



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Μεσολογγίου
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Μηχανολογίας & Υδάτινων Πόρων

Πτυχιακή Εργασία



«Λειτουργία υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα»

Δήμας Μιχάλης (9749)

Επόπτης Καθηγητής: κ. Χαλβατζής

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2013

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Ιδιαίτερα όμως ευχαριστώ την οικογένειά μου για τη στήριξη που μου παρείχε και τον επόπτη καθηγητή μου για τις πολύτιμες συμβουλές του και την καθοδήγηση του στη συγκέντρωση του απαραίτητου βιβλιογραφικού υλικού, χωρίς το οποίο η ολοκλήρωση της εργασίας θα ήταν αδύνατη.

Περίληψη

Η σωστή ολοκλήρωση (χρόνος – κόστος) των περισσότερων εργασιών στο χώρο της γεωργίας προϋποθέτει την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν τα γεωργικά μηχανήματα. Μεταξύ αυτών, ένα σημαντικό γεωργικό μηχάνημα και με τη μεγαλύτερη συμμετοχή είναι ο γεωργικός ελκυστήρας.

Η χρήση του γεωργικού ελκυστήρα, με την εξέλιξη που τον ακολούθησε από μηχανολογικής και τεχνολογικής άποψης, είναι πλέον βασικό προαπαιτούμενο της απόδοσης των καλλιεργειών. Ωστόσο, ο ίδιος ο γεωργικός ελκυστήρας βρίσκεται σε άμεση εξάρτηση με τα συστήματα τα οποία τον συνθέτουν και ιδιαίτερα των υδραυλικών.

Το συγκεκριμένο στοιχείο αποτέλεσε και το έναυσμα πραγματοποίησης της παρούσας εργασίας όπου στόχος της είναι να γίνει κατανοητή η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος στους γεωργικούς ελκυστήρες με ιδιαίτερη αναφορά στο ρόλο των αντλιών του υδραυλικού. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου, η εργασία χωρίζεται σε τέσσερα (4) επιμέρους κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται εννοιολογικά η προσέγγιση των υδραυλικών. Ειδικότερα, αναλύονται τα δομικά στοιχεία που τα συνθέτουν όπως τα υδραυλικά υγρά, οι αντλίες, οι βαλβίδες κλπ,

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν τους γεωργικούς ελκυστήρες όπως τα στοιχεία που τους συνθέτουν, η πορεία που έχουν ακολουθήσει διαχρονικά αλλά και η βασική κατηγοριοποίησή τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύεται η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος του γεωργικού ελκυστήρα με προηγούμενη περιγραφική ανάλυσή του καθώς και των απαιτούμενων ελέγχων που θα πρέπει να πραγματοποιούνται.

Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικά στοιχεία που αφορούν τις αντλίες όπως η κατάταξή τους σε κατηγορίες, η σύγκριση χαρακτηριστικών τους αλλά και η θέση τους στους γεωργικούς ελκυστήρες. Η εργασία ολοκληρώνεται με παράθεση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Λέξεις Κλειδιά: Αντλία, γεωργικός ελκυστήρας, υδραυλικά, έλεγχος, εξαρτήματα.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη	3
Εισαγωγή	6
Κεφάλαιο 1^ο: Υδραυλικά συστήματα ελέγχου.....	8
1.1. Υδραυλικά συστήματα ελέγχου: Δομικά στοιχεία	8
1.1.1. Υδραυλικά υγρά	8
1.1.2. Αντλίες	11
1.1.3. Στοιχεία εργασίας (υδραυλικοί τελεστές)	11
1.1.4. Βαλβίδες.....	12
1.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδραυλικού συστήματος	13
Κεφάλαιο 2^ο: Γεωργικός ελκυστήρας - Έννοια, κατηγοριοποίηση, λειτουργία - Υδραυλικοί μηχανισμοί	14
2.1. Ιστορική ανασκόπηση γεωργικών ελκυστήρων	14
2.2. Η έννοια του γεωργικού ελκυστήρα	15
2.3. Τύποι γεωργικών ελκυστήρων.....	16
2.4. Υδραυλικοί μηχανισμοί	17
Κεφάλαιο 3^ο: Λειτουργία υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα	20
3.1. Γενική περιγραφή υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα.....	20
3.2. Η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα	22
3.3. Αρχές λειτουργίας υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα	24
3.4. Βαλβίδες ελέγχου στα υδραυλικά συστήματα των γεωργικών ελκυστήρων.....	24
3.4.1. Λειτουργία κύριας βαλβίδας ελέγχου υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα	25
3.5. Ο έλεγχος ευαισθησίας στα υδραυλικά συστήματα των γεωργικών ελκυστήρων.....	32
3.6. Έλεγχοι και δοκιμές υδραυλικών συστημάτων γεωργικού ελκυστήρα.....	35

3.7. Ρυθμίσεις υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα 38

Κεφάλαιο 4^ο: Αντλίες και γεωργικός ελκυστήρας 41

4.1. Ιστορική ανασκόπηση 41

4.2. Κατάταξη των αντλιών γεωργικού ελκυστήρα 42

4.3. Η υδραυλική αντλία του γεωργικού ελκυστήρα 44

4.4. Βλάβες υδραυλικής αντλίας γεωργικού ελκυστήρα και αντιμετώπιση 48

4.5. Συντήρηση υδραυλικής αντλίας γεωργικού ελκυστήρα 51

Συμπεράσματα..... 53

Βιβλιογραφία 55

Εισαγωγή

Η αντικατάσταση της ζωικής δύναμης στη γεωργία από τον ελκυστήρα, συνετέλεσε στην αλλαγή της γεωργίας. Καθημερινά χρησιμοποιούνται καινούργιες μηχανές και εφαρμόζονται νέες μέθοδοι παραγωγής. Καλλιεργούνται δηλαδή διαφορετικά φυτά με υψηλότερη απόδοση, επενδύεται μεγαλύτερο κεφάλαιο σε μηχανήματα και χρησιμοποιούνται τα εργατικά χέρια αποδοτικότερα. Ακόμη το είδος των γεωργικών εργασιών είναι διαφορετικό καθώς και ο χρόνος που απαιτείται για να εκτελεσθούν. Τέλος με τη χρησιμοποίηση του γεωργικού ελκυστήρα περιορίζεται το κόστος εργασίας (Ανδρουλιδάκης και συν., 1981; Hunt, 1983; Habibulla, 2005).

Η εκμηχάνιση της γεωργίας που επιτελέστηκε μέχρι τώρα και ιδιαίτερα την τελευταία εικοσαετία, χαρακτηρίζεται από την εισαγωγή σ' αυτή μηχανημάτων και κυρίως γεωργικών ελκυστήρων μεγάλων δυνατοτήτων - ισχύος, σε σχέση με τις ανάγκες των εκμεταλλεύσεων. Αυτό σημαίνει, αν ληφθεί υπόψη το μέγεθος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και την ετήσια απασχόληση που βρίσκουν σ' αυτές τα γεωργικά μηχανήματα, ότι γίνεται, σε σημαντικό βαθμό χρήση των γεωργικών ελκυστήρων (Kerper et al, 2000).

Η εισαγωγή των ελκυστήρων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις έχει ως πρωταρχικό σκοπό να αυξήσει την παραγωγικότητα της εργασίας και να μειώσει το κόστος παραγωγής. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται τότε και μόνο, όταν η εκμετάλλευση παρέχει τις δυνατότητες αξιοποίησης των ικανοτήτων του ελκυστήρα και ο ελκυστήρας ανταποκρίνεται, από τεχνικής πλευράς, προς τις επιμέρους ανάγκες της εκμετάλλευσης (Αυγερινός, 1996; Kolatora et al, 2011).

Επιπρόσθετα προβλέψεις για το μέλλον κάνουν λόγο για ακόμα μεγαλύτερη πίεση για μείωση στο κόστος παραγωγής που αναπόφευκτα θα οδηγήσει σε μικρότερο αριθμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων αλλά μεγαλύτερων σε έκταση (Soane et al, 1984 ; Kutzbach, 2000). Ως αποτέλεσμα της προαναφερθείσας ανάγκης νέοι ελκυστήρες με αναβαθμισμένες δυνατότητες, με την εκτεταμένη χρήση ηλεκτρουδραυλικών εφαρμογών καθιστούν τη γνώση λειτουργίας-δυνατοτήτων τους απαραίτητη για την επίτευξη του μέγιστου δυνατού αποτελέσματος με το χαμηλότερο κόστος

Στην αρχή ο γεωργικός ελκυστήρας χρησιμοποιήθηκε για να τραβάει και να μεταφέρει εργαλεία για την καλλιέργεια του εδάφους, τα περισσότερα από αυτά ήταν άροτρα ή χορτοκοπτικά. Το όργανο είναι εργασία του εδάφους με υψηλές απαιτήσεις

ενέργειας και υψηλή κατανάλωση. Με τη μηχανική δύναμη του τρακτέρ οι αγρότες μπορούσαν να κάνουν το όργωμα πιο γρήγορα με λίγους μόνο ανθρώπους και χωρίς ζώα. Αυτό ήταν ένα από τα πιο σημαντικά βήματα στον τομέα της μηχανοποίησης της εργασίας (Ford, 2004; Ing, 2005). Το υδραυλικό σύστημα εισήχθη για την ανύψωση και το κατέβασμα των εργαλείων στο χωράφι και για τη μεταφορά αυτών. (Πανταζής, 2001).

Η παρούσα εργασία αποτέλεσε μια προσπάθεια κατανόησης του τρόπου λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος του μέσου γεωργικού ελκυστήρα με ιδιαίτερη αναφορά στο ρόλο της υδραυλικής αντλίας. Από την ανάλυση των βιβλιογραφικών δεδομένων, ο αναγνώστης θα είναι σε θέση να κατανοήσει την ευρύτερη λειτουργία και έλεγχο των υδραυλικών συστημάτων και ιδιαίτερα εκείνων που βρίσκουν εφαρμογή στους γεωργικούς ελκυστήρες

Κεφάλαιο 1^ο: Υδραυλικά συστήματα ελέγχου

1.1. Υδραυλικά συστήματα ελέγχου: Δομικά στοιχεία

Στα υδραυλικά συστήματα ελέγχου εντάσσεται η κίνηση και ο έλεγχος με συμπιεσμένα υγρά. Στα πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων συστημάτων εντάσσονται (Πανταζής, 2001; Πανταζής, Ν., 1992^β):

1. Μεγάλες δυνάμεις σε μικρό χώρο με υψηλές πιέσεις.
2. Αδιαβάθμητα ρυθμιζόμενες ταχύτητες.
3. Ομαλές κινήσεις λόγω της ελάχιστης συμπιεστότητας του λαδιού.
4. Ασφαλής προστασία ενάντια στην υπερφόρτιση με βαλβίδες περιορισμού πίεσης.

Από την πλευρά των μειονεκτημάτων σημειώνονται τα ακόλουθα:

1. Ανάπτυξη θερμότητας και αλλαγή του ιξώδους του λαδιού κατά την άνοδο της θερμοκρασίας.
2. Θόρυβος από τις αντλίες, τους υδροκινητήρες και τις ενεργοποιήσεις των βαλβίδων.
3. Απώλεια λαδιού από διαφυγές.

1.1.1. Υδραυλικά υγρά

Ως υδραυλικά υγρά χρησιμοποιούνται, ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας, ορυκτέλαια με πρόσθετα ή υγρά σχεδόν μη αναφλέξιμα. Αυτά πρέπει, αν είναι δυνατόν, να έχουν λιπαντικές ιδιότητες, να αντέχουν στην παλαιώση, να έχουν ιξώδες (συνεκτικότητα) που να μην επηρεάζεται, αν είναι εφικτό, από τη θερμοκρασία, να μην αφρίζουν και να μην προσβάλλουν τα στεγανωτικά παρεμβύσματα και τα υλικά. Στις υδραυλικές εγκαταστάσεις, οι οποίες είναι εκτεθειμένες σε υψηλές θερμοκρασίες πρέπει να χρησιμοποιούνται υγρά, τα οποία αναφλέγονται δύσκολα (Πανταζής, 2001).

Η χρήση των υδραυλικών υγρών εξασφαλίζει τη μακροβιότητα ολόκληρου του συστήματος ενώ είναι πολύ σημαντικό να χρησιμοποιείται το κατάλληλο κατά

περίπτωση υγρό. Το σύνηθες είναι να χρησιμοποιούνται ορυκτέλαια κοινής βάσης, αλλά μερικά υδραυλικά συστήματα απαιτούν πυραντίσταση εξαιτίας της εγγύτητάς τους με πηγές θερμότητας ή άλλο κίνδυνο πυρκαγιάς (Bi eta l, 2008).

