λόγω εσωτερικών διαρροών.

Το λάδι που επιστρέφει από τον υδροστατικό κινητήρα 16 διέρχεται δια μέσου των βαλβίδων ροής της πέδης κυρίου αγωγού 15 και επιστρέφει στην κύρια αντλία.

### **3.3.2.2 Ψύξη κύριας αντλίας και υδροστατικού κινητήρα**

Αν η πτώση πίεσης στον υδροστατικό κινητήρα φθάσει τα 13 bar, το λάδι υπό πίεση από την κύρια αντλία 4 μετακινεί τη βαλβίδα 16a, εντός του συγκροτήματος του υδροστατικού κινητήρα 16, συνδέοντας τη γραμμή επιστροφής 12 με τη βαλβίδα ανακούφισης 16b.

Η ανακουφιστική βαλβίδα 16b ανοίγει σε μια χαμηλότερη πίεση από τη βαλβίδα ανακούφισης αγωγού πλήρωσης 7, με συνέπεια λίγο από το λάδι του κυκλώματος τροφοδότησης να ρέει δια μέσου της ανακουφιστικής βαλβίδας 16b προς το δοχείο συλλογής διαρροών του υδροστατικού κινητήρα. Το λάδι αυτό ρέει στη συνέχεια προς το ψυγείο λαδιού δια μέσου του δοχείου συλλογής διαρροών του κελύφους της υδροστατικής αντλίας, ψύχοντας τα σώματα του κινητήρα και της κύριας αντλίας.

### **3.3.2.3 Παρουσία αντιστάσεων στο υδροστατικό σύστημα**

Σε ένα υδροστατικό κιβώτιο ταχυτήτων με υδροστατικό κινητήρα σταθερής ειδικής παροχής η πτώση πίεσης του λαδιού στον υδροστατικό κινητήρα είναι ανάλογη της ροπής του, δηλαδή της αντίστασης πρόωσης. Προκειμένου να αποφεύγεται η υπερφόρτιση του κινητήρα ( που μπορεί να προκαλέσει την καταστροφή του) σε περίπτωση πολύ αυξημένης αντίστασης πρόωσης, ο συνδυασμός των βαλβίδων 16a ÷ 16d εξασφαλίζει ότι η μέγιστη πίεση εισόδου του λαδιού στον υδροστατικό κινητήρα δεν υπερβαίνει το ύψος των 420 bar.

Αν η αντίσταση ροπής στον υδροστατικό κινητήρα 16 αυξηθεί (π.χ. λόγω ανηφορικής πορείας), τότε η πίεση μέσα στην εμπρόσθια γραμμή υψηλής πίεσης 11 θα αυξηθεί. Καθώς η πίεση φθάνει τα 420 bar η ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 8b

ανοίγει, επιτρέποντας τη ροή του λαδιού προς το έμβολο του αντίθετου κυλίνδρου 4a ελέγχου της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας 4 με επενέργεια αντίθετη του λαδιού που διοχετεύεται μέσω της βαλβίδας 10, από την αντλία τροφοδότησης, δηλαδή μειώνοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου και την παροχή της αντλίας, προστατεύοντας το υδροστατικό σύστημα από υπερπίεση.

Για να εξασφαλίζεται ότι η πίεση που επιδρά επί του εμβόλου του δεύτερου (αντίθετου) κυλίνδρου 4a ελέγχου της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας 4 δεν υπερβαίνει την πίεση της αντλίας τροφοδότησης (που δρα επί του πρώτου κυλίνδρου ελέγχου 4a), καθώς το λάδι ρέει δια μέσου της ρυθμιστικής βαλβίδας πίεσης 8b, η πίεση 420 bar ανοίγει τη βαλβίδα ελέγχου 13, και τη βαλβίδα ελέγχου τροφοδότησης 9a, επιτρέποντας τη ροή λαδιού μέσα στο κύκλωμα τροφοδότησης. Μέσα στο κύκλωμα η πίεση περιορίζεται από την ανακουφιστική βαλβίδα αγωγού τροφοδότησης 7.

Αν η πίεση μέσα στη γραμμή υψηλής πίεσης υπερβεί τα 450 bar (οπότε δημιουργείται ένα τίναγμα) τότε ανοίγει η ανακουφιστική βαλβίδα 8c, επιτρέποντας τη ροή λαδιού κατ' ευθείαν από τη γραμμή υψηλής πίεσης 11 προς τη γραμμή επιστροφής 12, δια μέσου της βαλβίδας ελέγχου τροφοδότησης 9a (στην περίπτωση αυτή ο υδροστατικός κινητήρας παρακάμπτεται).

Κατά την προσπάθεια να σταματήσουμε σε ώρα ανάγκης την θεριζοαλωνιστική μηχανή (δηλαδή κατά την απότομη μετακίνηση του μοχλού ελέγχου του υδροστατικού συστήματος από κίνηση προς τη νεκρά) ο υδροστατικός κινητήρας 16 λειτουργεί ως αντλία.

Αυτό συμβαίνει διότι ενώ εμείς θέλουμε να βάλουμε το όχημα σε κατάσταση νεκρά, το όχημα λόγω αδράνειας συνεχίζει να κινείται, με αποτέλεσμα οι τροχοί να περιστρέφουν το κιβώτιο ταχυτήτων και συγχρόνως μαζί με το κιβώτιο να περιστρέφεται και ο υδροστατικός κινητήρας 16, ο οποίος έτσι αναγκάζεται να στέλνει λάδι προς την κύρια αντλία 4. Αυτό κάνει την αντλία 4 να λειτουργεί ως κινητήρας, με κίνδυνο να αυξηθούν οι στροφές της μηχανής υπερβολικά και να προκληθούν ζημιές στη μηχανή και την κύρια αντλία.

Για να εμποδίσουμε αυτό, αν η πίεση επιστροφής του λαδιού από τον υδροστατικό κινητήρα υπερβεί τα 280 bar (180 bar σε κάποια μοντέλα της ίδιας σειράς), οι βαλβίδες πέδησης ροής 15a και 15b μέσα στην πέδη κυρίου αγωγού

αρχίζουν να κλείνουν. Το λάδι ρέοντας δια μέσου των βαλβίδων πέδησης ροής 15a και 15b, μετατρέπει μεγάλο μέρος της υδροστατικής του ενέργειας σε θερμότητα και με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η αντίσταση πέδησης.

Η δίοδος 15f επιτρέπει το πλήρες κλείσιμο των βαλβίδων 15a και 15b πάνω από μια συγκεκριμένη παροχή. Η πίεση προς την αντλία αυξάνεται τότε ξανά και καθώς μειώνεται η ειδική παροχή της, η ροπή στρέψης επί της μηχανής διατηρείται στο μέγιστο.

Αν η πίεση επιστροφής στη γραμμή 12 φθάσει τα 400 bar η ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 15c ανοίγει, επιτρέποντας τη ροή λαδιού προς το έμβολο του κυλίνδρου ελέγχου της κύριας αντλίας 4a, το οποίο επιχειρεί να ελαττώσει την πίεση πέδησης αυξάνοντας την ειδική παροχή της αντλίας και διατηρώντας την σε τιμή που αντιστοιχεί σε πτώση πίεσης στο υδραυλικό κύκλωμα 400 bar.

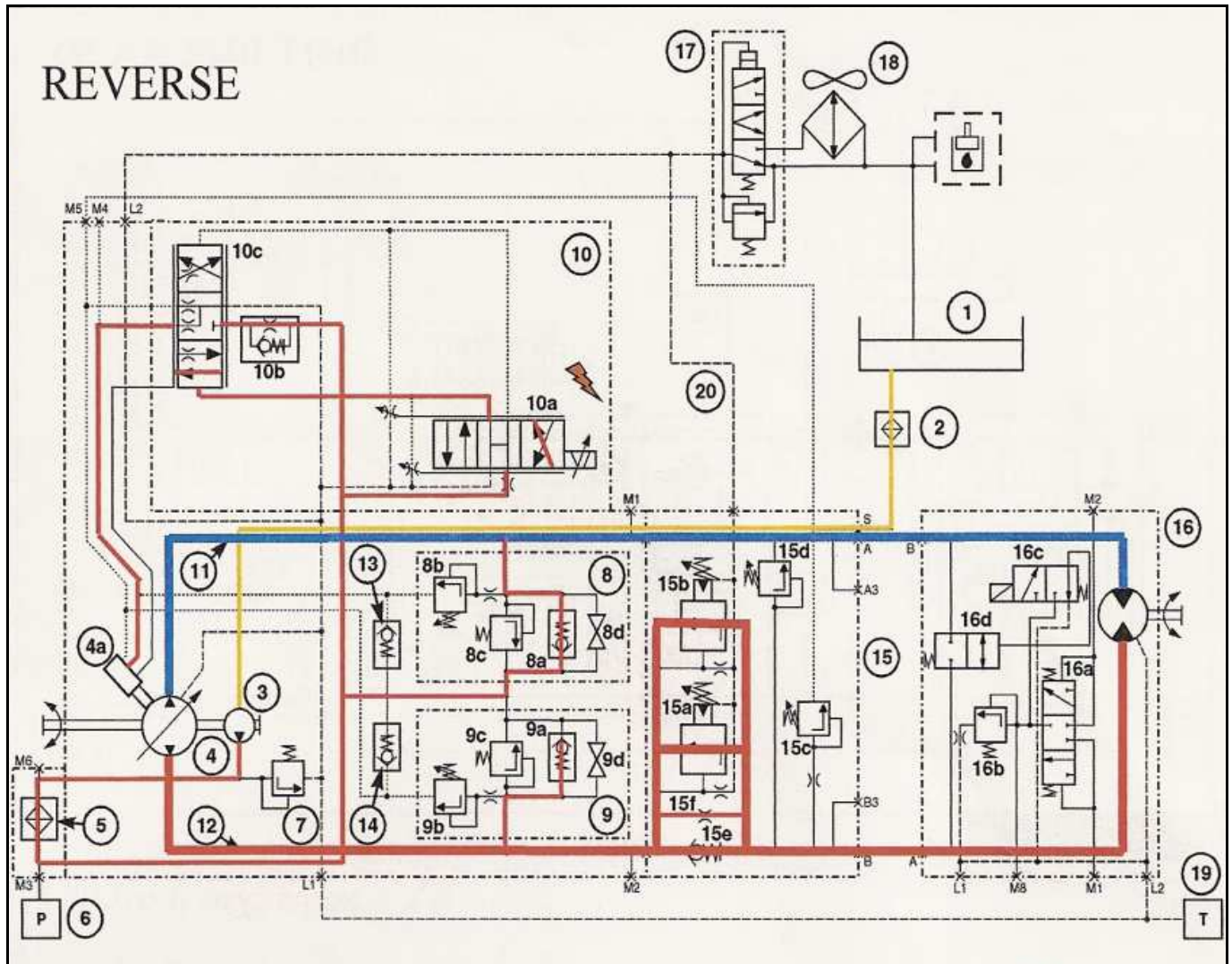
Για να εξασφαλίζεται ότι η πίεση που επενεργεί επί του κυλίνδρου ελέγχου 4a δεν υπερβαίνει την πίεση τροφοδότησης, το λάδι πίεσης 400 bar, ρέοντας δια μέσου της ρυθμιστικής βαλβίδας πίεσης 15c, ανοίγει τη βαλβίδα ελέγχου 14, συνδέοντας τη γραμμή τροφοδότησης του κυλίνδρου ελέγχου κατ' ευθείαν με το κύκλωμα τροφοδότησης. Μέσα σ' αυτό το κύκλωμα η πίεση ρυθμίζεται από την ανακουφιστική βαλβίδα πίεσης αγωγού τροφοδότησης 7.