Ο κύριος σκοπός του υδραυλικού υγρού σε οποιοδήποτε σύστημα είναι η μετάδοση της ενέργειας. Μηχανές εσωτερικής καύσης, ηλεκτρικές και άλλες αξιοποιούν την υδραυλική αντλία της οποίας η λειτουργία είναι άμεσα συνυφασμένη με την παρουσία υδραυλικών υγρών. Το υδραυλικό υγρό πρέπει να ρέει εύκολα ώστε να μειώνει τις απώλειες ενέργειας και να επιτρέπει την εύκολη ανταπόκριση του συστήματος (Trinkel, 2007^a).

Στα περισσότερα υδραυλικά συστήματα, το υδραυλικό υγρό πρέπει να έχει καλές ιδιότητες λίπανσης. Αντλίες, κινητήρες και κύλινδροι χρειάζονται άφθονη λίπανση ώστε να είναι αποτελεσματικοί και να επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής τους. Ορυκτέλαια με πρόσθετα κατά της φθοράς λειτουργούν καλά και είναι διαθέσιμα από πολλούς προμηθευτές. (Trinkel, 2007^b).

Η πυκνότητα επίσης του υδραυλικού υγρού είναι σημαντική καθώς αποτελεί βασικό παράγοντα της σφράγισης του συστήματος. Αραιά υδραυλικά υγρά μπορούν να ρέουν ευκολότερα στα διάκενα αλλά μειώνουν την αποτελεσματικότητα και διαβρώνουν τις επιφάνειες επαφής (Keith et al, 1996). Τα πυκνότερα υδραυλικά υγρά προσφέρουν καλύτερα επίπεδα διασφάλισης πιθανών διαρροών αυξάνοντας ταυτόχρονα την αποτελεσματικότητα. Η τελική επιλογή στηρίζεται στην εργασία που θα επιτελεί το υδραυλικό σύστημα (Trinkel, 2007^a).

Το ιξώδες αποτελεί το μέτρο της πυκνότητας και είναι ιδιαίτερα σημαντικό και καθορίζεται στις υδραυλικές αντλίες. Οι περισσότεροι κατασκευαστές καθορίζουν τα όρια ιξώδους για τις αντλίες τους και είναι προτιμότερο να τηρούνται τα όρια που καθορίζονται. Ο πρωταρχικός λόγος για τον καθορισμό ενός μέγιστου ιξώδους είναι ότι η πτώση πίεσης στην γραμμή αναρρόφησης της αντλίας είναι συνήθως χαμηλή και αν το υδραυλικό υγρό είναι υπερβολικά πυκνό, η αντλία θα καταστραφεί λόγω σπηλαίωσης (Dianu, 2012). Αντίθετα, εάν το υδραυλικό υγρό είναι αραιό, η αντλία σπαταλά ενέργεια και παράγει επιπλέον θερμότητα. Στα περισσότερα υδραυλικά συστήματα, η γρήγορη ροή ρευστού μπορεί να οδηγήσει σε δημιουργία αφρού. Αντιφασιστικοί παράγοντες επιτρέπουν στο υδραυλικό υγρό να αποφύγει τις πιθανότητες εμφάνισης φουσαλίδων (Trinkel, 2007^a ; Trinkel, 2007^b).

Διάφορα πρόσθετα στο υδραυλικό υγρό έχουν ως αποτέλεσμα την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων καθώς και μια σειρά άλλων που περιγράφονται παρακάτω:

1. Βελτιωτές ιξώδους που αυξάνουν το δείκτη ιξώδους.
2. Πρόσθετα υψηλής πίεσης που παρέχουν προστασία δημιουργώντας ένα φιλμ το οποίο έχει πολύ καλή πρόσφυση με τα μεταλλικά εξαρτήματα.
3. Αντιοξειδωτικά που προστατεύουν το λιπαντικό από την οξείδωση
4. Απορρυπαντικά και διασκορπιστικά πρόσθετα που αποτρέπουν την δημιουργία λάσπης (sludge) στη δεξαμενή δεσμεύοντας την υγρασία.
5. Πρόσθετα για τον έλεγχο του σημείου ροής που μειώνουν την κατώτερη θερμοκρασία στην οποία το λάδι εξακολουθεί να ρέει.
6. Αντιδιαβρωτικά που προστατεύουν τα μεταλλικά εξαρτήματα από την ηλεκτροχημική διάβρωση.
7. Αντιαφριστικά πρόσθετα που μειώνουν τη διάρκεια ζωής των φυσαλίδων και συντελούν στην ένωση πολλών μικρών σε μεγαλύτερες φυσαλίδες, ώστε αυτές να διαλύονται εύκολα.
8. Αντιτριβικά που βελτιώνουν την προστασία του υγρού σε περίπτωση οριακής λειτουργίας

Σε γενικές γραμμές, τα ανθεκτικά στη φωτιά υγρά δεν έχουν τις ίδιες προδιαγραφές με υδραυλικά υγρά με βάση το πετρέλαιο. Στα τέλη της δεκαετίας του '90, η χρήση του νερού διείσδυσε στα υδραυλικά συστήματα. Ο βασικός λόγος ήταν το χαμηλό κόστος όμως και αυτά εμφάνιζαν προβλήματα όπως η πήξη σε χαμηλές θερμοκρασίες (Mizuhara et al, 1992). Ορισμένα υδραυλικά συστήματα χρησιμοποιούν περίπου 40% νερό για αντοχή στη φωτιά και 60% ελαίου για λίπανση. Και πάλι, αυτά δεν είναι κοινά υδραυλικά υγρά επειδή απαιτούν ειδικό λάδι και συνεχή συντήρηση. Άλλη κατηγορία υδραυλικών υγρών αποτελούν τα συνθετικά. Είναι κατασκευασμένα από ορυκτό έλαιο, αλλά έχουν υποστεί επεξεργασία και περιέχουν πρόσθετα για να έχουν πολύ υψηλότερο σημείο ανάφλεξης. Τα συνθετικά υδραυλικά υγρά διατηρούν τις περισσότερες από τις ιδιότητες των πετρελαιοειδών από την οποία προέρχονται, έτσι στα περισσότερα υδραυλικά συστήματα δεν καθορίζουν κάποιο περιορισμό λειτουργίας (Trinkel, 2007^a).

1.1.2. Αντλίες

Οι αντλίες αναρροφούν το υδραυλικό υγρό και το πιέζουν μέσω βαλβίδων διόδου και ροής στους υδραυλικούς τελεστές. Το υγρό, το οποίο εκτοπίζεται από το έμβολο - κινητήρα, επιστρέφει μέσα από βαλβίδες στην δεξαμενή λαδιού. Όταν η πίεση υπερβεί μια μέγιστη τιμή, τότε η βαλβίδα περιορισμού της πίεσης ανοίγει και το υγρό επιστρέφει στη δεξαμενή.

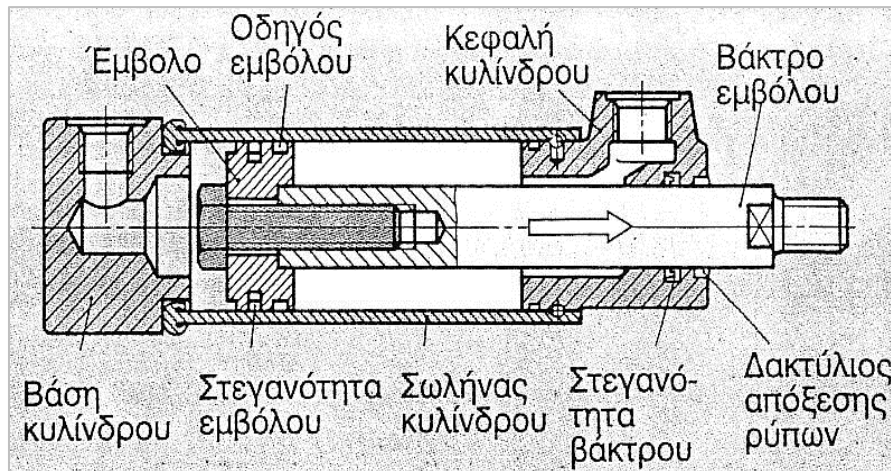
Η δεξαμενή έχει ως αποστολή να αποταμιεύει το υγρό, να αναπληρώνει τις απώλειες, να ψύχει το υγρό και να χρησιμεύει ως χώρος καθίζησης των συμπαρασυρομένων ξένων σωματιδίων. Το μέγεθος και το είδος των αντλιών καθορίζονται από την αναγκαία παροχή, την αναγκαία πίεση της εγκατάστασης και τις επιτρεπόμενες στροφές. Ανάλογα με τη διαμόρφωση τους, οι αντλίες διακρίνονται σε αντλίες γραναζωτές, σε εμβολοφόρες και σε αντλίες με πτερόγια (Πανταζής, Ν., 1992^β).

1.1.3. Στοιχεία εργασίας (υδραυλικοί τελεστές)

Τα στοιχεία εργασίας (υδραυλικοί κύλινδροι - κινητήρες), εκτελούν ευθύγραμμες ή περιστροφικές κινήσεις. Οι υδραυλικοί κύλινδροι, λόγω των υψηλών πιέσεων λειτουργίας, τα τοιχώματα τα βάρτρα των εμβόλων και οι στερεώσεις κατασκευάζονται ενισχυμένα σε σχέση με τους πνευματικούς κυλίνδρους. Και εδώ οι κύλινδροι κατασκευάζονται απλής και διπλής ενέργειας με απόσβεση ή χωρίς απόσβεση (Αυγερινός, 1996; Reverberi et al, 2007).

Οι ενεργές δυνάμεις εμβόλου υπολογίζονται όπως και στους κυλίνδρους συμπιεσμένου αέρα. Σε κλειστά συστήματα, στα οποία οι επιμέρους χώροι συνδέονται μεταξύ τους, επικρατεί σε όλα τα σημεία η ίδια πίεση. Αν η πίεση ενεργεί σε διαφορετικές επιφάνειες, τότε θα προκύψουν και δυνάμεις διαφορετικού μεγέθους. Οι ταχύτητες εμβόλου στους υδραυλικούς κινητήρες εξαρτώνται από την παροχή όγκου και την επιφάνεια του εμβόλου. Η ταχύτητα ροής υγρών μέσα σε σωλήνες είναι επίσης τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή και τόσο μικρότερη όσο μεγαλύτερη είναι η διατομή του σωλήνα (Ανδρουλιδάκης και συν., 1981; Kutzbach, 2000).

Εικόνα 1: Υδραυλικός κύλινδρος διπλής ενέργειας



Πηγή: Herwig et al, 2003

1.1.4. Βαλβίδες

Οι υδραυλικές βαλβίδες διόδου έχουν τις ίδιες ονομασίες και ενεργοποιήσεις, όπως και οι πνευματικές βαλβίδες διόδου. Κατασκευάζονται, συνήθως, ως επιμήκεις σύρτες. Έτσι, κατά τις ενεργοποιήσεις το έμβολο (σύρτης) κινείται κατά τη διεύθυνση του άξονα. Στις μεγάλες βαλβίδες διόδου, στην κατευθείαν ενεργοποίηση με ηλεκτρικό ρεύμα, θα έπρεπε να υπάρχουν και μεγάλοι ηλεκτρομαγνήτες με αντίστοιχα μεγάλους αγωγούς ρεύματος. Γι' αυτόν το λόγο, ενεργοποιείται ηλεκτρομαγνητικά μόνο η πρόσθετη βαλβίδα - πιλότος. Αυτή απελευθερώνει συμπιεσμένο υγρό, το οποίο επενεργεί στην κυρίως βαλβίδα. Κατά την ενεργοποίηση του ηλεκτρομαγνήτη, το έμβολο της βαλβίδας - πιλότου μετακινείται προς τα δεξιά. Έτσι, συμπιεσμένο υγρό ρέει στη βαλβίδα - πιλότο και συνεπώς στην προς ενεργοποίηση πλευρά της κυρίως βαλβίδας (Μοσχόπουλος, 1983).

Οι βαλβίδες αντεπιστροφής είναι οι πλέον χρησιμοποιούμενες υδραυλικές βαλβίδες διακοπής. Διακόπτουν μια ροή προς μία ανεπιθύμητη διεύθυνση και χρησιμεύουν στην παράκαμψη βαλβίδων πίεσης και ροής. Στις απελευθερούμενες βαλβίδες αντεπιστροφής, η διακοπή μπορεί να εξουδετερωθεί μέσω της ελεγχόμενης σύνδεσης (Αυγερινός, 1996).