Αν η πίεση στη γραμμή 12 υπερβεί τα 450 bar (οπότε δημιουργείται ένα τίναγμα), η ανακουφιστική βαλβίδα 15d ανοίγει επιτρέποντας την απευθείας ροή λαδιού από τη γραμμή επιστροφής 12 (υψηλής πίεσης) προς τη γραμμή 11.

### **3.3.3 Λειτουργία του υδροστατικού συστήματος σε πορεία όπισθεν (σχ. 3.5)**

Όταν ο μοχλός του υδροστατικού τοποθετηθεί στη θέση πορείας όπισθεν το σύστημα λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως κατά τη λειτουργία σε πορεία πρόσω, με τη διαφορά ότι η γραμμή υψηλής πίεσης 11 γίνεται η γραμμή επιστροφής και η γραμμή υψηλής πίεσης 12 γίνεται η γραμμή μετάδοσης κίνησης. Το λάδι υψηλής πίεσης διέρχεται τότε δια μέσου της βαλβίδας αντεπιστροφής 15e του συστήματος πέδης κυρίου αγωγού 15.

Κατά την όπισθεν η πέδηση επιτυγχάνεται μέσω της λειτουργίας του υδροστατικού κινητήρα ως αντλία, ενώ η πίεση στον κινητήρα ελέγχεται μόνο από τη βαλβίδα πολλαπλής λειτουργίας 8, και όχι από την πέδη κυρίου αγωγού 15.

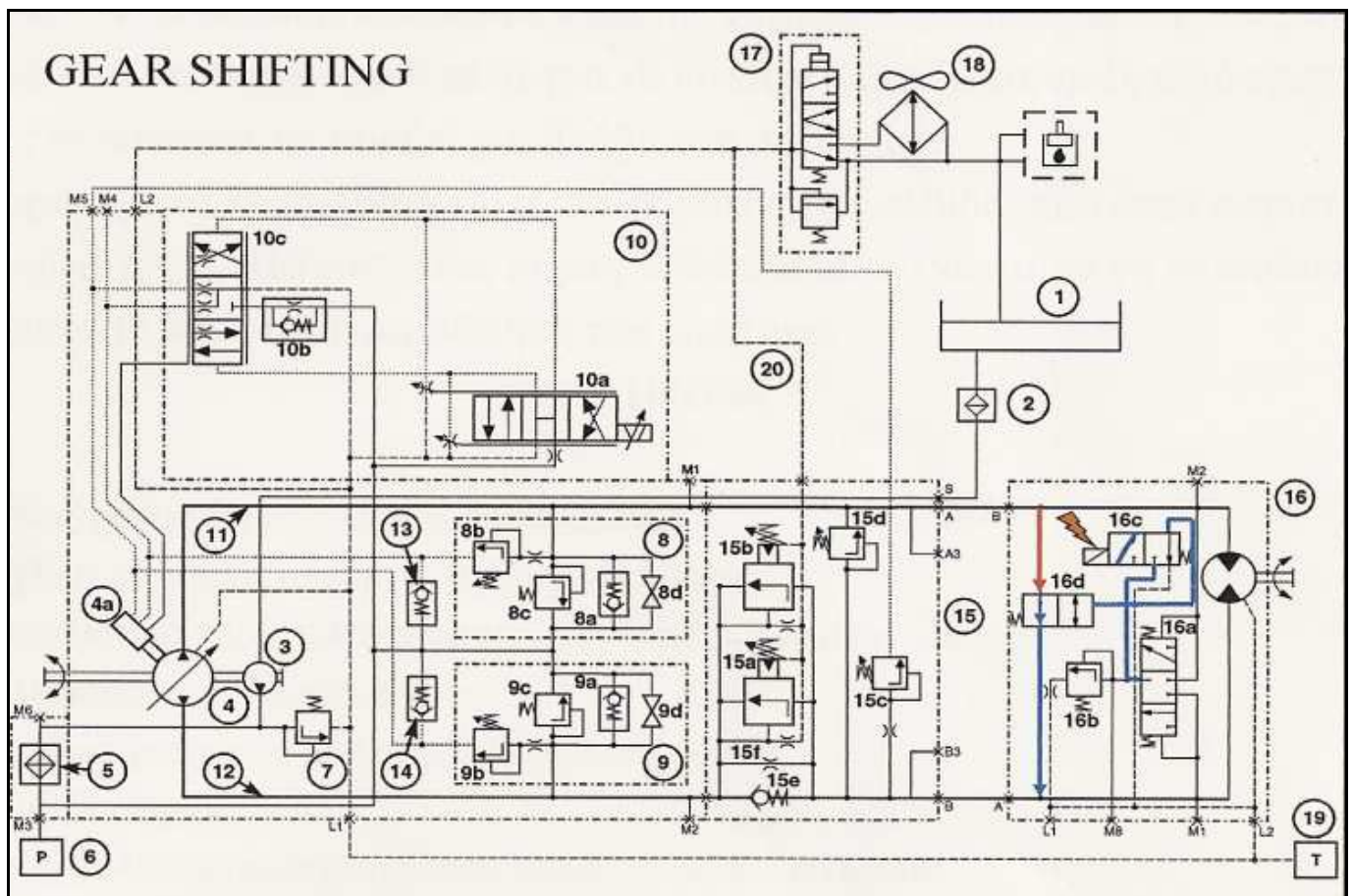


Σχ. 3.5 Σχεδιάγραμμα σε πορεία όπισθεν.

### 3.3.4 Αλλαγή ταχυτήτων

Κατά την αλλαγή ταχυτήτων κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. σε πορεία με εγκάρσια κλίση) η πίεση μέσα στο σύστημα ενδέχεται να εμποδίζει την επιλογή διαφορετικής ταχύτητας.

Για την υποβοήθηση της αλλαγής ταχύτητας σε τέτοιες συνθήκες (σχ.3.6) ενεργοποιείται το ηλεκτρικό πηνίο της βαλβίδας 16c του συγκροτήματος του υδρστατικού κινητήρα 16, και μετακινεί τη βαλβίδα 16c, ώστε να διοχετεύσει λάδι από τη βαλβίδα 16a (που σε συνήθη λειτουργία, δηλαδή για πτώση πίεσης στον κινητήρα μεγαλύτερη των 13 bar, είναι συνδεμένη με τη γραμμή επιστροφής 12), όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.3.2.2) προς τη βαλβίδα ελέγχου ροής 16d, μετακινώντας την ώστε να συνδέσει την γραμμή υψηλής πίεσης 11 προς τη γραμμή επιστροφής 12. Με τον τρόπο αυτό μηδενίζεται η διαφορά πίεσης στον υδρστατικό κινητήρα και καθίσταται δυνατή η αλλαγή ταχύτητας.



Σχ. 3.6 Σχεδιάγραμμα αλλαγής ταχυτήτων.

### 3. 4 Έλεγχος θερμοκρασίας

Το υδροστατικό σύστημα περιλαμβάνει επίσης έναν έλεγχο για υψηλή θερμοκρασία. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας της γραμμής επιστροφής από το δοχείο διαρροών του υδροστατικού κινητήρα ελέγχει τη θερμοκρασία μέσα στη γραμμή επιστροφής στέλνοντας τη πληροφορία σε μια μονάδα ελέγχου.

Αν η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 95° C, η μονάδα ελέγχου μειώνει αυτομάτως την ένταση του ρεύματος προς το ηλεκτρικό πηνίο αναλογικού ελέγχου της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας μειώνοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου ανεξαρτήτως της θέσης του μοχλού επιλογής ταχυτήτων. Επίσης ένα ενδεικτικό μήνυμα (0009) εμφανίζεται στην οθόνη του πίνακα οργάνων. Σαν συνέπεια η θερμοκρασία στο σύστημα μειώνεται λόγω της μείωσης της ισχύος του συστήματος.

## **4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

### **4.1 Εισαγωγή**

Περιγράφεται αναλυτικά η αρχή λειτουργίας των σημαντικότερων εξαρτημάτων του υδροστατικού συστήματος μετάδοσης κίνησης της θεριζοαλωνιστικής μηχανής CX της New Holland.

Επίσης δίνονται και κάποια βασικά τεχνικά στοιχεία για τα κυριότερα από τα εξαρτήματα απ' αυτά, όπως για παράδειγμα για την κύρια αντλία και τον υδροστατικό κινητήρα.

Γι' αυτά τα δύο εξαρτήματα έχει γίνει μια μικρή αναφορά στο δεύτερο κεφάλαιο, αλλά εδώ θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά.

### **4.2 Κύρια αντλία**

Η αρχή λειτουργίας της κύριας αντλίας, η οποία είναι ρυθμιζόμενης ειδικής παροχής, είναι να παρέχει ροή λαδιού ανάλογη με τη ζήτηση του υδροστατικού κυκλώματος. Έτσι ελαχιστοποιεί την ισχύ που απορροφάται από τον κινητήρα κατά την κίνηση της κύριας αντλίας, όταν το υδροστατικό κύκλωμα δεν απαιτεί μέγιστη ροή άντλησης. Επομένως η κύρια αντλία στο υδροστατικό σύστημα έχει το πλεονέκτημα να μειώνει την απώλεια ισχύος του κινητήρα, εξοικονομώντας καύσιμο, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους λειτουργίας και τη προστασία του περιβάλλοντος από επιπλέον ρύπους.

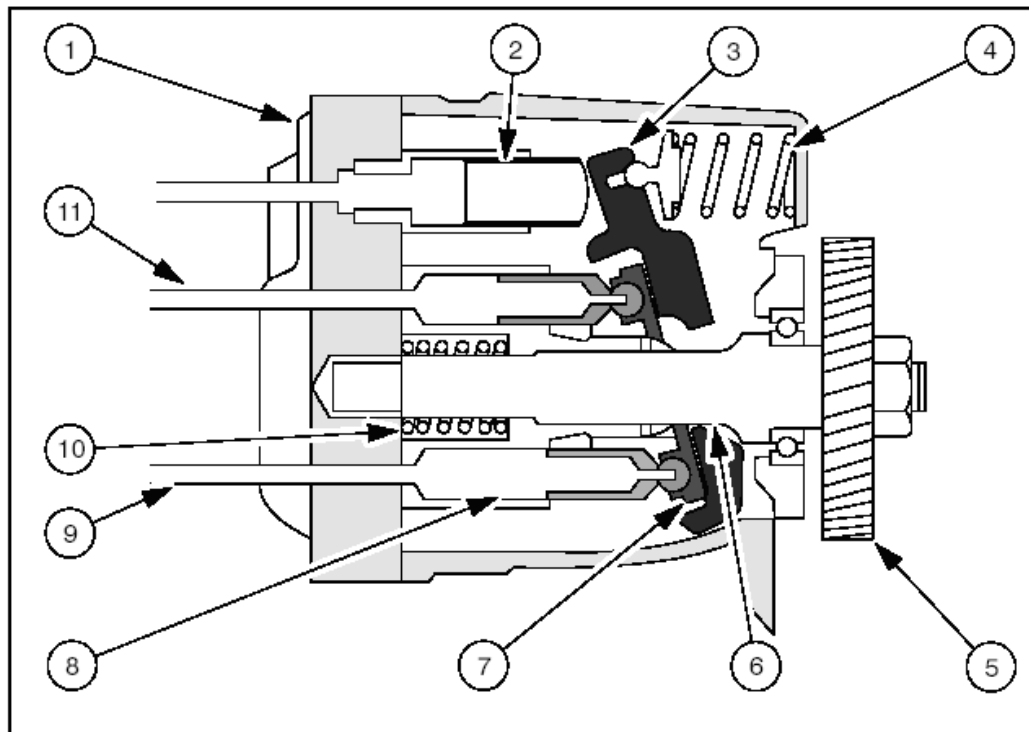
Τα βασικά εξαρτήματα της κύριας αντλίας είναι (Σχ. 4.0):

1. Μία κεφαλή άντλησης εννέα κυλίνδρων - εμβόλων.
2. Ένας κλινόμενος δίσκος για τη ρύθμιση συμπίεσης των εμβόλων της κεφαλής άντλησης και, αντίστοιχα, της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας.
3. Ένας κύλινδρος ελέγχου ο οποίος μεταβάλλει τη γωνία του κλινόμενου δίσκου.
4. Ένα ελατήριο επαναφοράς του κλινόμενου δίσκου ή σε άλλες εκδόσεις ένας αντίθετος κύλινδρος ελέγχου.



Η αντλία μετατρέπει την μηχανική ισχύ εξόδου του κινητήρα σε υδραυλική ισχύ. Ο άξονας εισόδου στρέφει την κεφαλή άντλησης της αντλίας, ο οποίος περιέχει έναν δακτύλιο εννέα κυλίνδρων - εμβόλων. Τα έμβολα κινούνται κάθετα προς έναν κλινόμενο δίσκο, που εξαναγκάζει τα έμβολα σε αναρρόφηση - συμπίεση του λαδιού του υδροστατικού συστήματος, το οποίο μετατρέπει την μηχανική ισχύ εισόδου σε υδραυλική ισχύ. Το λάδι υψηλής πίεσης τότε παρέχει την ισχύ κίνησης του υδραυλικού κινητήρα.

Η γωνία κλίσης του κλινόμενου δίσκου μπορεί να μεταβάλλεται από τον κύλινδρο ελέγχου. Μεταβάλλοντας τη γωνία κλίσης του δίσκου μεταβάλλεται η παροχή του λαδιού ( δηλ. η ειδική παροχή της κύριας αντλίας). Μια μεγαλύτερη γωνία προξενεί μεγαλύτερη ειδική παροχή, ενώ μια μικρότερη γωνία μειώνει την ειδική παροχή, η οποία με τη σειρά της προκαλεί υψηλότερη ή αντίστοιχα χαμηλότερη ταχύτητα περιστροφής του υδροστατικού κινητήρα.



**Σχ. 4.0** Τομή κύριας αντλίας.

1. Προστατευτικό καπάκι αντλίας

2. Κύλινδρος ελέγχου κλινόμενου δίσκου
3. Κλινόμενος δίσκος
4. Ελατήριο επαναφοράς του κλινόμενου δίσκου (σε άλλες εκδόσεις υπάρχει αντίθετος κύλινδρος ελέγχου)
5. Γρανάζι κινητήριου άξονα
6. Κινητήριος άξονας
7. Σύνδεσμος εμβόλων – κλινόμενου δίσκου (κεφαλή άντλησης)
8. Κύλινδρος - έμβολο
9. Θυρίδα εισαγωγής
10. Ελατήριο προ-φόρτωσης κεφαλής άντλησης
11. Θυρίδα εξόδου

#### **4.2.1 Βασικές καταστάσεις λειτουργίας κύριας αντλίας**

Παρακάτω αναφέρονται οι τέσσερις βασικές καταστάσεις λειτουργίας της κύριας αντλίας:

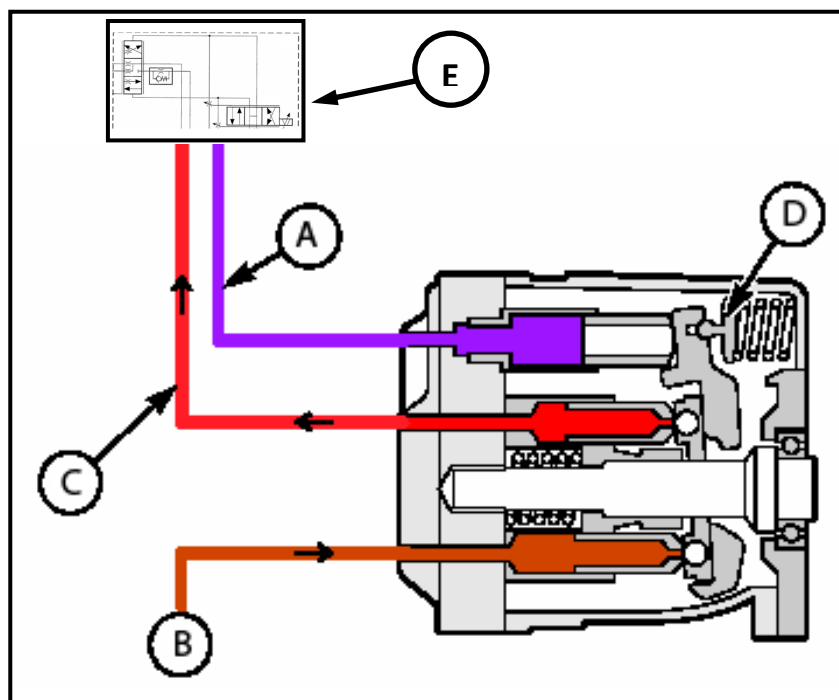
- α) Κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης
- β) Κατάσταση μέγιστης ζήτησης - υψηλής πίεσης
- γ) Κατάσταση χαμηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης
- δ) Κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης

##### **4.2.1.1 Κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης**

Η ελεγχόμενη άνοδος πίεσης, που προκαλείται από τη βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας στον αγωγό Α, κινεί τον κύλινδρο ελέγχου του κλινόμενου δίσκου αλλάζοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου σε σχέση με την κεφαλή άντλησης. Η αλλαγή στη γωνία μειώνει τη διαδρομή των εμβόλων και την ειδική παροχή της αντλίας. Καθώς η ειδική παροχή της αντλίας μειώνεται, μειώνεται και η πίεση στον αγωγό Α σε λιγότερο από 24 bar. Τότε η βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας μειώνει την εφαρμοζόμενη πίεση στον κύλινδρο ελέγχου του κλινόμενου δίσκου και του επιτρέπει να μετακινηθεί, κατά ελεγχόμενο διάστημα, υπό την πίεση του ελατηρίου

επαναφοράς, ρυθμίζοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου, ώστε να αυξηθεί η ειδική παροχή της αντλίας.

Αυτή η διαδικασία ελέγχου διατηρεί την παροχή της αντλίας σε 21-24 bar (305-348 PSI) δηλαδή σε κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης, μέχρι να ζητηθεί υψηλή πίεση από το υδροστατικό σύστημα.



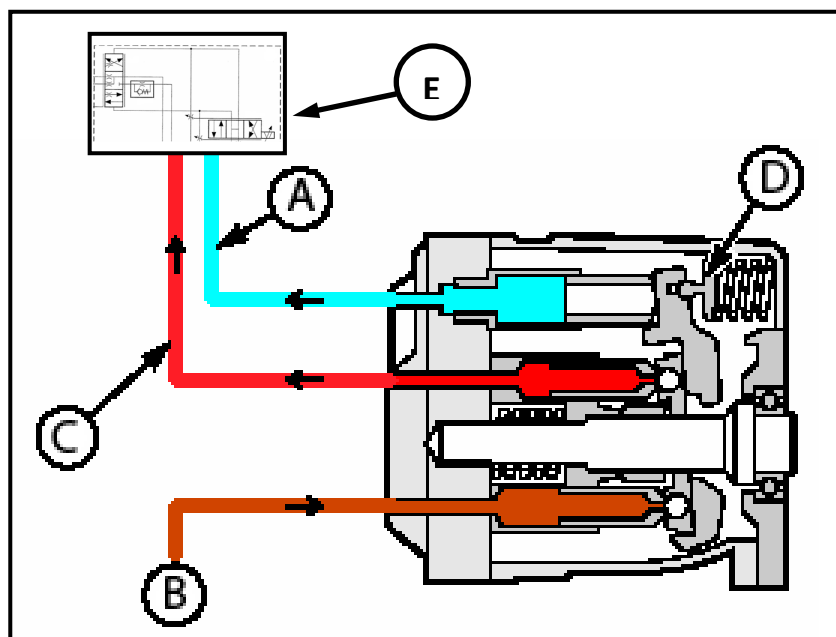
Σχ. 4.1 Τομή κύριας αντλίας σε κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης.

- A. Αγωγός λαδιού κυλίνδρου ελέγχου
- B. Αγωγός θυρίδας εισόδου (τροφοδοσίας κύριας αντλίας)
- C. Αγωγός θυρίδας εξόδου
- D. Ελατήριο επαναφοράς του κλινόμενου δίσκου
- E. Βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας

#### 4.2.1.2 Κατάσταση μέγιστης ζήτησης - υψηλής πίεσης

Όταν η κύρια αντλία βρίσκεται στην κατάσταση μέγιστης ζήτησης υψηλής πίεσης, τότε η βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας ανοίγει τον αγωγό A απελευθερώνοντάς τον από την πίεση του λαδιού, επιτρέποντας στον κύλινδρο ελέγχου

του κλινόμενου δίσκου να υποχωρήσει υπό την πίεση του ελατηρίου επαναφοράς D, ρυθμίζοντας έτσι τη γωνία του κλινόμενου δίσκου και, επομένως, τη συμπίεση των εμβόλων στη θυρίδα εξόδου, ώστε να αυξηθεί η ειδική παροχή της κύριας αντλίας.



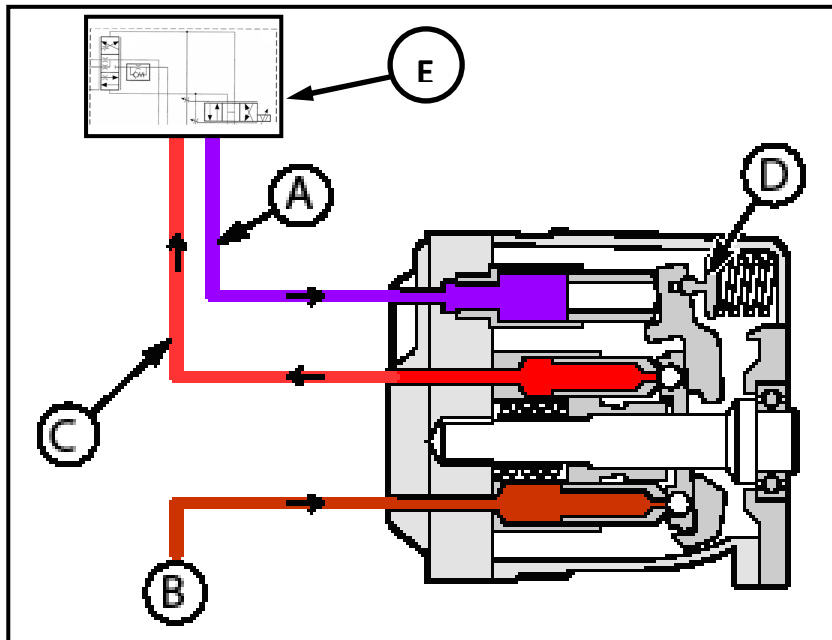
Σχ. 4.2 Τομή κύριας αντλίας σε κατάσταση υψηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης.