1.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδραυλικού συστήματος

Τα πλεονεκτήματα που θα μπορούσαν να αναφερθούν για το υδραυλικό σύστημα είναι τα εξής:

1. Μεταβλητή ταχύτητα. Η χρήση των υδραυλικών συστημάτων επιτρέπει τη συνεχή μεταβολή της ταχύτητας με απλή μεταβολή της παροχής της υδραυλικής αντλίας χωρίς την ύπαρξη πολύπλοκων βοηθητικών διατάξεων.
2. Αντιστροφή της περιστροφής ή της κίνησης. Η πραγματοποίηση οποιασδήποτε περιστροφής ή αντιστροφής κίνησης θα προϋπέθετε βαθμιαία επιβράδυνση έως ακινητοποίηση. Στα υδραυλικά συστήματα μπορούν να πραγματοποιούνται σχεδόν στιγμιαία χωρίς κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα.
3. Προστασία και έλεγχο φορτίων. Η ανεξέλεγκτη αύξηση φορτίου επιτυγχάνεται μέσω της ανακουφιστικής βαλβίδας ώστε να υπάρχει η απόλυτη προστασία στο σύστημα.
4. Περιορισμένος όγκος. Οι υψηλές αποδόσεις τους εξασφαλίζονται σε μικρό χώρο τοποθέτησης.
5. Δυνατότητα ακαριαίας ακινητοποίησης. Τα υδραυλικά συστήματα έχουν δυνατότητα εκκίνησης και ακινητοποίησης χωρίς τον κίνδυνο καταστροφής ή βλάβης τους.
6. Πολλαπλές δυνατότητες ελέγχων. Οι έλεγχοι μπορεί να είναι αυτόματοι, χειροκίνητοι, μηχανικοί, υδραυλικοί.
7. Απουσία ξεχωριστού κυκλώματος ψύξης και λίπανσης.
8. Μακροζωία, αξιοπιστία και ποιοτική απόδοση.

Στα μειονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων συμπεριλαμβάνονται:

1. Μικρές μηχανουργικές ανοχές. Το αυξημένο κόστος δημιουργίας και κατασκευή υδραυλικών εξαρτημάτων συνολικά επηρεάζει και την ανοχή τους.
2. Αδυναμία διατήρησης ρευστού σε πλήρη καθαρότητα από ρύπους, βρωμιές, βακτήρια.
3. Έκλυση θερμότητας. Η δημιουργία συνθηκών αυξημένων θερμοκρασιών περιορίζει το εύρος των επιλογών υποχρεώνοντας σε ψύξη του συστήματος.
4. Υπολογιστικές δυσκολίες. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες στο σχεδιασμό υδραυλικών συστημάτων με αποτέλεσμα να μην μπορούν να προβλεφθούν όλα τα πιθανά προβλήματα.

Κεφάλαιο 2^ο: Γεωργικός ελκυστήρας - Έννοια, κατηγοριοποίηση, λειτουργία - Υδραυλικοί μηχανισμοί

2.1. Ιστορική ανασκόπηση γεωργικών ελκυστήρων

Οι σύγχρονοι γεωργικοί ελκυστήρες είναι το αποτέλεσμα ερευνών και δοκιμών ογδόντα και περισσότερων χρόνων. Υποστηρίζεται ότι το 1882 είναι η αρχή της σύγχρονης περιόδου του γεωργικού ελκυστήρα, όταν δηλαδή τοποθετήθηκε ή πρώτη βενζινομηχανή στο πλαίσιο ενός ατμοκίνητου ελκυστήρα (Ghlich, 1984). Ο ελκυστήρας του 1882, αν και δεν μπορεί να συγκριθεί με τον σημερινό, χρησιμοποίησε ως κινητήρια δύναμη μία μονοκύλινδρη βενζινομηχανή 20 ίπων και είχε όλα τα βασικά στοιχεία του σημερινού σύγχρονου γεωργικού ελκυστήρα, δηλαδή ήταν αυτοκίνητος, είχε σύστημα διεύθυνσης, είχε συμπλέκτη για την σύνδεση και αποσύνδεση της κινητήριας δύναμης της μηχανής με το σύστημα μετάδοσης κίνησης, μπορούσε να έλκει άλλα μηχανήματα και τέλος είχε τροχαλία για την κίνηση άλλων μηχανών (Ανδρουλιδάκης και συν., 1981; Ford, 2004; Habibulla, 2005).

Οι πρώτοι βενζινοκίνητοι ελκυστήρες ήταν επαναστατικά μηχανήματα συγκρινόμενα με τα άλλα μέσα κινητήριας δύναμης που υπήρχαν την εποχή εκείνη. Παρ' όλα αυτά μόνο οι βενζινοκίνητοι ελκυστήρες του 1900 ήταν σε θέση να συναγωνισθούν με τούς εξελιγμένους τύπους ατμοκίνητων ελκυστήρων της εποχής εκείνης. Οι βενζινοκίνητοι αυτοί ελκυστήρες δεν διέφεραν πολύ στην εμφάνιση από τους ατμοκίνητους. Ήταν πολύ βαρείας κατασκευής με τετράχρονες μονοκύλινδρες μηχανές. Σε σύγκριση με τους ατμοκίνητους ήταν καλύτεροι κατά την εκκίνηση, δεν είχαν ανάγκη από μεγάλες ποσότητες νερού και χρησιμοποιούσαν αποδοτικότερα την καύσιμη ύλη. Στην Ελλάδα εμφανίστηκαν μετά το 1920 (Ανδρουλιδάκης και συν., 1981; Τσατσαρέλης, 1997; Ghlich, 1984).

Το 1910 άρχισε η κατασκευή ελαφρότερων ελκυστήρων και το 1913 εμφανίστηκαν οι πρώτοι μικροί ελκυστήρες με δύο κυλίνδρους μετωπικά τοποθετημένους, σε ένα πλαίσιο με τέσσερις τροχούς. Με την εμπορική κατασκευή των πρώτων ελκυστήρων του τύπου αυτού άρχισε μια νέα περίοδος στην γεωργία (Τσατσαρέλης, 2006; Ing, 2005). Ένας αριθμός καινοτομιών κατά την περίοδο 1916 - 1917 συνέβαλλε σημαντικά στη βελτίωση της αξιοπιστίας του ελκυστήρα (Sahal, 1981).

Η βασική διαμόρφωση του γεωργικού ελκυστήρα έχει αλλάξει ελάχιστα από την δημιουργία του. Σήμερα, το περιβάλλον του οδηγού είναι πολύ βελτιωμένο καθώς βρίσκεται σε μια ήσυχη και άνετη καμπίνα με μόνωση από το εξωτερικό και το θόρυβο του κινητήρα. Από τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, υπήρξαν μόνο δύο σημαντικές βελτιώσεις όσον αφορά την παροχή έλξης: η πρώτη είναι η γενικευμένη εφαρμογή του υδραυλικού τριών σημείων και η δεύτερη είναι η πιο διαδεδομένη χρήση των τεσσάρων τροχών. Το 1982, περίπου το 50 % του συνόλου των ελκυστήρων που πωλούνταν στην Ευρώπη είχαν τέσσερις τροχούς, ενώ το 1977 το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 17% (Rackham et al, 1985) .

Πολλές βελτιώσεις στην κατασκευή και την εμφάνιση των γεωργικών ελκυστήρων έχουν πλέον σημειωθεί από την εποχή του πρώτου βενζινοκίνητου ελκυστήρα, όπως η υδραυλική ανύψωση, η βελτίωση του συστήματος διεύθυνσης, ο μεγαλύτερος αριθμός ταχυτήτων, η ηλεκτρική εκκίνηση της μηχανής, η βελτίωση του συστήματος των φρένων, η τελειοποίηση του συστήματος σύνδεσης και αποσύνδεσης των εργαλείων και των μηχανημάτων κλπ. συνέβαλαν στην αποδοτικότερη χρησιμοποίηση του. Οι βελτιώσεις αυτές αποτελούν σταθμούς στην ιστορία της εξέλιξης του γεωργικού ελκυστήρα (Τσατσαρέλης, 2006; Ford, 2004; Habibulla, 2005).

2.2. Η έννοια του γεωργικού ελκυστήρα



Ο γεωργικός ελκυστήρας αποτελεί το κατάλληλο μηχανήμα συνδυασμού αποδοτικότητας καυσίμων, ελκτικών ενεργειών, ευελιξίας και ικανότητας εκτέλεσης γεωργικών εργασιών. Η αποτελεσματική λειτουργία των γεωργικών ελκυστήρων μπορεί να περιλαμβάνει τα ακόλουθα (Deere, 2007; Witney, 1988):

1. Επιλογή της βέλτιστης ταχύτητας ροπής στο σημείο λειτουργίας του ελκυστήρα
2. Χρήση βέλτιστου έρματος ώστε να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα έλξης.
3. Βελτιστοποίηση της ταχύτητας κίνησης.

Ο γεωργικός ελκυστήρας ή τρακτέρ όπως έχει επικρατήσει να αναφέρεται σε διεθνές επίπεδο, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μηχανήματα με τεράστιες παρεχόμενες υπηρεσίες στην καλλιέργεια της γης. Πέραν των καλλιεργητικών εργασιών που εκτελεί, αποτελεί και ένα μέσο έλξης άλλων μηχανημάτων και εργαλείων όπως αρότρων, φρεζών, καλλιεργητών κλπ. Η αύξηση των αναγκών τα τελευταία χρόνια με την ταυτόχρονη πρόοδο της τεχνολογίας οδήγησαν και στην «αναγκαία» βελτίωση των γεωργικών ελκυστήρων (Τσατσαρέλης, 2006; Ford, 2004; Habibulla, 2005).

Οι γεωργικοί ελκυστήρες είναι σύγχρονα μηχανήματα που χαρακτηρίζονται από αυξανόμενο βαθμό αυτοματοποίησης δημιουργώντας νέες καλλιεργητικές τεχνικές και όχι μόνο. Η αποτελεσματικότητα της απόδοσης των γεωργικών ελκυστήρων είναι ένα πρόβλημα που απασχολεί τόσο τους χρήστες όσο και τους κατασκευαστές. Οι μεταβολές στην απόδοση μπορούν να παρακολουθούνται μέσω της ορθολογικής χρήσης των δεικτών απόδοσης (Τσατσαρέλης, 1997).

2.3. Τύποι γεωργικών ελκυστήρων

Ένας ελκυστήρας κατασκευασμένος για να έλκει μεγάλα μηχανήματα, είναι επόμενο να μη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οπωρώνες, όπου ενδιαφέρει η ευελιξία, το χαμηλό ύψος και το ομαλό σχήμα του ελκυστήρα. Τα καλλιεργούμενα φυτά, εξάλλου, έχουν πολλές φορές διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τον τρόπο καλλιέργειας του εδάφους τους. Αλλά και τα εδάφη διαφέρουν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να διαφέρει ο τύπος του ελκυστήρα ανάλογα με την περίπτωση. Έτσι χρειάστηκε να κατασκευασθούν ελκυστήρες διαφόρων τύπων οι οποία κατατάσσονται ανάλογα με τα μέσα προώσεως τους σε ελκυστήρες τροχοφόρους (τρίτροχους ή τετράτροχους) και ερπυστριοφόρος ελκυστήρες ή ανάλογα με τη χρήση τους σε ελκυστήρες σταθερού τύπου, γραμμικών καλλιεργειών, δενδροκομικούς, κηπευτικούς. Ειδικότερα (Τσατσαρέλης, 1997; Deere, 2007; Witney, 1988):

1. Τροχοφόροι γεωργικοί ελκυστήρες. Ο γεωργικός ελκυστήρας που κινείται με τροχούς είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος για γεωργικές εργασίες. Οι ελκυστήρες αυτοί έχουν τρεις ή τέσσερις τροχούς. Οι πρώτοι ελκυστήρες

- γραμμικών καλλιεργειών ήταν τρίτροχοι, δηλαδή με δύο οπίσθιους τροχούς και ένα μπροστινό, απλό ή δίδυμο.
2. Ερπυστριοφόροι γεωργικοί ελκυστήρες. Οι ελκυστήρες με ερπύστριες είχαν περιορισμένη χρήση στη γεωργία μέχρι τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο. Το βασικό πλεονεκτήματα τους είναι ότι συμπιέζουν το έδαφος λιγότερο σε σύγκριση με τους τροχοφόρους
 3. Γεωργικοί ελκυστήρες σταθερού τύπου.. Οι ελκυστήρες αυτοί είναι τροχοφόροι ή έρπυστριοφόροι με δύο ή τέσσερες κινητήριους τροχούς και με μικρό ελεύθερο ύψος..
 4. Γεωργικοί ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών. Οι ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών κατασκευάζονται με μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος και με δυνατότητα ρύθμισης του πλάτους μεταξύ των κινητηρίων τροχών. Γι' αυτό οι ελκυστήρες του τύπου αυτού εκτόπισαν σχεδόν τους ελκυστήρες σταθερού τύπου.
 5. Δενδροκομικοί ελκυστήρες. Σχεδόν όλοι οι γεωργικοί ελκυστήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οπωρώνες, εάν οι αποστάσεις μεταξύ των δένδρων και το ύψος των κλαδιών τους το επιτρέπουν.
 6. Κηπευτικοί ελκυστήρες. Οι κηπευτικοί ελκυστήρες είναι από τις μικρότερες μηχανές που κατασκευάζονται. Η χρήση τους περιορίζεται σε κήπους ή σε μικρά κτήματα. Κατασκευάζονται σε τρία μεγέθη: μικρό, μεσαίο, και μεγάλα μέγεθος.