- A. Αγωγός λαδιού κυλίνδρου ελέγχου (απελευθέρωση λαδιού)
- B. Αγωγός θυρίδας εισόδου (τροφοδοσίας κύριας αντλίας)
- C. Αγωγός θυρίδας εξόδου (αύξηση ειδικής παροχής)
- D. Ελατήριο επαναφοράς του κλινόμενου δίσκου
- E. Βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας

#### 4.2.1.3 Κατάσταση χαμηλής ζήτησης υψηλής πίεσης

Όταν βρισκόμαστε στην κατάσταση χαμηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης, τότε η ελεγχόμενη άνοδος πίεσης από τη βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας στον αγωγό A κινεί τον κύλινδρο ελέγχου του κλινόμενου δίσκου αλλάζοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου, μειώνοντας έτσι την ειδική παροχή της κύριας αντλίας.

Έτσι, όποτε η διαφορά πίεσης μεταξύ κύριας αντλίας και βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας προσεγγίζει τα 21-24 bar (305-348 PSI), η βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας μεταβάλλει την κατάσταση του κυλίνδρου ελέγχου του κλινόμενου δίσκου ρυθμίζοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου και συνεπώς την ειδική παροχή της κύριας αντλίας.



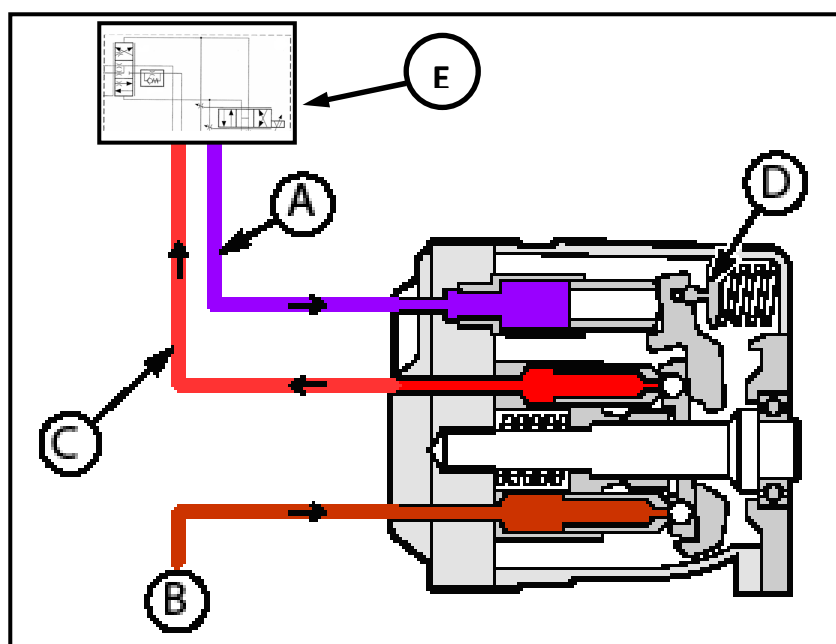
Σχ. 4.3 Τομή κύριας αντλίας σε κατάσταση χαμηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης

- A. Αγωγός λαδιού κυλίνδρου ελέγχου (ελεγχόμενη άνοδος πίεσης λαδιού)
- B. Αγωγός θυρίδας εισόδου (τροφοδοσίας κύριας αντλίας)
- C. Αγωγός θυρίδας εξόδου (μείωση ειδικής παροχής)
- D. Ελατήριο επαναφοράς του κλινόμενου δίσκου
- E. Βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας

#### 4.2.1.4 Κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης

Για να περιοριστεί η μέγιστη πίεση της κύριας αντλίας και να αποτραπεί επακόλουθη ζημιά που μπορεί να εμφανιστεί λόγω υπερβολικών πιέσεων, επεμβαίνει η βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας.

Η βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας περιορίζει την πίεση κατάθλιψης σε 197 bar (2857 PSI) και λειτουργεί ως εξής: Καθώς η πίεση στον αγωγό C αυξάνεται στα 197 bar (2857 PSI) η βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας επιτρέπει να συνδεθεί ο αγωγός C με τον αγωγό A. Η πίεση στον αγωγό A εφαρμόζεται τώρα στον κύλινδρο ελέγχου, ρυθμίζοντας τη γωνία του κλινόμενου δίσκου, μειώνοντας την ειδική παροχή της κύριας αντλίας στην ελάχιστη ροή. Αυτή η κατάσταση λειτουργίας αναφέρεται ως κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης.



Σχ. 4.4 Τομή κύριας αντλίας σε κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης.

- A. Αγωγός λαδιού κυλίνδρου ελέγχου (συνδεδεμένος με τον αγωγό C)
- B. Αγωγός θυρίδας εισόδου (τροφοδοσίας κύριας αντλίας)
- C. Αγωγός θυρίδας εξόδου (συνδεδεμένος με τον αγωγό A)
- D. Ελατήριο επαναφοράς του κλινόμενου δίσκου
- E. Βαλβίδα ελέγχου λειτουργίας

#### 4.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά της κύριας αντλίας

Κατασκευαστής : Sauer Danfoss

Τύπος: Σειρά 90, μεταβλητής ειδικής παροχής, κλειστού κυκλώματος

Έλεγχος: Ηλεκτρικός έλεγχος ειδικής παροχής

Μέγεθος πλαισίου: 100

Διεύθυνση περιστροφής: Προς τα αριστερά

Ειδική παροχή: 100 cc/rev (6.1 in<sup>3</sup>/rev.)

Ελάχιστη ταχύτητα: 500 rpm

Ονομαστική ταχύτητα: 3300 rpm

Μέγιστη ταχύτητα: 3650 rpm

Ειδική παροχή αντλίας πλήρωσης: 26cc/rev (1.6 in<sup>3</sup>/rev)

Πίεση αντλίας πλήρωσης: 38 bar (551 psi)

Ρύθμιση πίεσης πέδης κυρίου αγωγού: 280 bar (4060 psi)

#### **4.2.3 Χαρακτηριστικά αναγνώρισης της κύριας αντλίας**

Ως παράδειγμα δίνεται ακολούθως η κωδική ονομασία ενός μοντέλου κύριας αντλίας για κάποια μοντέλα CX της εταιρείας New Holland.

#### **90L100KA5NN80L3FF03GBL424234**

Η σημασία των χαρακτήρων του κωδικού είναι η ακόλουθη:

90: Σειρά 90, κλειστό κύκλωμα

L: Αριστερόστροφη περιστροφή

100: Μέγιστη ειδική παροχή 100cc/rev

KA: Ηλεκτρικός έλεγχος της ειδικής παροχής- γραμμικός

5: Ρυθμιστής πίεσης λειτουργίας στις θυρίδες A και B

80: Δύο ίσες θυρίδες

L: Συμπεριλαμβάνει φίλτρο διήθησης του λαδιού υψηλής πίεσης

3: Χωρίς μηχανικό περιορισμό της ειδικής παροχής

F1: Άξονας με σφήνα – 13 δόντια – βήμα 8 / 16''.

F: Ειδική παροχή αντλίας τροφοδοσίας 26cc/rev

03: Διάμετρος διόδου ελέγχου P=0,81 mm

GBL: Εγκατεστημένη πέδη κυρίου αγωγού ( οι βαλβίδες μείωσης πίεσης είναι ρυθμισμένες στα 280 bar)

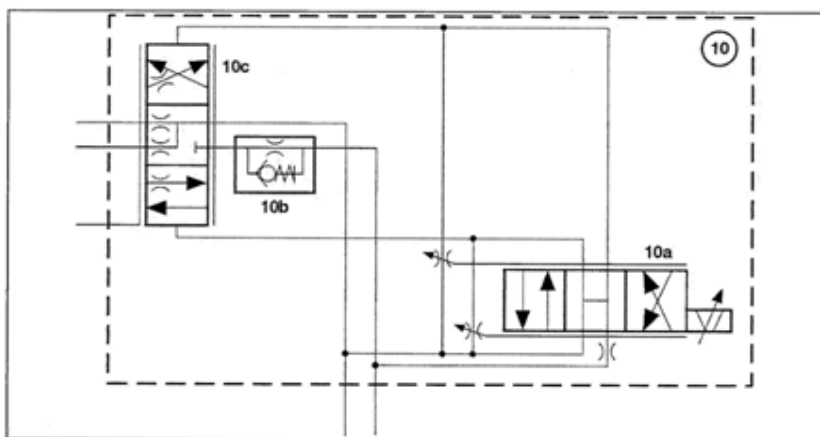
42: Υψηλή πίεση ρυθμιστικής θυρίδας A 420 bar

42: Υψηλή πίεση ρυθμιστικής θυρίδας B 420 bar

34: Πίεση πλήρωσης 34 bar ρυθμισμένη στις 1500 grm ( πάνω στη μηχανή 38 bar θα μετράται σε 2100 grm)

### 4.3 Σύστημα βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας

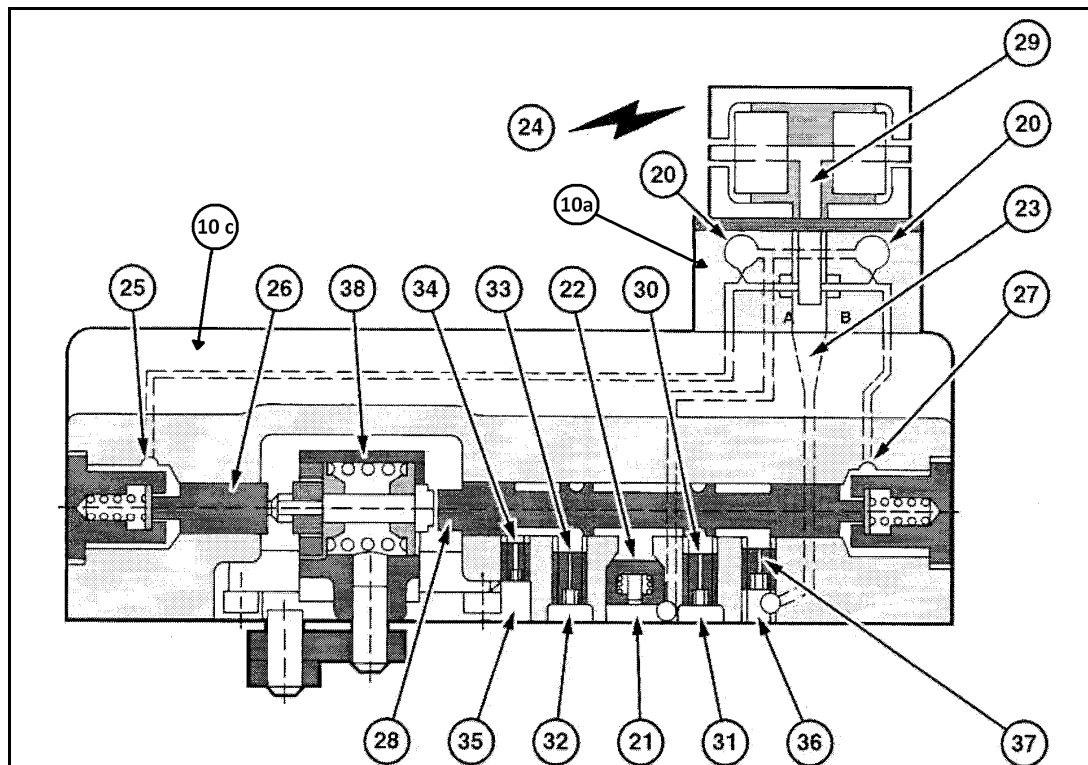
Περιγράφεται η λειτουργία της βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας (Σχ. 4.5 και 4.6), που αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους (10 στο Σχ. 3.1).