2.4. Υδραυλικοί μηχανισμοί

Ο γεωργικός ελκυστήρας αποτελείται από μηχανικά και υδραυλικά τμήματα τα οποία επιτελούν το κάθε ένα ξεχωριστό έργο. Στα βασικά τμήματα του γεωργικού ελκυστήρα περιλαμβάνονται (Τσατσαρέλης, 2006; Witney, 1988; Wang et al, 1996; Σταθόπουλος, 1990):

1. Μηχανή γεωργικού ελκυστήρα. Η μηχανή είναι το βασικό μέρος του ελκυστήρα παράγοντας δύναμη για όλες τις εργασίες που εκτελούνται απ' αυτόν.

2. Σύστημα μετάδοσης της κίνησης του γεωργικού ελκυστήρα. Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης μεταφέρει τη δύναμη που παράγει η μηχανή στους διαφόρους κινητήριους μηχανισμούς. Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης του γεωργικού ελκυστήρα αποτελείται από το συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων και το διαφορικό.
3. Σύστημα οδήγησης. Στους τροχοφόρους ελκυστήρες για την αλλαγή της κατεύθυνσης επικράτησε να χρησιμοποιείται ο μεταλλικός τροχός με πλαστική επένδυση, γνωστό ως τιμόνι. Στο σύστημα οδήγησης περιλαμβάνονται τα φρένα και ένας υδραυλικός μηχανισμός που καθιστά την οδήγηση ακόμη ευκολότερη.
4. Σύστημα των φρένων. Ο μηχανισμός των φρένων είναι απαραίτητος για τον έλεγχο του ελκυστήρα και την ακινητοποίησή του.
5. Κορμός ελκυστήρα (πλαίσιο). Είναι ο πυρήνας στον οποίον στηρίζονται ο κινητήρας, το σύστημα μετάδοσης της κίνησης και οι μηχανισμοί οδήγησης καθώς και τα λοιπά εξαρτήματα του ελκυστήρα.

Στους υδραυλικούς μηχανισμούς του γεωργικού ελκυστήρα θα μπορούσαν να σημειωθούν τα ακόλουθα (Τσατσαρέλης, 2006; Witney, 1988; Wang et al, 1996):

1. Power beyond. Το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται ως πηγή πίεσης/ροής για πρόσθετες λειτουργίες εξοπλισμένο με ανεξάρτητες βαλβίδες ελέγχου ροής.
2. Differential lock. Το διαφορικό κλείδωμα παρέχει αυξημένη πρόσφυση σε σχέση με ένα πρότυπο ή ανοιχτό διαφορικό περιορίζοντας καθεμία από τους δύο τροχούς σε έναν άξονα με την ίδια ταχύτητα περιστροφής χωρίς να λαμβάνονται υπόψη έλξεις ή διαφορές αντοχής σε κάθε τροχό. Το διαφορικό κλείδωμα ουσιαστικά επιτρέπει την κίνηση των τροχών σε κοινό άξονα Ένα κλειδωμένο διαφορικό μπορεί να προσφέρει σημαντικό πλεονέκτημα πρόσφυσης, αλλά μόνο όταν η έλξη κάτω από κάθε τροχό διαφέρει σημαντικά.
3. Power clutchless shuttle (F/R). Εύκολο κίνηση εμπρός ή πίσω χωρίς συγκρατήσεις.
4. Hydrostatic power steering. Αποτελεί το υδροστατικό σύστημα του τιμονιού το οποίο περιλαμβάνει έναν κινητήρα ρευστού ο οποίος δέχεται πεπιεσμένο ρευστό από έναν ηλεκτή σε απόκριση στην περιστροφή του τιμονιού.

5. Draft control. Για τη σωστή λειτουργία και χαμηλή κατανάλωση καυσίμου αξιοποιείται το draft control το οποίο εξουδετερώνει τις αρνητικές δυνάμεις που προκαλούνται από τις αλλαγές στη θερμοκρασία και την πίεση.
6. Powershift. Ο ρόλος τους εστιάζει στη μείωση του χρόνου τροφοδότησης μεταξύ κίνησης και ακινησίας των τροχών. Η μεταβολή της ταχύτητας διατηρείται σε τέτοια επίπεδα που η ισχύς του κινητήρα μεταβάλλεται και προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του οδηγού.

Κεφάλαιο 3^ο: Λειτουργία υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

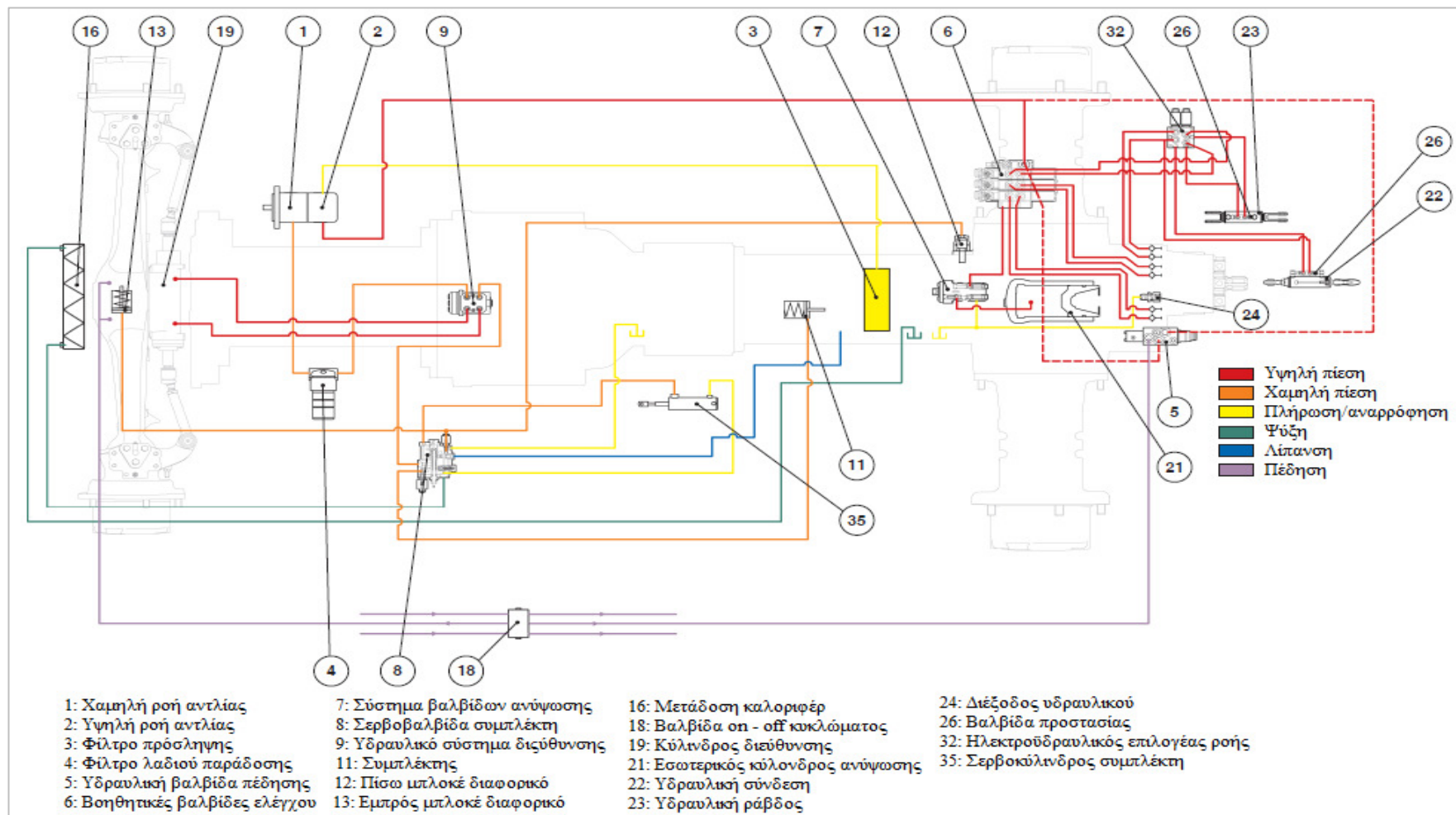
3.1. Γενική περιγραφή υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

Η λειτουργική ποιότητα, η ευελιξία και η σωστή χρήση ενός γεωργικού ελκυστήρα εξαρτώνται κυρίως από το υδραυλικό του κύκλωμα. Προς το σκοπό αυτό, οι σύγχρονοι ελκυστήρες εφοδιάζονται με δύο υδραυλικά κυκλώματα που αποτελούνται από μια διπλή γραναζωτή αντλία. Και οι δύο αντλίες λαδιού λειτουργούν παράλληλα με την πρόσληψη καυσίμου που κυρίως είναι το πετρέλαιο. Τα δύο κυκλώματα ροής είναι τα εξής (Landini, 2003; Μοσχόπουλος, 1983; Hunt, 1983; Αυγερινός, 1996; Kolatora et al, 2011; Σταθόπουλος, 1990):

1. Κύκλωμα χαμηλής ροής. Το κύριο στοιχείο του είναι η τροφοδοσία του τιμονιού του γεωργικού ελκυστήρα ώστε να εξασφαλίζεται ο έλεγχος ενώ παρέχονται ταυτόχρονα δυνατότητες ενεργοποιήσεων και απενεργοποιήσεων συγκεκριμένων ρυθμίσεων όπως έλεγχος του αναστολέα διαφορικού, της τετρακίνησης του δυναμοδότη. Το μεγαλύτερο μέρος του ελαίου κατευθύνεται προς ένα ψυκτικό κύκλωμα και στη συνέχεια προς την κατεύθυνση της λίπανσης (κινητήρα, κιβωτίου). Ολοκληρώνοντας τη διαδρομή του το έλαιο μεταφέρεται στο χώρο που ενεργεί ως «δεξαμενή» για το κύριο υδραυλικό σύστημα.
2. Κύκλωμα υψηλής ροής. Σε πρώτη προτεραιότητα τίθεται ο έλεγχος των φρένων ενώ μέσω βοηθητικών βαλβίδων ελέγχου ρυθμίζεται η κίνηση του μηχανικά ελεγχόμενου υδραυλικού συστήματος.

Η γενική κατασκευή αλλά και ο τρόπος λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος στους γεωργικούς ελκυστήρες περιγράφεται στην εικόνα 2 που ακολουθεί και στην οποία μπορεί να κατανοηθεί η λειτουργία των δύο κυκλωμάτων ροής που προαναφέρθηκαν.

Εικόνα 2: Γενική περιγραφή υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα



Πηγή: Landini, 2003

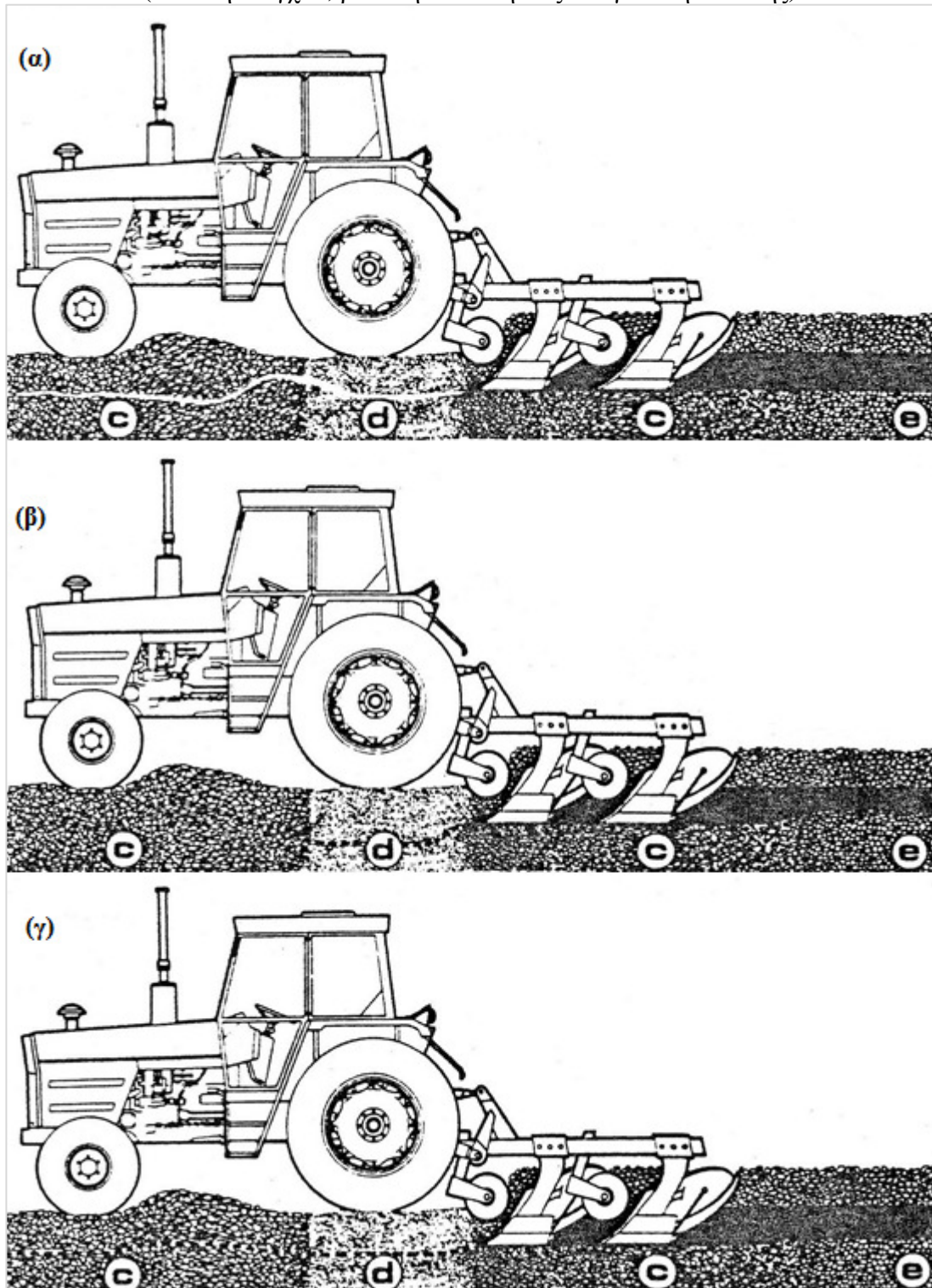
3.2. Η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