Σχ. 4.5 Σχηματική διάταξη συστήματος βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας.

- 10. Συγκρότημα βαλβίδας ελέγχου
- 10a. Μαγνητική βαλβίδα ελέγχου
- 10b. Δίοδος βαλβίδας αντεπιστροφής
- 10c. Πηνίο βαλβίδας ελέγχου





**Σχ.4.6** Τομή συστήματος βαλβίδας ελέγχου λειτουργίας.

- 20. Κοιλότητες διέλευσης λαδιού
- 21. Θυρίδα εισόδου λαδιού τροφοδότησης
- 22. Δίοδος βαλβίδας αντεπιστροφής
- 23. Κοιλότητα προς το δοχείο εκκένωσης
- 24. Αναλογικό ηλεκτρικό πηνίο
- 25. Κοιλότητα εμβόλου
- 26. Έμβολο
- 27. Κοιλότητα εμβόλου
- 28. Έμβολο
- 29. Στέλεχος
- 30. Θυρίδα προς τον κύλινδρο ελέγχου
- 31. Δίοδος
- 32. Θυρίδα προς τον κύλινδρο ελέγχου
- 33. Δίοδος
- 34. Δίοδος
- 35. Θυρίδα δοχείου εκκένωσης
- 36. Θυρίδα δοχείου εκκένωσης
- 37. Δίοδος
- 38. Συγκρότημα κλινόμενου δίσκου (αντίδραση)

#### **4.3.1 Σύστημα σε κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης**

Όταν το υδροστατικό σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής χαμηλής πίεσης (στη νεκρά) το λάδι της κύριας αντλίας ρέει προς τα δυο κοιλώματα 20, από τη θυρίδα 21. Λάδι επίσης ρέει από τη θυρίδα 21, δια μέσου της διόδου της βαλβίδας ελέγχου 22, προς την κεντρική περιοχή της βαλβίδας του βοηθητικού πηνίου 28.

Το λάδι ρέει επίσης από το κοίλωμα 21, δια μέσου των διόδων A και B προς το κοίλωμα 23, από όπου καταλήγει στο δοχείο εκκένωσης. Καθώς το ηλεκτρικό πηνίο 24 δεν είναι ενεργοποιημένο, η ροή λαδιού από τα δύο κοιλώματα 20 προς το κοίλωμα 23 είναι ίση, συνεπώς η πίεση μέσα στα κοιλώματα 25 και 27 γίνεται ίση και ο κύλινδρος ελέγχου του κλινόμενου δίσκου παραμένει στη νεκρά.

#### **4.3.2 Σύστημα σε κατάσταση μέγιστης ζήτησης - υψηλής πίεσης**

Στην κατάσταση μέγιστης ζήτησης-υψηλής πίεσης, λόγω της ενεργοποίησης του μαγνητικού πηνίου της βαλβίδας 10a, το στέλεχος 29 κινείται προς τα αριστερά ανάλογα με την ένταση του ρεύματος του πηνίου, που είναι ανάλογη της μετακίνησης του μοχλού χειρισμού. Τότε η ροή λαδιού του αριστερού κοιλώματος 20 προς το κοίλωμα του δοχείου εκκένωσης 23 ελαττώνεται, ενώ η ροή λαδιού του δεξιού κοιλώματος 20 προς το κοίλωμα 23 αυξάνεται. Ως αποτέλεσμα, η πίεση μέσα στο κοίλωμα 25 στην αριστερή πλευρά του εμβόλου 26 είναι υψηλότερη από την πίεση μέσα στο κοίλωμα 27, στην δεξιά πλευρά του εμβόλου 28 εξαναγκάζοντας τα έμβολα 26 και 28 να κινηθούν προς τα δεξιά. Τότε το λάδι από την θυρίδα εισόδου λαδιού τροφοδότησης ρέει δια της διόδου 22 προς τη θυρίδα 30 και δι' αυτής προς τον κύλινδρο ελέγχου της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας, με αποτέλεσμα να κινηθεί ο κλινόμενος δίσκος, πιεζόμενος από το ελατήριο επαναφοράς ή απ' τον αντίθετο κύλινδρο ελέγχου ανάλογα το μοντέλο, σε μια νέα γωνία προκαλώντας τη δημιουργία υψηλής πίεσης. Η πίεση αυτή, δια μέσου της διόδου 30 και της θυρίδας 31, κατευθύνεται προς τον υδροστατικό κινητήρα.

### **4.3.3 Σύστημα σε κατάσταση χαμηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης**

Στην περίπτωση χαμηλής ζήτησης - υψηλής πίεσης, όταν η πίεση μέσα στο κοίλωμα 25 μειώνεται, τότε το έμβολο 28 επιστρέφει στην αρχική του θέση, οπότε σταματάει η ροή λαδιού. Κατά συνέπεια, αυξάνεται η πίεση λαδιού μέσα στον αγωγό του κυλίνδρου ελέγχου, ρυθμίζοντας τον κλινόμενο δίσκο σε νέα θέση, με αποτέλεσμα τη μείωση της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας.

Οπότε, όταν αυξομειώνεται η πίεση στο κοίλωμα 25 σε σχέση με την αυξομείωση της ειδικής παροχής της κύριας αντλίας, με την αλλαγή της γωνίας του κλινόμενου δίσκου, το έμβολο 28 κινείται προς μία νέα θέση. Με αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται ισορροπία πιέσεων του συστήματος.

### **4.3.4 Σύστημα σε κατάσταση αναμονής υψηλής πίεσης**

Στην περίπτωση παρουσίας κρουστικού φορτίου στο σύστημα, αυτό μεταφέρεται και προκαλεί μια ανεπιθύμητη αύξηση πίεσης μέσα στον αγωγό του κυλίνδρου ελέγχου του κλινόμενου δίσκου. Για την προστασία της κύριας αντλίας από την αυξανόμενη πίεση, μέσα στο σύστημα ανοίγει η βοηθητική μαγνητική βαλβίδα ελέγχου 10a συνδέοντας τον αγωγό του κυλίνδρου ελέγχου του κλινόμενου δίσκου κατ' ευθείαν με τον αγωγό υψηλής πίεσης της κύριας αντλίας. Μέσα σ' αυτό το κύκλωμα η πίεση περιορίζεται από το πηνίο βαλβίδας ελέγχου 10c.

## **4.4 Βαλβίδες πολλαπλής λειτουργίας**

Η βαλβίδα πολλαπλής λειτουργίας επιτελεί τέσσερις λειτουργίες και περιλαμβάνει τρεις επιμέρους διαφορετικές βαλβίδες.

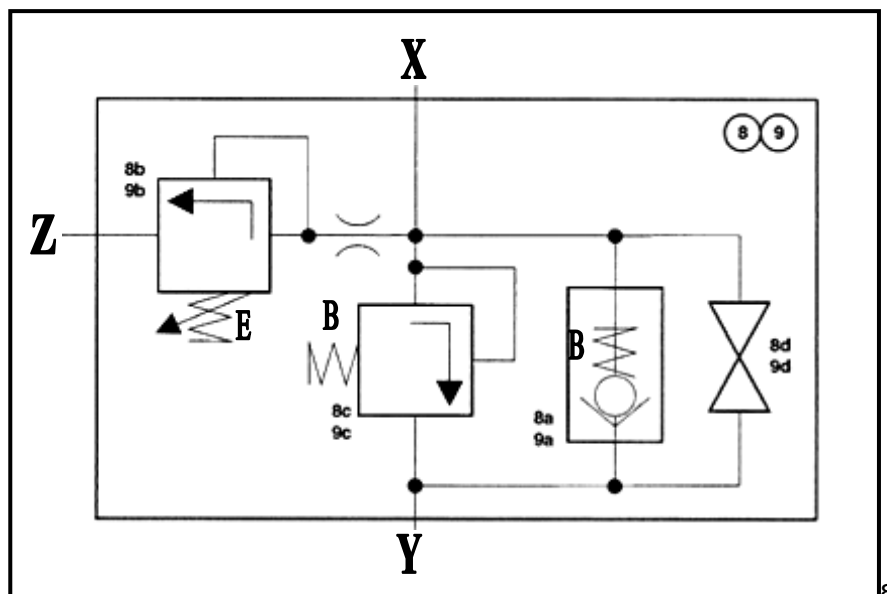
Οι επιμέρους βαλβίδες μέσα στη βαλβίδα πολλαπλής λειτουργίας είναι οι ακόλουθες:

- Μία βαλβίδα ελέγχου της πίεσης τροφοδοσίας που εξασφαλίζει ότι το σύστημα διατηρείται γεμάτο με λάδι.

- Μία βαλβίδα ελέγχου της πίεσης λειτουργίας του συστήματος ώστε αυτή να μην υπερβαίνει τα 420 bar.
- Μία ανακουφιστική βαλβίδα υψηλής πίεσης για την προστασία του συστήματος από την εμφάνιση κρουστικών φορτίων, που εξασφαλίζει ότι η πίεση του συστήματος δεν υπερβαίνει τα 450 bar.

Η βαλβίδα πολλαπλής λειτουργίας επίσης συμπεριλαμβάνει μια παρακαμπτήρια βαλβίδα που καθιστά ικανό το όχημα να κινείται με πολύ χαμηλές ταχύτητες για μικρές αποστάσεις αν συμβεί μια βλάβη στη μηχανή.

Η παρακαμπτήρια βαλβίδα είναι μία χειροκίνητη βαλβίδα που όταν ο κινητήρας λειτουργεί ως αντλία επιτρέπει τη ροή λαδιού από την έξοδο κατ' ευθείαν προς την αναρρόφηση του κινητήρα.