Το υδραυλικό σύστημα στους γεωργικούς ελκυστήρες μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μία από τις παρακάτω θέσεις (Landini, 2003; Τσατσαρέλης, 2006; Deere, 2010; Harding, 1988):

1. Θέση ελέγχου. Ο έλεγχος θέσης χρησιμοποιείται για την επιλογή βάθους εργασίας ή για την μεταφορά κάποιου εργαλείου μέσω των χειριστηρίων.
2. Θέση πλεύσης. Ο έλεγχος πλεύσης επιτρέπει την κίνηση των μπράτσων (πάνω – κάτω), ανάλογα με την μορφολογία του εδάφους. Χρησιμοποιείται για εργαλεία που πρέπει να ακουμπούν στο έδαφος και να ακολουθούν την μορφολογία του εδάφους ή για εργαλεία που έχουν τα δικά τους ροδάκια. Ο καθορισμός της εκάστοτε θέσης πλεύσης ρυθμίζεται από τα χειριστήρια του ελκυστήρα.
3. Θέση ευαισθησίας. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του έλεγχου ευαισθησίας είναι να κρατά σταθερή την έλξη του γεωργικού ελκυστήρα αλλάζοντας αυτόματα το βάθος εργασίας ανάλογα με την σκληρότητα του εδάφους.

Το INTEPMIE είναι συνδυασμός της ευαισθησίας και του έλεγχου θέσης. Χρησιμοποιώντας μόνο ευαισθησία, το βάθος εργασίας αλλάζει πάρα πολύ ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους. Το άροτρο μπορεί να πάει πολύ βαθιά' ή να βγαίνει από το έδαφος. Με το INTEPMIE η μεγάλη αλλαγή του βάθους εργασίας περιορίζεται σε μία μέση τιμή (Landini, 2003; Αυγερινός, 1996; Goldberg et al, 1989; Yahyaa et al, 2009).

Εικόνα 3: Θέσεις χρήσης υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα για την επιλογή του βάθους εργασίας, τον έλεγχο της πλευσης και τήρησης σταθερής έλξης (α. θέση ελέγχου, β. θέση ευαισθησίας και γ. θέση πλευσης)



Πηγή: Landini, 2003

3.3. Αρχές λειτουργίας υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

Η αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος βασίζεται σε νόμο του Pascal. Αυτός ο νόμος αναφέρει ότι η πίεση που εφαρμόζεται σε ένα κλειστό ρευστό μεταδίδεται εξίσου σε όλες τις κατευθύνσεις. Επιπλέον η μικρή δύναμη που δρα σε μικρή περιοχή μπορεί να παράγει μεγαλύτερη δύναμη σε μια μεγαλύτερη περιοχή όπως ο υδραυλικός γρύλος (Landini, 2003; Deere, 2010).

Ένα απλό υδραυλικό σύστημα αποτελείται από μία αντλία η οποία αντλεί το έλαιο και το μεταφέρει στο υδραυλικό σύστημα. Η αντλία επιτρέπει με αυτόν τον τρόπο τον έλεγχο σε επιμέρους συστήματα του γεωργικού ελκυστήρα όπως η κίνηση, η ανύψωση, το χαμήλωμα κλπ. (Σταθόπουλος, 1990; Pessina et al, 2012; Sharma et al, 2001).

Η αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος στους γεωργικούς ελκυστήρες βασίζεται επίσης στο ρόλο που διαδραματίζουν τα έμβολα στην πίεση του ρευστού. Ο έλεγχος λειτουργίας του σε κάθε στάδιο πραγματοποιείται με τις κατάλληλες βαλβίδες ελέγχου κατά περίπτωση. Κατά τη διάρκεια που το έλαιο βρίσκεται στο κύκλωμα, τα έμβολα του ασκούν πίεση και από τη δεξαμενή αποθήκευσης μεταφέρεται προς τον κύλινδρο (Landini, 2003; Gaultney et al, 1989; Kolatora et al, 2011).

3.4. Βαλβίδες ελέγχου στα υδραυλικά συστήματα των γεωργικών ελκυστήρων

Η κύρια βαλβίδα έλεγχου είναι το πιο σημαντικό εξάρτημα του υδραυλικού συστήματος των γεωργικών ελκυστήρων και εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες (Landini, 2003; Kutzbach, 2000):

1. Διανέμει το λάδι που έρχεται από την αντλία κατευθείαν στην μπουκάλα των μπράτσων.
2. Εκκενώνει το λάδι της αντλίας και το λάδι από την μπουκάλα των μπράτσων, όταν κατεβαίνουν τα μπράτσα.
3. Εκκενώνει το λάδι της αντλίας και εμποδίζει το λάδι της μπουκάλας να εκκενωθεί όταν τα μπράτσα είναι ανασηκωμένα.

Το υδραυλικό σύστημα λειτουργεί πάντα σε τρεις φάσεις, ανεξάρτητα εάν έχει επιλεγεί θέση ελέγχου, ευαισθησίας ή INTERMIE. Οι φάσεις αυτές είναι (Landini, 2003; Ismail et al, 1981):

1. Παροχή (ανασήκωση μπράτσων).
2. Νεκρό (κράτημα μπράτσων σε επιλεγμένο ύψος).
3. Εκκένωση (χαμήλωμα μπράτσων).

3.4.1. Λειτουργία κύριας βαλβίδας ελέγχου υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

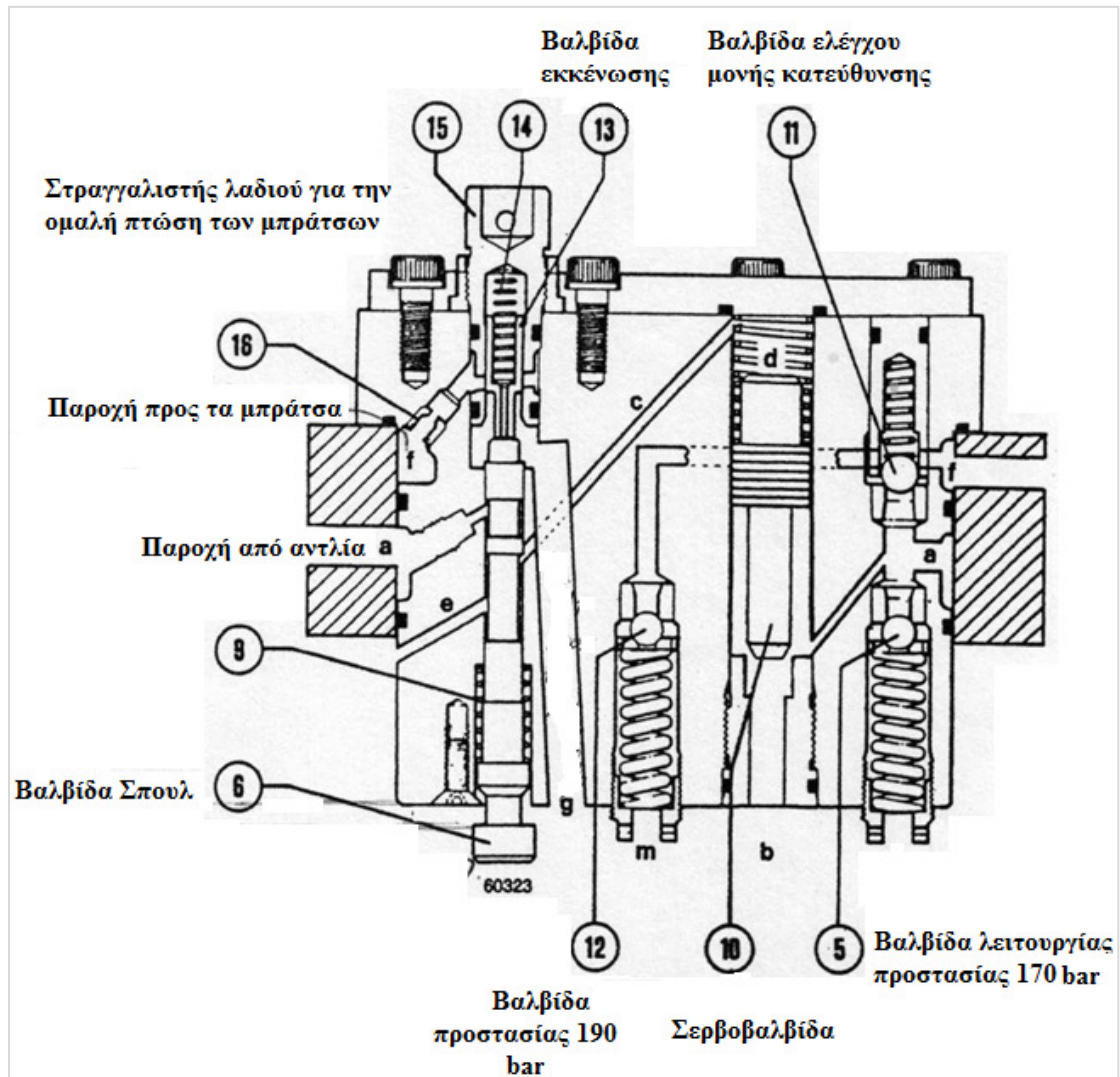
Η βαλβίδα (εμβολο) τύπου σπούλ 6 (εικ. 4), ελέγχει άμεσα την βαλβίδα εκκένωσης 13 (εικ. 4) και έμμεσα το άνοιγμα και κλείσιμο της βαλβίδας έλεγχου πίεσης 10 (σερβοβαλβίδα, εικ.4). Η σερβοβαλβίδα (10) (εικ. 4), λειτουργεί σαν διακόπτης. Εάν είναι πατημένη στην έδρα της, το λάδι που έρχεται από την αντλία δεν μπορεί να εκκενωθεί (ανύψωση μπράτσων). Όταν ανοίξει επιτρέπει στο λάδι να εκκενωθεί (νεκρό ή χαμήλωμα των μπράτσων)

Η ανεπίστροφη βαλβίδα 11 (εικ. 4) ή βαλβίδα έλεγχου κατά την φάση ανύψωσης των μπράτσων ανοίγει, για να περάσει το λάδι στην μπουκάλα.. Κατά τη διάρκεια των άλλων φάσεων παραμένει κλειστή, από τη δύναμη του ελατηρίου και την πίεση λαδιού της μπουκάλας (Landini, 2003; Gaultney et al, 1989).

Η ανακουφιστική βαλβίδα 5 (εικ. 4), είναι ρυθμισμένη στα 170 bar και ελέγχει την μέγιστη πίεση λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος. Γι' αυτό το λόγο καλείται και βαλβίδα έλεγχου πίεσης. Η βαλβίδα ασφαλείας 12(εικ. 4) ή αντικραδασμική, είναι ρυθμισμένη στα 190 bar και ανοίγει κατά τη μεταφορά κάποιου εργαλείου με μεγάλο βάρος, για να απορροφήσει τους κραδασμούς που δημιουργούνται (Reverberi et al, 2007; Harding, 1988).

Η βαλβίδα απορρόφησης ή εκκένωσης 13 (εικ. 4), αποτελείται από μία ολισθαίνουσα βελόνα και ένα ελατήριο επαναφοράς. Όταν η βελόνα πιέζεται πάνω στην έδρα της, το λάδι της μπουκάλας δεν μπορεί να εκκενωθεί και έτσι προκύπτει η φάση ανύψωσης των μπράτσων ή διατήρησης του ύψους των μπράτσων. Όταν η βελόνα απομακρύνεται από την έδρα της προκύπτει η φάση χαμηλώματος των μπράτσων (Landini, 2003; Habibulla, 2005).