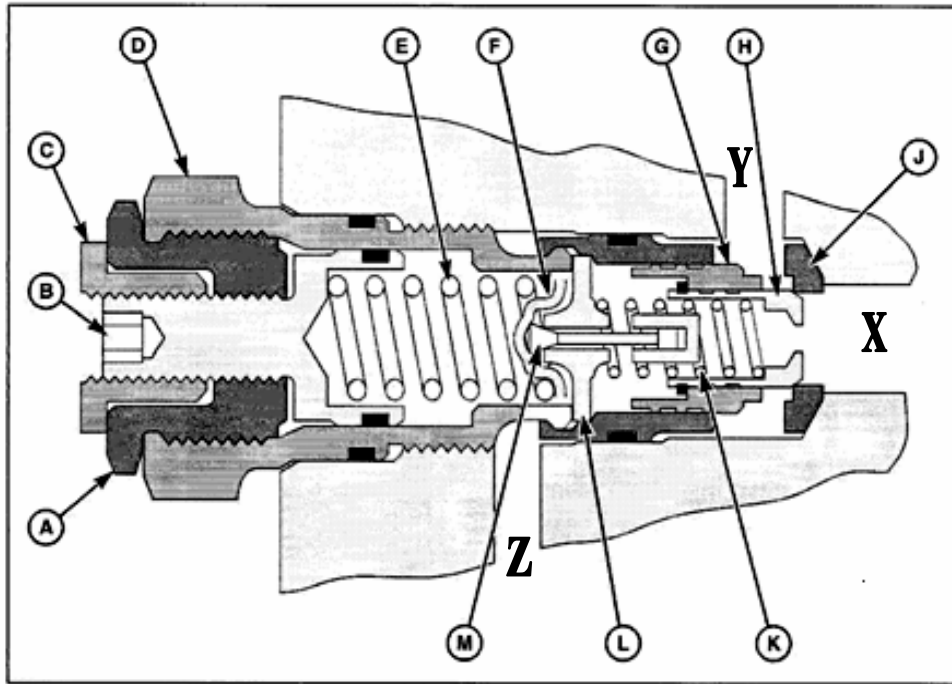
Σχ. 4.7 Σχηματική διάταξη βαλβίδας πολλαπλής λειτουργίας

8a - 9a. Ανασταλτική βαλβίδα τροφοδοσίας

8b - 9b. Ρυθμιστής πίεσης (420 bar)

8c - 9c. Ανακουφιστική βαλβίδα υψηλής πίεσης (450 bar)

8d - 9d. Παρακαμπτήρια βαλβίδα



**Σχ.4.8** Τομή βαλβίδας πολλαπλής λειτουργίας

A: Περικόχλιο ρύθμισης πίεσης παράκαμψης

B: Κοχλίας ρύθμισης μέγιστης πίεσης λειτουργίας

C: Ασφαλιστικό περικόχλιο του κοχλία ρύθμισης μέγιστης πίεσης B

D: Κέλυφος του ρυθμιστή πίεσης

E: Ελατήριο ρύθμισης μέγιστης πίεσης λειτουργίας

F: Έδρα ελατηρίου

G: Βάση βαλβίδας ελέγχου πίεσης λειτουργίας του κινητήρα

H: Φορείο βαλβίδας ανακούφισης

J: Έδρα βαλβίδας ανακούφισης

K: Ελατήριο βαλβίδας ανακούφισης

L: Έδρα ρυθμιστή πίεσης διανομής

M: Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης διανομής

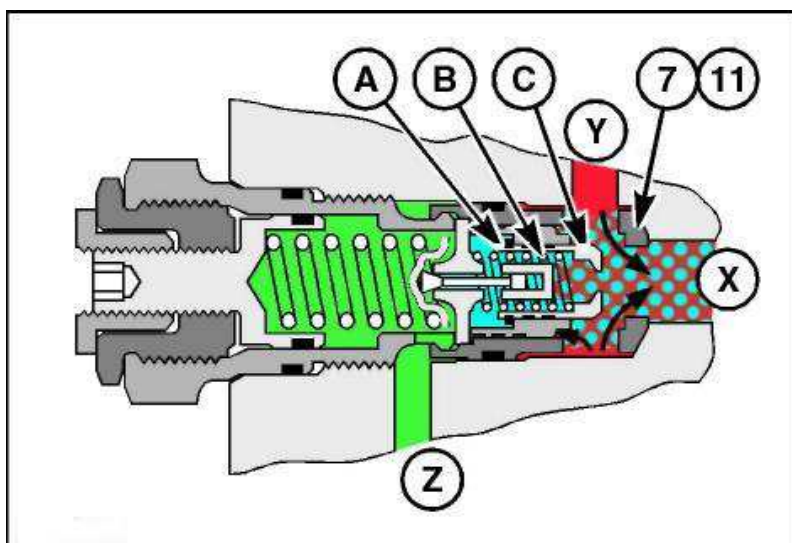
X: Γραμμή υψηλής πίεσης

Y: Γραμμή τροφοδότησης

Z: Γραμμή κυλίνδρου ελέγχου κλινόμενου δίσκου

#### 4.4.1 Ανασταλτική βαλβίδα τροφοδοσίας 8a - 9a

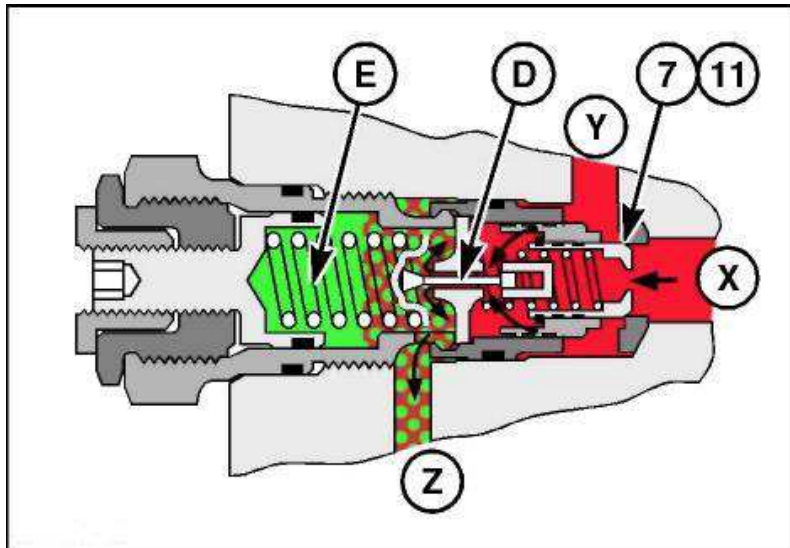
Όταν η πίεση τροφοδοσίας στη θυρίδα Y καθίσταται υψηλότερη από την πίεση στη θυρίδα υψηλής πίεσης X, και αρκετή να υπερνικήσει την τάση του ελατηρίου B, ο φορέας A κινείται προς τα αριστερά παρασέρνοντας και τη βάση C. Τότε λάδι από την αντλία τροφοδοσίας ρέει από τη θυρίδα Y προς τη θυρίδα X, τροφοδοτώντας τον αγωγό υψηλής πίεσης προς την αναρρόφηση του υδροστατικού κινητήρα.



Σχ. 4.9 Τομή βαλβίδων 8a - 9a

#### 4.4.2 Ρυθμιστής πίεσης 8b - 9b

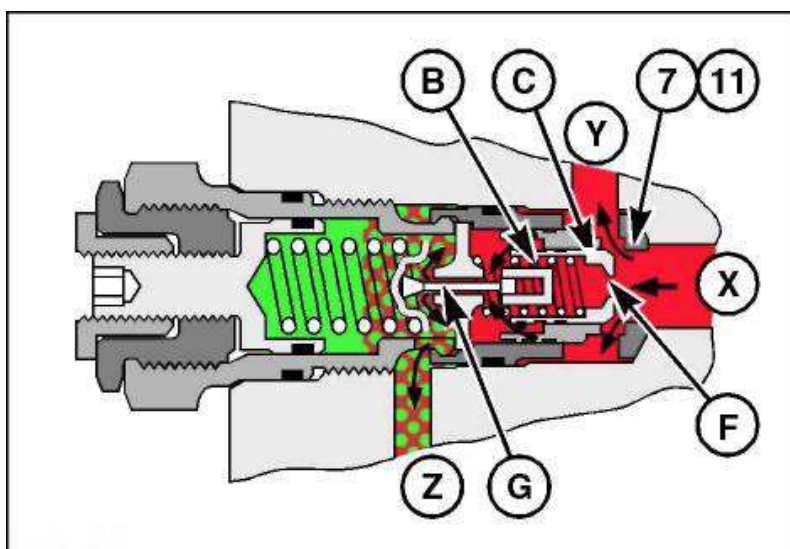
Όταν η υψηλή πίεση υπερβαίνει τα 420 bar, το στέλεχος D μετακινείται προς τα αριστερά συμπιέζοντας το ελατήριο E. Τότε λάδι υψηλής πίεσης ρέει από την θυρίδα X μέσω της διόδου που ανοίγει λόγω της μετακίνησης του στελέχους D, προς τη θυρίδα Z, προς τον κύλινδρο ελέγχου του κλινόμενου δίσκου της κύριας αντλίας. Ο κύλινδρος ελέγχου τότε κινεί τον κλινόμενο δίσκο της κύριας αντλίας προς τη νεκρά, όταν η μετάδοση είναι σε κίνηση και προς τη μέγιστη ειδική παροχή όταν η μετάδοση είναι σε πέδηση.



Σχ. 4.10 Τομή ρυθμιστών πίεσης 8b-9b

#### 4.4.3 Ανακουφιστική βαλβίδα υψηλής πίεσης 8c - 9c

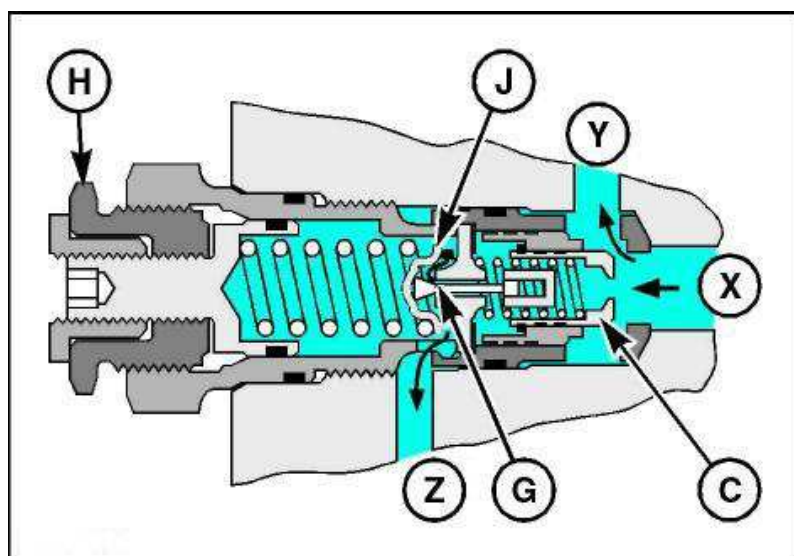
Όταν ο ρυθμιστής πίεσης 8b - 9b ανοίγει στα 420 bar, κάποια ροή λαδιού διαφεύγει δια μέσου της θυρίδας Z. Αν η πίεση από την θυρίδα υψηλής πίεσης X αυξηθεί στα 450 bar λόγω κρουστικού φορτίου, η διαφορά πίεσης που επενεργεί επί της βάσης C μετακινεί τη βάση C προς τα αριστερά, υπερνικώντας τη δύναμη του ελατηρίου B, και λάδι υψηλής πίεσης ρέει από τη θυρίδα X προς τη θυρίδα Y. Σ' αυτή τη φάση η λειτουργία του ρυθμιστή πίεσης εξακολουθεί (λάδι ρέει από τη θυρίδα X προς τη θυρίδα Z).



Σχ. 4.11 Τομή βαλβίδων 8c - 9c

#### 4.4.4 Παρακαμπτήρια βαλβίδα 8d - 9d

Αν το περικόχλιο H, στραφεί κατά  $31/2$  στροφές αντίθετα προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού, δηλαδή αριστερόστροφα, η δύναμη επί του διαφράγματος J που ασκείται μέσω του ελατηρίου E μειώνεται. Αυτό θέτει τη ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 8b - 9b περίπου σε μηδενική ρύθμιση. Όταν η αντλία δεν περιστρέφεται αλλά η πίεση παράγεται στις γραμμές υψηλής πίεσης από τον κινητήρα (όταν ο κινητήρας ενεργεί ως αντλία), το διάφραγμα J κινείται προς τα αριστερά και λάδι ρέει από τη θυρίδα X, δια μέσου του ανοίγματος G, προς τη θυρίδα Z. Η βάση της βαλβίδας C επίσης μετακινείται εύκολα προς τα αριστερά, επιτρέποντας τη ροή λαδιού υψηλής πίεσης από τη θυρίδα X προς τη θυρίδα Y (η ροή λαδιού από τη θυρίδα X προς τη θυρίδα Z εξακολουθεί).