Εικόνα 4: Λειτουργία βαλβίδας ελέγχου υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

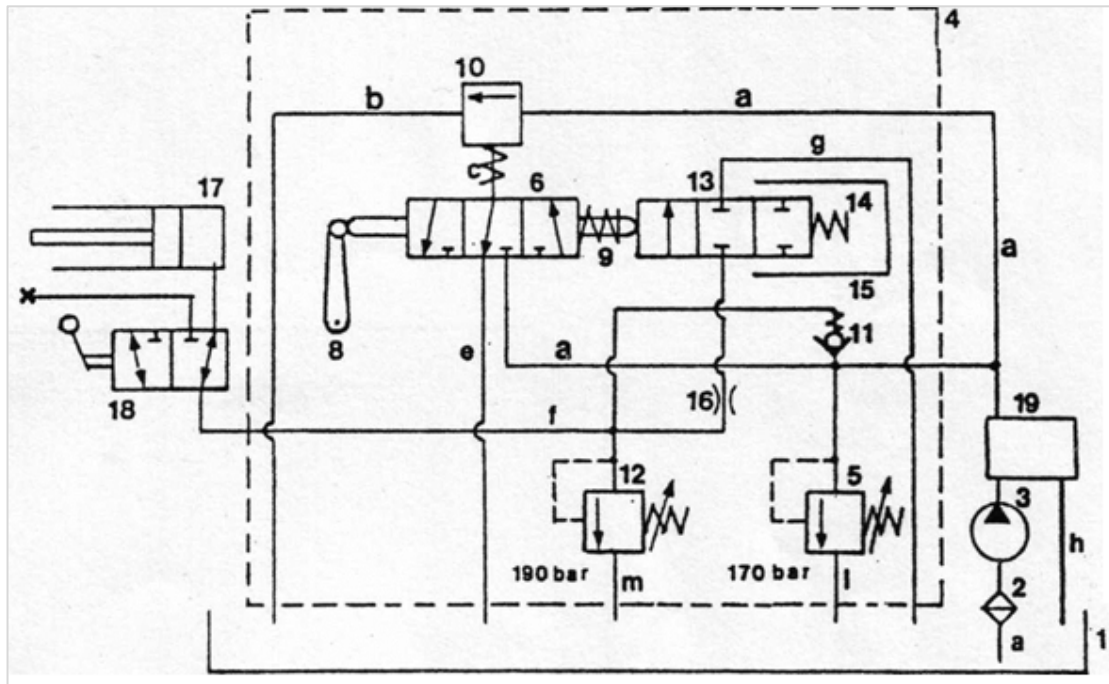


Πηγή: Landini, 2003

Όταν η κύρια βαλβίδα ελέγχου βρίσκεται στην ουδέτερη θέση (εικόνες 5 & 6), η αντλία (3) ανεβάζει το λάδι από το ρεζερβουάρ διαμέσου του φίλτρου (2) και το στέλνει στο κανάλι (a). Το λάδι έρχεται σε επαφή με το πιστόνι σπούλ (6) στο κεντρικό σημείο της διαδρομής του, και δεν επιτρέπει στο λάδι να περάσει στο κανάλι. Την ίδια στιγμή το λάδι από την αντλία φτάνει στην βαλβίδα έλεγχου πίεσης (11), η οποία παραμένει κλειστή διότι το λάδι που έρχεται από την αντλία δεν έχει αρκετή πίεση να σηκώσει την βαλβίδα προς τα επάνω, και έτσι το λάδι να περάσει στην μπουκάλα (17), κανάλι (f). Έτσι το λάδι βρίσκει διαφυγή στην σερβοβαλβίδα (10), την οποία ανασηκώνει ενάντια στο ελατήριο της και το λάδι επιστρέφει στο ρεζερβουάρ (b) (Landini, 2003; Harding, 1988). Παράλληλα, το λάδι που βρίσκεται στο πάνω μέρος της σερβοβαλβίδας (d), περνάει και αυτό στο ρεζερβουάρ διαμέσου

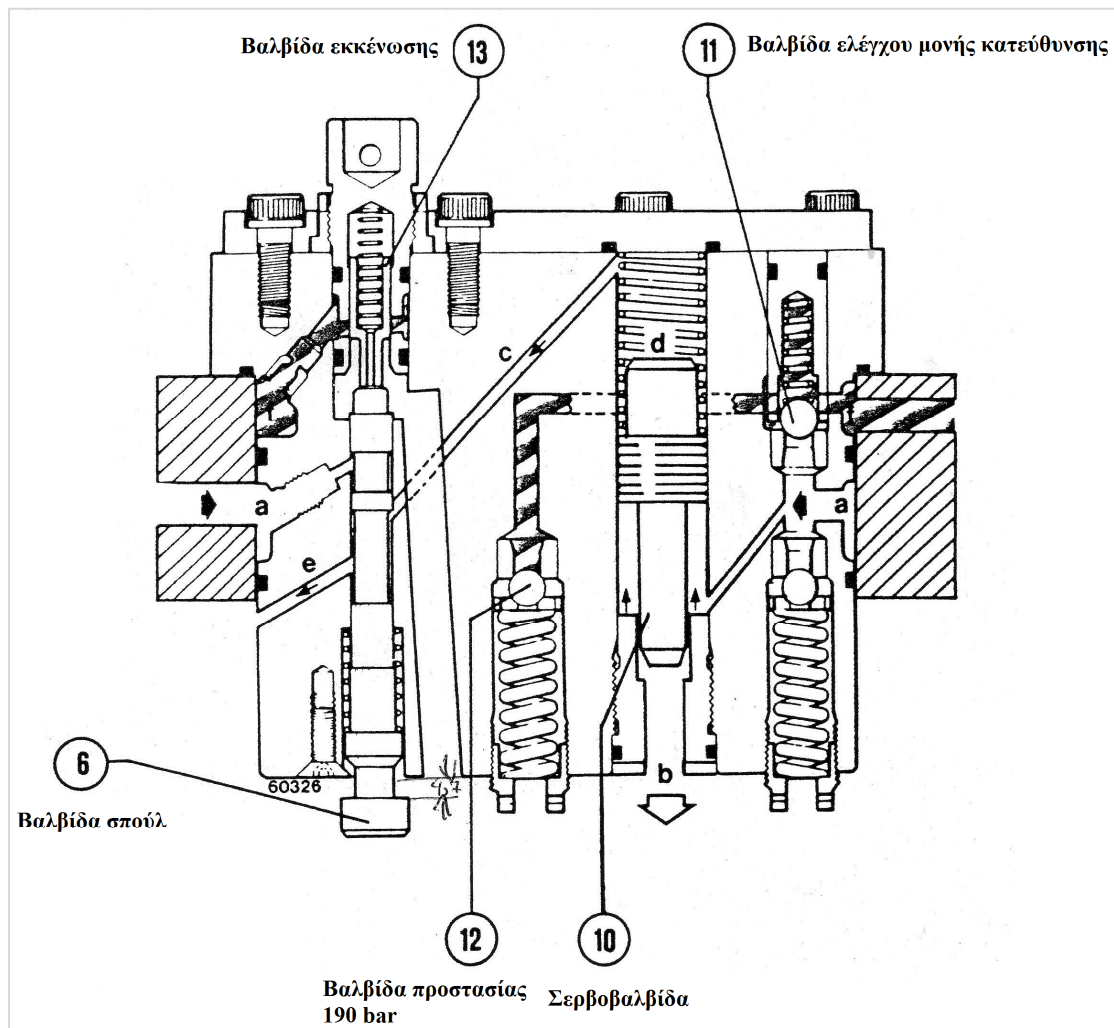
των καναλιών (c) και (e) . Το λάδι που βρίσκεται στην μπουκάλα (17) και στο κανάλι (f) δεν μπορεί να διαφύγει, διότι η βαλβίδα εκκένωσης (13), παραμένει κλειστή (Landini, 2003; Τσατσαρέλης, 2006; Pessina et al, 2012; Kolatora et al, 2011).

Εικόνα 5: Βαλβίδα ελέγχου στην ουδέτερη θέση



Πηγή: Landini, 2003

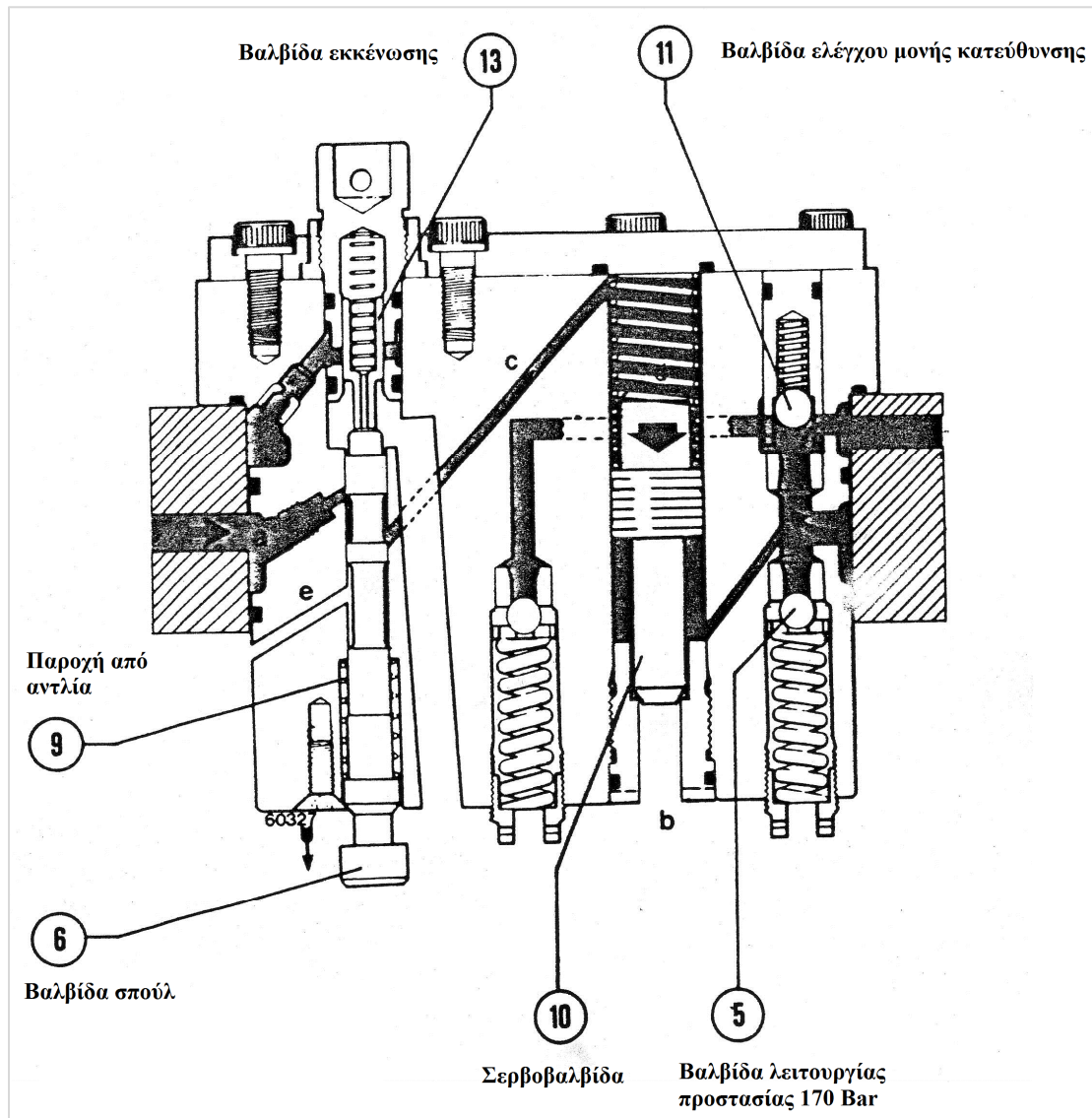
Εικόνα 6: Ουδέτερη θέση μπράτσων



Πηγή: Landini, 2003

Η κύρια βαλβίδα όταν βρίσκεται στη θέση ανύψωσης (εικόνες 7 και 8), με το ανέβασμα του μοχλού ελέγχου θέσης για την ανύψωση των μπράτσων, ο μοχλός (8) απομακρύνεται από το πιστόνι σπούλ (6). Επομένως το πιστόνι σπούλ μετακινείται, λόγω του ελατηρίου και το λάδι από την αντλία (a) μπορεί τώρα να περάσει από τη σερβοβαλβίδα (10) διαμέσου του καναλιού (c). Η σερβοβαλβίδα κλείνει τώρα λόγω της πίεσης του λαδιού και του ελατηρίου. Την ίδια στιγμή λάδι από την αντλία περνάει και στο κάτω μέρος της σερβοβαλβίδας και η πίεση αρχίζει να ανεβαίνει επειδή η σερβοβαλβίδα είναι κλειστή και το λάδι δεν μπορεί να περάσει στο ρεζερβουάρ. Όταν η πίεση του λαδιού που έρχεται από την αντλία φθάσει μια ορισμένη τιμή, η βαλβίδα ελέγχου (11) ανοίγει και το λάδι τώρα μπορεί να περάσει στην μπουκάλα (17). Όταν τί μπράτσα φθάσουν στο επιθυμητό ύψος, ο μοχλός (8)

Εικόνα 8: Θέση ανύψωσης

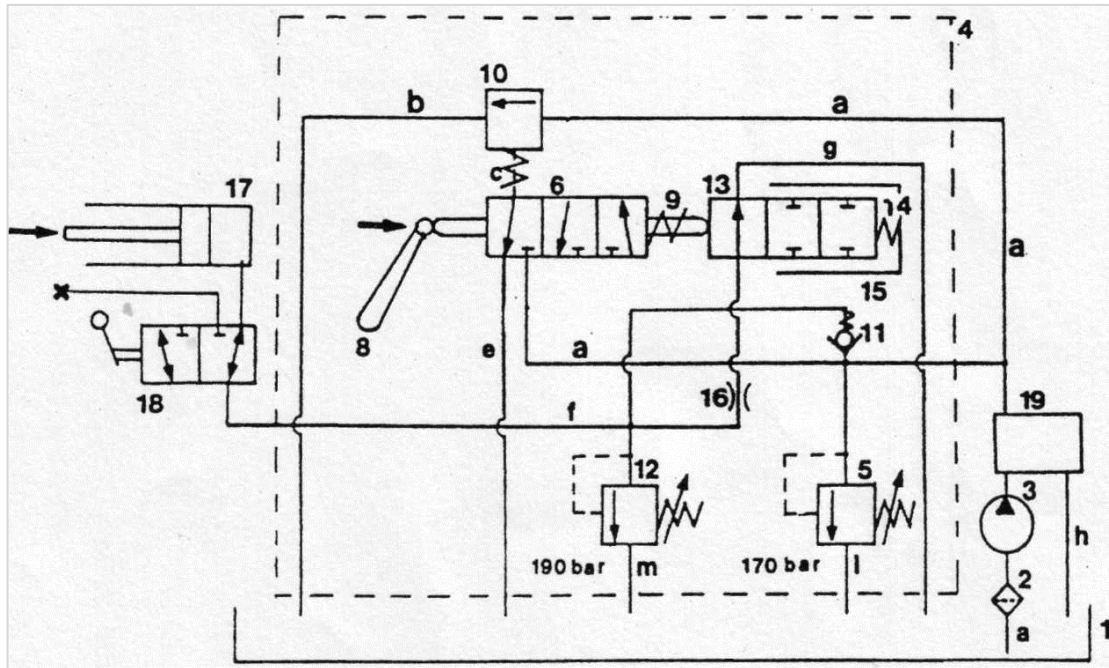


Πηγή: Landini, 2003

Στη θέση εκκένωσης (εικόνες 9 & 10), όταν κατεβαίνει ο μοχλός ελέγχου θέσης, ο μοχλός 8 (εικ. 9) πιέζει προς τα μέσα το πιστόνι σπούλ 6 (εικ. 10) και αυτό με τη σειρά του σπρώχνει προς τα μέσα τη βαλβίδα εκκένωσης (13). Η βαλβίδα εκκένωσης ανοίγει και το παγιδευμένο λάδι της μπουκάλας (17) (εικ. 9), βρίσκει τώρα δίοδο επιστροφής στο ρεζερβουάρ διαμέσου τού καναλιού (g) (εικ. 9). Όταν τα μπράτσα κατέβουν στο σημείο επιλογής, ο μοχλός 8 (εικ. 9) κινείται προς τα πίσω και μαζί του κινείται και το πιστόνι 6 (εικ. 10), ανοίγει τη δίοδο του λαδιού της σερβοβαλβίδας 10 (εικ. 9) προς το ρεζερβουάρ διαμέσου των καναλιών (c) και (e). Η πίεση του λαδιού πάνω από τη σερβοβαλβίδα πέφτει και το λάδι που έρχεται από την αντλία a (εικ. 9) ανασηκώνει τη σερβοβαλβίδα και επιστρέφει στο ρεζερβουάρ από το κανάλι (b). Ο

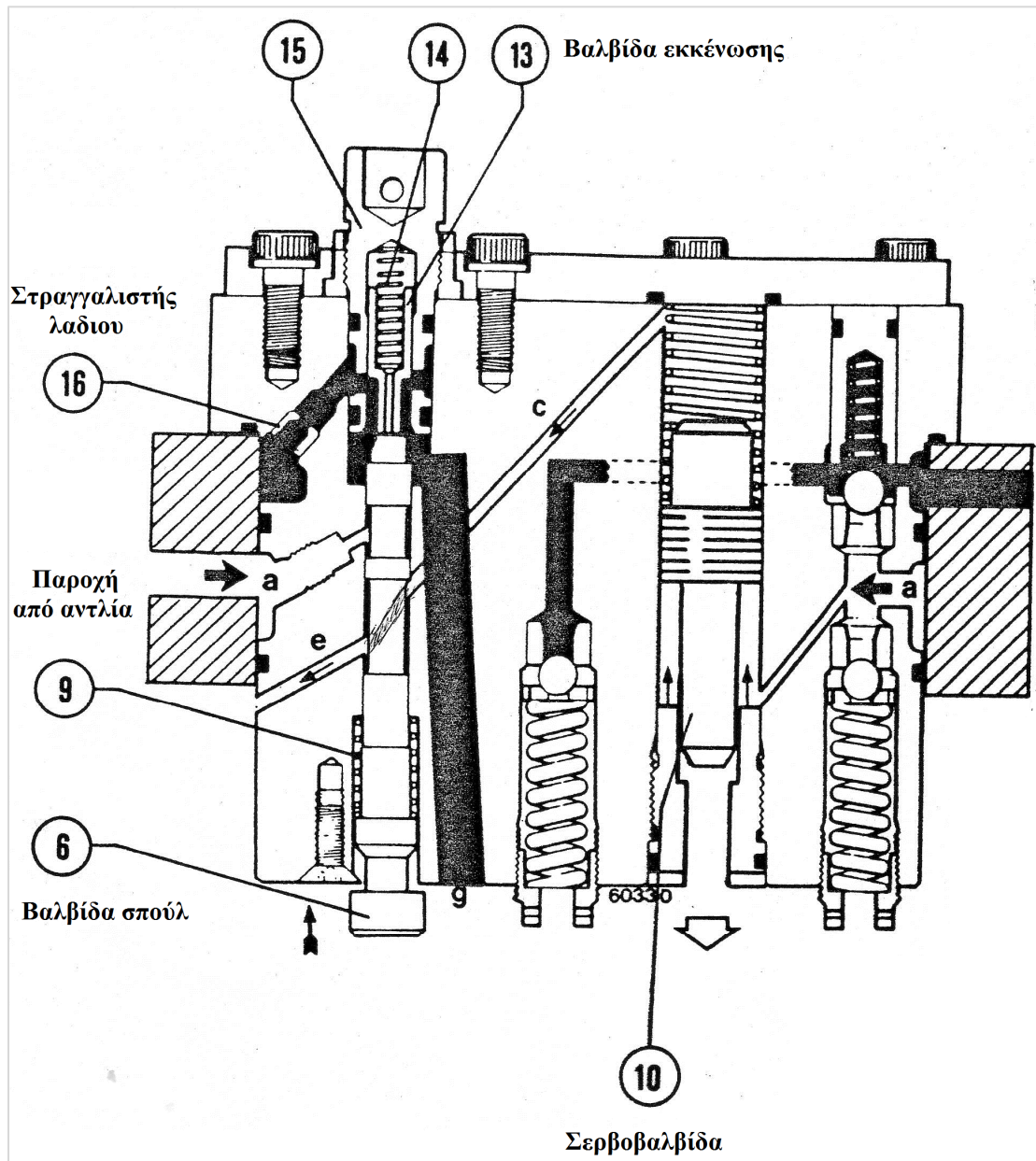
μηχανισμός ρύθμισης 15 (εικ. 10) επιτρέπει τη ρύθμιση της ανοχής μεταξύ της βαλβίδας εκκένωσης (13) (εικ. 10) και του πιστονιού 6 (εικ. 10) και η ρύθμιση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση ή τη μείωση της ευαισθησίας του υδραυλικού συστήματος (Landini, 2003; Goldberg et al, 1989; Σταθόπουλος, 1990).

Εικόνα 9: Βαλβίδα ελέγχου στη θέση εκκένωσης



Πηγή: Landini, 2003

Εικόνα 10: Θέση εκκένωσης



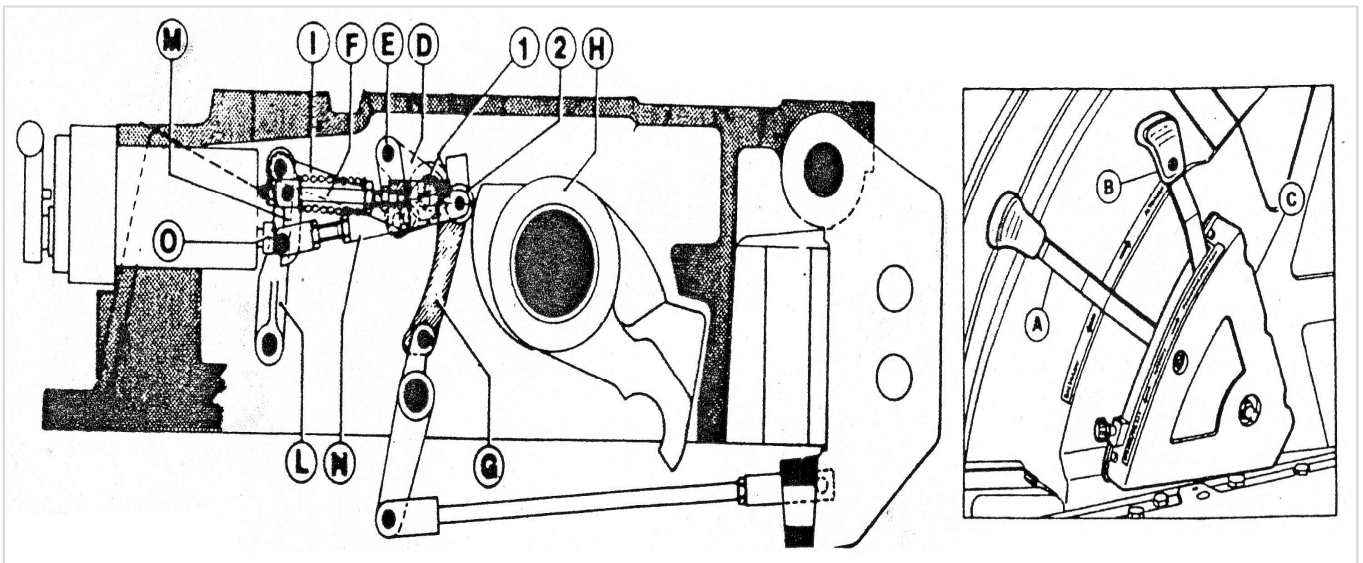
Πηγή: Landini, 2003

3.5. Ο έλεγχος ευαισθησίας στα υδραυλικά συστήματα των γεωργικών ελκυστήρων

Στη θέση ελέγχου (εικ.11), πηγαίνοντας προς τα πίσω στον τομέα υδραυλικού το μοχλό B , οι εσωτερικοί μοχλοί D και E φέρνουν τη ντίζα F και το ρολλάκι 1 στην ίδια ευθεία με το μοχλό G και το ρολλάκι 2 το οποίο βρίσκεται σε επαφή με το εκκεντρο H. Όταν μετακινηθεί ο μοχλός A προς τα εμπρός, η ντίζα I μετακινείται

προς τα δεξιά συμπαρασύροντας και το ζύγωθρο M. Η ντίζα I και το ζύγωθρο M συνδέονται με το μοχλό L. Επίσης το ζύγωθρο M συνδέεται με την ελατηριωτή ντίζα F, η οποία αυτή τη στιγμή γίνεται υπομόχλιο του ζυγώθρου M. Έτσι η κίνηση που δίνεται στο ζύγωθρο μεταφέρεται στο πιστόνι σπούλ C και το σπρώχνει προς τα αριστερά. Η κύρια βαλβίδα τώρα περνάει από την ουδέτερη θέση στη θέση εκκένωσης και τα μπράτσα αρχίζουν να κατεβαίνουν. Τα μπράτσα κατεβαίνουν έως το ρολλάκι 2 που είναι συνδεδεμένο με τη ντίζα G. Τη στιγμή αυτή το πιστόνι σπούλ O, επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση (ουδέτερη θέση), διαμέσου του συστήματος ντιζών (Landini, 2003). Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται κάθε φορά που κινείται ο μοχλός ελέγχου θέσης A. Όταν στοχεύεται ανύψωση των μπράτσων, κινείται ο μοχλός A προς τα επάνω και ο εσωτερικός μηχανισμός των ντιζών κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση (Landini, 2003; Gaultney et al, 1989).