Σχ. 4.12 Τομή βαλβίδων 8d - 9d

#### 4.5 Υδροστατικός κινητήρας

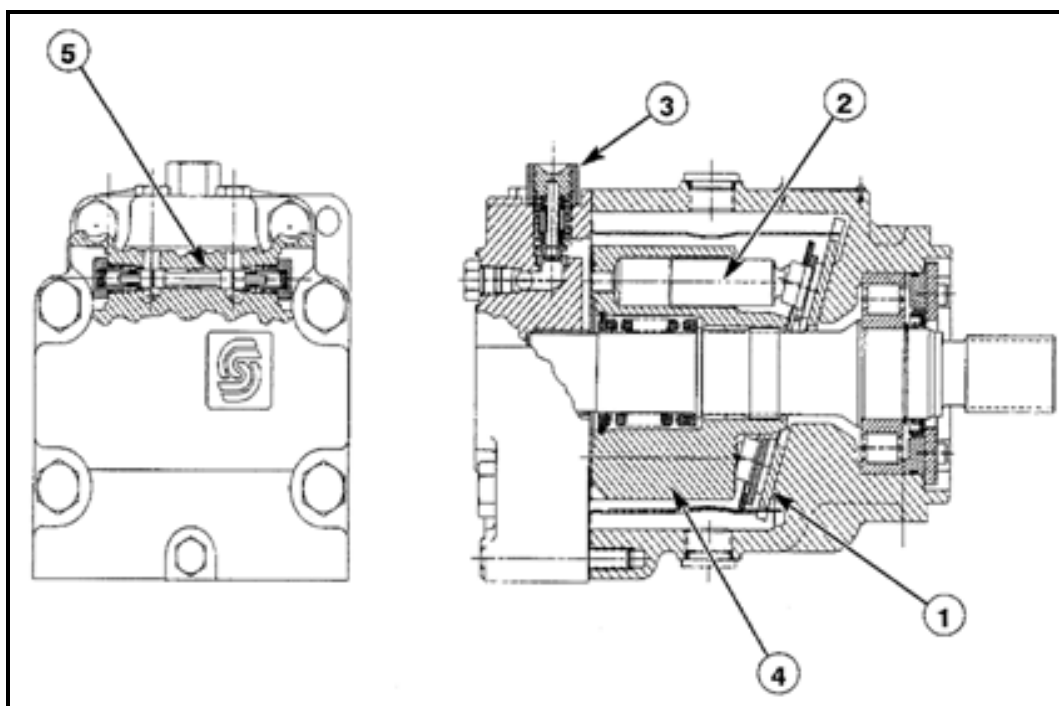
Ο υδροστατικός κινητήρας (Σχ. 4.13, 4.14) είναι ένας κινητήρας σταθερής ειδικής παροχής που μετατρέπει την υδραυλική ισχύ εισόδου σε ροπή στρέψης εξόδου, λειτουργώντας αντίστροφα από την κύρια αντλία. Το υδραυλικό λάδι υψηλής



πίεσης εισέρχεται δια μέσου της θυρίδας εισόδου, η πίεση λαδιού αυξάνει επί των εμβόλων, εξαναγκάζοντας τα σε περιστροφή επί του κλινόμενου δίσκου (κίνηση της ελάχιστης αντίστασης).

Καθώς το έμβολο επανέρχεται στην κατώτερη θέση του ακολουθώντας την κλίση του κεκλιμένου δίσκου, το υδραυλικό λάδι εξωθείται δια μέσου της θυρίδας εξαγωγής. Τα παλινδρομούντα έμβολα είναι τοποθετημένα μέσα σε έναν κύλινδρο, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον κινητήριο άξονα. Η ροπή στρέψης εξόδου του υδροστατικού κινητήρα εφαρμόζεται στην είσοδο του κιβωτίου ταχυτήτων.

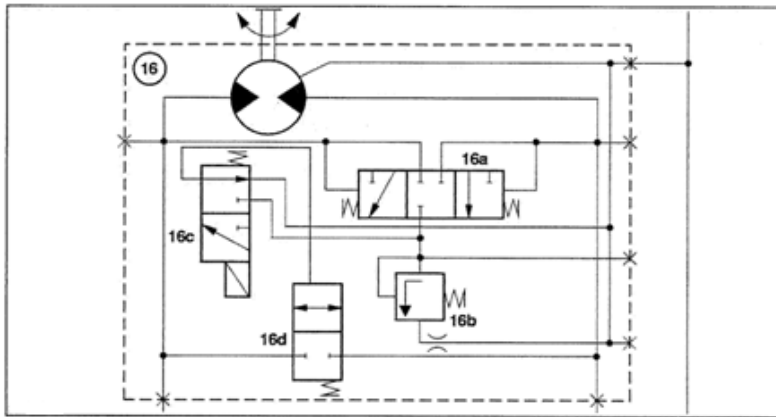
Σε περίπτωση που το μοντέλο της θεριζοαλωνιστικής μηχανής έχει κίνηση και στους οπίσθιους τροχούς, τότε σε κάθε τροχό του οπίσθιου άξονα υπάρχει ένας υδροστατικός κινητήρας. Η ροπή στρέψης εξόδου αυτών των υδροστατικών κινητήρων εφαρμόζεται κατευθείαν στους τροχούς, χωρίς να παρεμβάλλεται κιβώτιο ταχυτήτων και διαφορετικό, όπως συμβαίνει στον εμπρόσθιο άξονα.



**Σχ. 4.13** Τομή υδροστατικού κινητήρα.

1. Κλινόμενος δίσκος
2. Έμβολο
3. Βαλβίδα εκροής προς το δοχείο συλλογής διαρροών

4. Κύλινδρος εμβόλων
5. Πηνίο ανακούφισης πίεσης



Σχ. 4.14 Σχηματική διάταξη του συγκροτήματος του υδροστατικού κινητήρα

#### 4.5.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά υδροστατικού κινητήρα

Κατασκευαστής: Sauer Danfoss

Τύπος: Σειρά 90, σταθερής ειδικής παροχής, κλειστού κυκλώματος

Μέγεθος πλαισίου: 100

Διεύθυνση περιστροφής: διπλής περιστροφής

Ειδική παροχή: 100 cc/rev (6.7 in<sup>3</sup>/rev)

Ονομαστική ταχύτητα: 3300 rpm

Μέγιστη ταχύτητα: 3650 rpm

Πίεση συστήματος- ονομαστική: 420 bar (6090 psi)

Πίεση συστήματος-μέγιστη: 480 bar (6960 psi)

Ροή στην εκτιμώμενη ταχύτητα: 365 l/min (96.4 gal/min)

Κατάσταση πίεσης-συνεχής: 3 bar (43.5 psi)

Κατάσταση πίεσης-μέγιστη (ψυχρή κίνηση): 5 bar (72.5 psi)

#### **4.5.2 Χαρακτηριστικά αναγνώρισης υδροστατικού κινητήρα**

Ως παράδειγμα δίνεται ακολούθως η κωδική ονομασία ενός μοντέλου υδροστατικού κινητήρα για κάποια μοντέλα CX της New Holland.

#### **90M100NCONUNOF1BOOPAAO000HO**

Η σημασία των χαρακτήρων του κωδικού είναι η ακόλουθη:

90: Σειρά 90 , κλειστό κύκλωμα

M: Σταθερής ειδικής παροχής με αναστρεφόμενη λειτουργία

100: Μέγιστη ειδική παροχή 100 cc/rev

U: Αξονική κίνηση εμβόλων

F1: Άξονας με σφήνα -13 δόντια- βήμα 8/16''

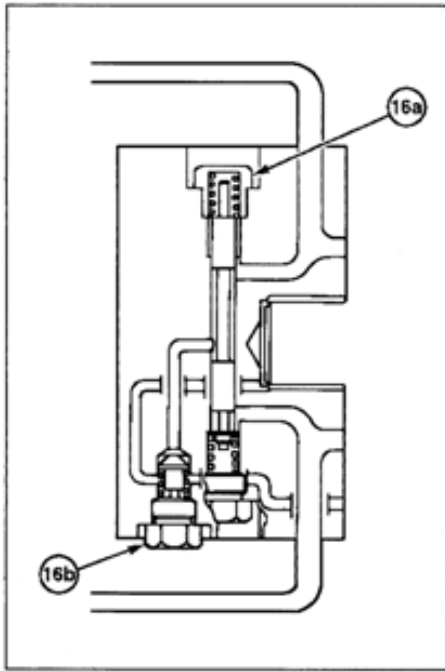
B: Με ειδική βαλβίδα ανακύκλωσης εκροής για αυξημένη παροχή εκροής

HO: Διάμετρος διόδου εκροής 2,4 mm

#### **4.5.3 Βαλβίδες υδροστατικού κινητήρα μετάδοσης κίνησης**

##### **4.5.3.1 Βαλβίδα παλινδρομούντος εμβόλου (Σχ.4.15)**

Αν αυξηθεί η πίεση σε οποιαδήποτε από τις δυο γραμμές μετάδοσης (πρόσω ή όπισθεν), η αυξημένη πίεση θα επενεργήσει στην αντίστοιχη πλευρά της βαλβίδας του παλινδρομούντος εμβόλου, μετακινώντας το έμβολο ώστε η βαλβίδα να συνδέει τη γραμμή επιστροφής με την ανακουφιστική βαλβίδα και τη μαγνητική ανακουφιστική βαλβίδα.



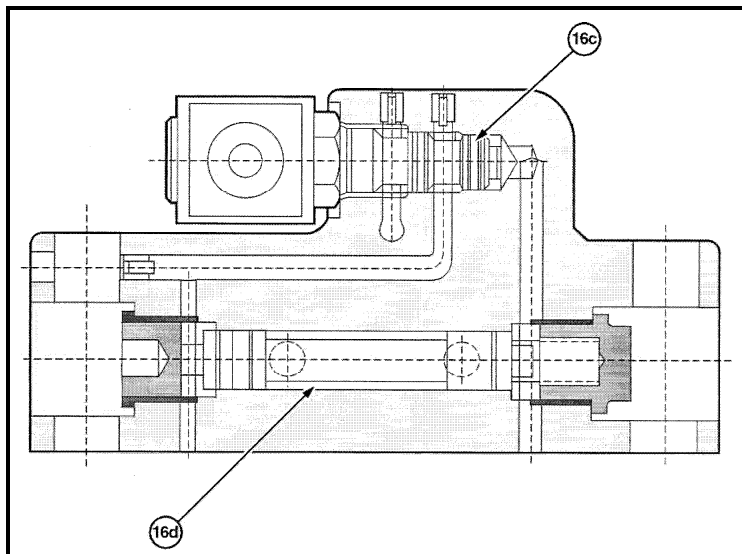
**Σχ. 4.15** Τομή βαλβίδας πολινδρομούντος εμβόλου και ανακουφιστικής βαλβίδας εκροής του υδροστατικού κινητήρα.

#### **4.5.3.2 Ανακουφιστική βαλβίδα εκροής**

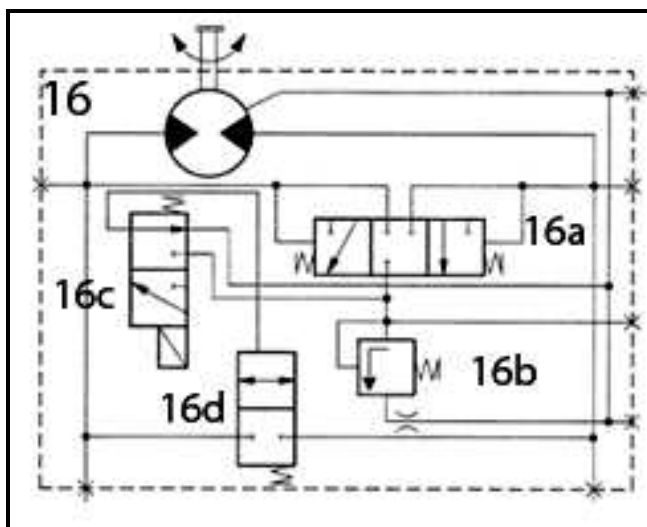
Με τον κινητήρα να λειτουργεί στην πρόσω ή την όπισθεν, η πίεση στη γραμμή επιστροφής επενεργεί πάνω στην ανακουφιστική βαλβίδα εκροής ανοίγοντας τη βαλβίδα προς το δοχείο εκκένωσης.

#### **4.5.3.3 Κύκλωμα ανακουφιστικής βαλβίδας**

Με την αντλία στη νεκρά, η πίεση επί των δύο πλευρών του υδροστατικού κινητήρα ενδέχεται να εμποδίσει τον μηχανισμό αλλαγής ταχυτήτων (μπλοκάρισμα μετάδοσης). Όταν επιλέγεται μία αλλαγή ταχύτητας, το πηνίο της βαλβίδας ανακούφισης 16c ενεργοποιείται, κινώντας τη μαγνητική βαλβίδα και συνδέοντας τη πλευρά χαμηλής πίεσης του κυκλώματος (δια μέσου της βαλβίδας παλινδρομικού πηνίου) προς τον οδηγό της ανακουφιστικής βαλβίδας. Η ανακουφιστική βαλβίδα κινείται συνδέοντας τις δύο γραμμές του υδροστατικού κινητήρα, εξισώνοντας την πίεση τους και επιτρέποντας να λάβει χώρα μια ομαλή αλλαγή ταχύτητας.



Σχ. 4.16 Τομή μαγνητικής βαλβίδας απαλλαγής πίεσης και πηνίο ανακούφισης πίεσης του υδροστατικού κινητήρα.



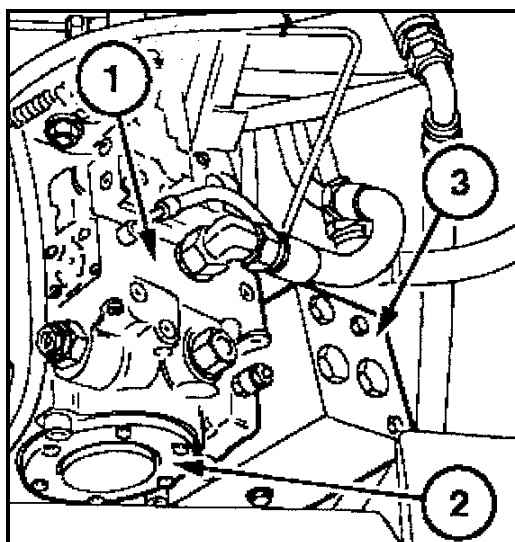
Σχ. 4.17 Σχηματική διάταξη του υδροστατικού κινητήρα με εμφανείς τις θέσεις των βαλβίδων.

- 16. Υδροστατικός κινητήρας μετάδοσης
- 16a. Βαλβίδα παλινδρομούντος εμβόλου
- 16b. Ανακουφιστική βαλβίδα εκροής
- 16c. Μαγνητική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης
- 16d. Πηνίο ανακούφισης πίεσης

#### 4.6 Πέδη κύριου αγωγού

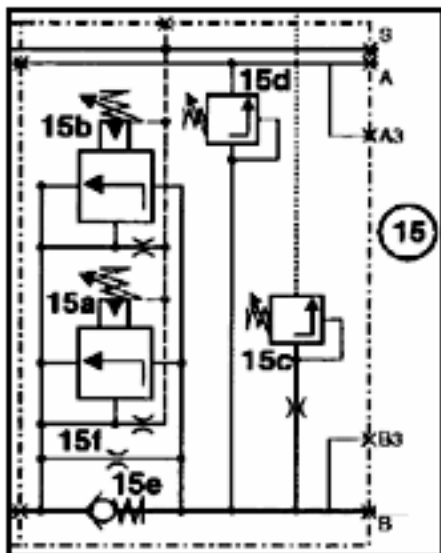
Η πέδη κύριου αγωγού 3, στο σχήμα 4.13, είναι ένας μηχανισμός τοποθετημένος πάνω στο συγκρότημα της κύριας αντλίας 1. Η πέδη κύριου αγωγού χρησιμοποιείται για την προστασία του κινητήρα της θεριζοαλωνιστικής μηχανής και της κύριας αντλίας από περιπτώσεις υπερτάχυνσης κατά τη διάρκεια σταματήματος ή όταν οδηγούμε σε κατηφορική πορεία με υψηλή ταχύτητα.

Περισσότερες λεπτομέρειες για την λειτουργία της πέδης του κύριου αγωγού δίνονται στο υποκεφάλαιο 3.3.2.3 του 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου, όπου αναλύονται περιπτώσεις με παρουσία αντιστάσεων στο υδροστατικό σύστημα μετάδοσης κίνησης.



Σχ. 4.17 Συγκρότημα κύριας αντλίας, όπου διακρίνεται η πέδη κύριου αγωγού.

1. Κύρια αντλία
2. Αντλία τροφοδότησης
3. Πέδη κύριου αγωγού



Σχ. 4.18 Σχηματική διάταξη πέδης κύριου αγωγού

15 Συγκρότημα πέδησης κυρίου αγωγού

15a Βαλβίδα ελέγχου ροής (280bar) (4060 psi)

15b Βαλβίδα ελέγχου ροής (280 bar) (4060 psi)

15c Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης (400 bar) (5800 psi)

15d Βαλβίδα ανακούφισης κρουστικών φορτίων (450 bar) (6525 psi)

15e Βαλβίδα αντεπιστροφής

15f Δίοδος

#### 4.7 Παρακαμπτήρια βαλβίδα ψυγείου λαδιού

Η παρακαμπτήρια βαλβίδα ψυγείου λαδιού (17 στο Σχ. 3.1) είναι θερμοστατικώς ρυθμιζόμενη και η λειτουργία της είναι να επιτρέπει το λάδι του υδροστατικού συστήματος να φθάνει στη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας στο συντομότερο δυνατό χρόνο.

Όταν η θερμοκρασία λαδιού του υδροστατικού συστήματος είναι κάτω από περίπου 49° C, το σύστημα του θερμοστάτη της παρακαμπτήριας βαλβίδας του ψυγείου λαδιού 1 είναι κλειστό (Σχ.4.19) και το λάδι ρέει από τη θυρίδα A, δια του εσωτερικού του συνδετικού δακτυλίου 2 και δια μέσου της θυρίδας B, προς τη δεξαμενή λαδιού.

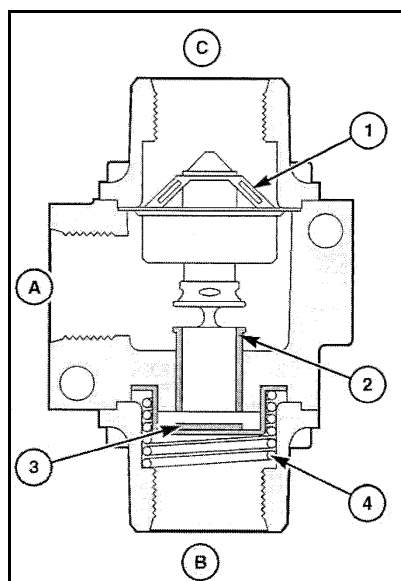
Αν η θερμοκρασία λαδιού ανέβει πάνω από 49° C, το σύστημα του θερμοστάτη 1 αρχίζει να ανοίγει, κινώντας τον συνδετικό δακτύλιο 2 προς τα κάτω, προς το

στεγανοποιητικό 3. Το λάδι συνεχίζει να ρέει από τη θυρίδα A δια του εσωτερικού του συνδετικού δακτυλίου 2 και δια μέσου της θυρίδας B προς τη δεξαμενή λαδιού. Επίσης ρέει δια μέσου της ανοικτής βαλβίδας του θερμοστάτη 1 και δια μέσου της θυρίδας C προς το ψυγείο λαδιού.

Αν η θερμοκρασία λαδιού φθάσει τους  $63^{\circ}\text{C}$ , η βαλβίδα του θερμοστάτη 1 ανοίγει τελείως και ο συνδετικός δακτύλιος 2 εδράζεται επί του στεγανοποιητικού 3, κλείνοντας τη ροή λαδιού από τη θυρίδα A προς τη θυρίδα B.

Η ροή λαδιού τώρα διοχετεύεται εξολοκλήρου από τη θυρίδα A δια μέσω της βαλβίδας του θερμοστάτη 1 και μέσω της θυρίδας C προς το ψυγείο λαδιού.

Αν η πίεση του λαδιού δια μέσου του ψυγείου λαδιού ανέβει πάνω από κατά προσέγγιση  $3,1\text{ bar}$ , η πίεση του λαδιού, ενεργώντας δια μέσου του εσωτερικού του συνδετικού δακτυλίου 2 πάνω στο στεγανοποιητικό 3, θα συμπιέσει το ελατήριο 4, επιτρέποντας τη ροή λαδιού δια μέσου του εσωτερικού του συνδετικού δακτυλίου 2, και δια μέσου της θυρίδας B, προς τη δεξαμενή.



**Σχ. 4.19** Τομή παρακαμπτήριας βαλβίδας ψυγείου λαδιού.

1. Σύστημα θερμοστάτη
2. Συνδετικός δακτύλιος
3. Στεγανοποιητικό
4. Ελατήριο
- A. Θυρίδα εισόδου



B. Θυρίδα δεξαμενής

C. Θυρίδα ψυγείου λαδιού

#### **4.7.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά παρακαμπτήριας βαλβίδας ψυγείου λαδιού**

Κατασκευαστής: Parker

Μέγιστη πίεση λειτουργίας ψυγείου: 17.2 bar (249 psi)

Θερμοκρασία ανοίγματος θυρίδας ψυγείου: 46-52°C (114.8-125.6°F)

Μέγιστη θερμοκρασία ανοίγματος: 63° C (145.4°F)

Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 91°C (195.8°F)

Ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας: -34°C (-29.2°F)

Εκτιμώμενη πίεση ροής ανακουφιστικής βαλβίδας: 227 l/min (60 gal/min) 2.8 bar  
(40.6-49.3 psi)

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ του *Κωνσταντίνου Τσατσαρέλη*,  
*Εκδόσεις Γιαχούδη*
- ΟΧΗΜΑΤΑ-ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ της *Νικολίνας Στολάκη*,  
*Εκδόσεις University Studio Press*
- ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΕΙΣ ΚΙΝΗΣΗΣ του *Νικόλαου Παναγιωτόπουλου*,  
*Εκδόσεις Ζήτη*
- ΓΕΩΡΓΙΚΟΙ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ- ΟΧΗΜΑΤΑ ΑΝΩΜΑΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ του *Γεωργίου Παραδεισιάδη*, *σημειώσεις του ομώνυμου μαθήματος*
- ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ της *Εταιρείας New Holland*
- ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΕΝΤΥΠΟ της *Εταιρείας New Holland*
- ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ της *εταιρείας Sauer Danfoss* ([www.sauer-danfoss.com](http://www.sauer-danfoss.com))