Εικόνα 11: Περιγραφή ελέγχου θέσης σε υδραυλικό σύστημα γεωργικού ελκυστήρα



A,B: Μοχλοί ελέγχου θέσης - **D, E, L:** Εσωτερικοί μοχλοί - **I, F, G:** Ντίζες - **1, 2:** Ρολάκια - **H:** Έκκεντρο - **M:** Ζύγωθρο - **C:** Πιστόνι σπούλ

Πηγή: Landini, 2003

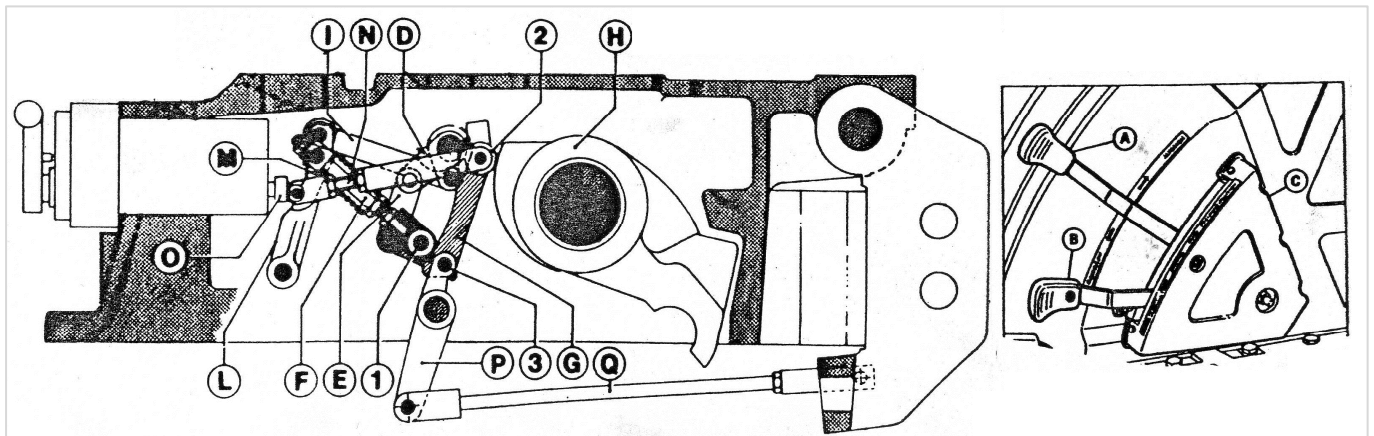
Στον έλεγχο ευαισθησίας στα υδραυλικά συστήματα των γεωργικών ελκυστήρων τοποθετείται τέρμα εμπρός ο μοχλός B, στον τομέα υδραυλικού. Οι εσωτερικοί μοχλοί D και E φέρνουν στην ίδια ευθεία την ελατηριωτή ντίζα F και το ρολλάκι της με τον πείρο 3, ο οποίος συνδέει τον μοχλό G με το ενδιάμεσο ζύγωθρο F.

Στην θέση αυτή εάν μετακινηθεί ο μοχλός ελέγχου θέσης, για να ανασηκωθούν ή να κατέβουν τα μπράτσα, η λειτουργία του εσωτερικού μηχανισμού είναι η ίδια όπως και στην περιγραφή του ελέγχου θέσης.

Η κυριότερη λειτουργία τού έλεγχου ευαισθησίας, (εικ. 12), είναι ο αυτόματος έλεγχος του πιστονιού σπούλ, διαμέσου της κίνησης της βάσης του άνω δεσμού, η οποία ακολουθεί την παραμόρφωση τού ελατηρίου, από τις δυνάμεις που εξασκούνται στο παρελκόμενο.

Οι κινήσεις αυτές μεταφέρονται διαμέσου της ντίζας Q, του ζύγωθρου P και του μοχλού G, στην ελατηριωτή ντίζα F και στο ζύγωθρο M και αυτά με τη σειρά τους στο πιστόνι σπούλ O. Ανάλογα με τις διακυμάνσεις της δύναμης έλξης, η κύρια βαλβίδα έλεγχου αλλάζει φάση. Η δύναμη έλξης πάντα επανέρχεται στην τιμή επιλογής με το μοχλό ελέγχου θέσης A (Landini, 2003; Jiang et al, 1992).

Εικόνα 12: Περιγραφή ελέγχου ευαισθησία σε υδραυλικό σύστημα γεωργικού ελκυστήρα



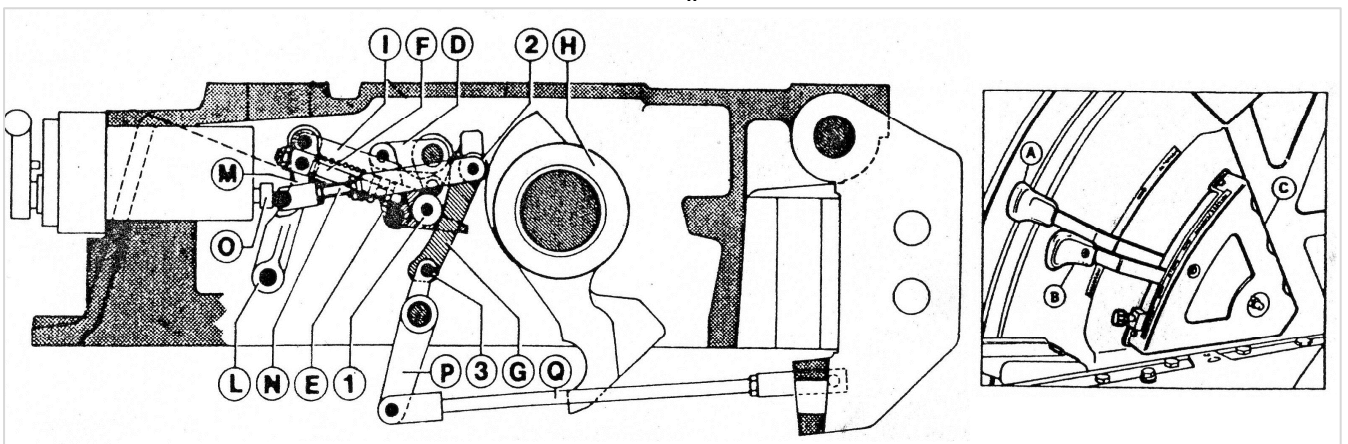
A: Μοχλός ελέγχου θέσης - D, E, G: Εσωτερικοί μοχλοί - F, Q: Ντίζες - 3: Πείρος - P: Ζύγωθρο - O: Πιστόνι σπούλ

Πηγή: Landini, 2003

Για συνδυασμό ελέγχου θέσης και ευαισθησίας (INTEPMIE) (εικ. 13), τοποθετείται ο μοχλός B στην μέση του τομέα υδραυλικού, δηλαδή ανάμεσα στις θέσεις έλεγχου ευαισθησίας και έλεγχου θέσης. Η ελατηριωτή ντίζα F τώρα βρίσκεται στη μέση του μοχλού G. Η μια άκρη του μοχλού G συνδέεται με το ζύγωθρο P, το οποίο μεταφέρει

την αντίδραση της ευαισθησίας και το άλλο άκρο είναι σε επαφή με το έκκεντρο έλεγχου θέσης H. Επομένως ο μοχλός G επηρεάζεται ταυτόχρονα από σήματα ευαισθησίας και έλεγχου θέσης, και τα σήματα αυτά μεταφέρονται στο πιστόνι σπούλ O διαμέσου του μηχανισμού των ντιζών. Η ελατηριωτή ντίζα F, μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση ανάμεσα στον μοχλό G. Εάν είναι πιο κοντά στον έλεγχο ευαισθησίας, το σύστημα θα επηρεάζεται περισσότερο από την ευαισθησία και το αντίθετο εάν είναι πιο κοντά στον έλεγχο θέσης (Landini, 2003).

Εικόνα 13: Περιγραφή ελέγχου INTEPMIE σε υδραυλικό σύστημα γεωργικού ελκυστήρα



B: Μοχλός ελέγχου θέσης – **F:** Ντίζα – **G:** Εσωτερικός μοχλός - **P:** Ζύγωθρο

Πηγή: Landini, 2003

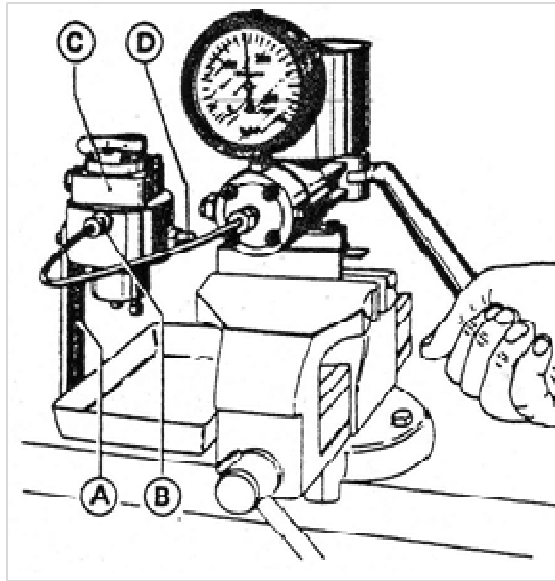
3.6. Έλεγχοι και δοκιμές υδραυλικών συστημάτων γεωργικού ελκυστήρα

Η ομαλή λειτουργία του υδραυλικού συστήματος ενός γεωργικού ελκυστήρα είναι εφικτή με τη διενέργεια μιας σειράς ελέγχων και δοκιμών. Ειδικότερα (Landini, 2003; Deere, 2010; Γράβαλος και συν., 2009; Ismail et al, 1981):

1. Έλεγχος εξαρτημάτων. Πλένονται όλα τα εξαρτήματα με αέρα, ελέγχεται το πιστόνι σπούλ εάν δουλεύει ελεύθερα στην έδρα του. Εάν δεν δουλεύει σωστά ελέγχονται τυχόν κατεστραμένα μέρη ή βρομίες μέσα στο σώμα της κύριας βαλβίδας. Ελέγχεται επίσης η σερβοβαλβίδα και η βαλβίδα εκκένωσης, για σωστή λειτουργία μέσα στην έδρα τους, οι μπίλιες και τα ελατήρια των υπόλοιπων βαλβίδων.

2. Δοκιμές. Οι δοκιμές γίνονται για έλεγχο διαρροών των βαλβίδων και καλιμπράρισμα αυτών. Τοποθετείται η κύρια βαλβίδα έλεγχου (C) στο ειδικό εργαλείο CR3 4 2 (A) (εικ. 14), έτσι ώστε τα κανάλια παροχής (B και D) να είναι ανοικτά. Συνδέεται η αντλία υψηλής πίεσης με το πάνω ρακόρ (B) του ειδικού εργαλείου (B = παροχή λαδιού προς μπουκάλι).

Εικόνα 14: Ειδικό εργαλείο και βαλβίδα ελέγχου



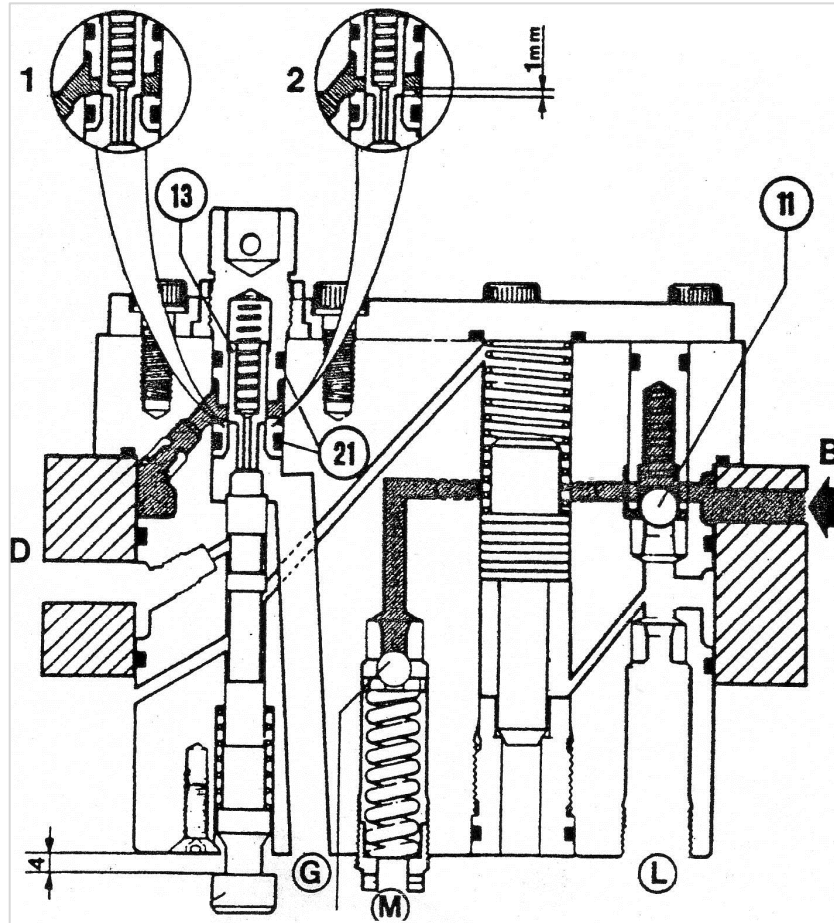
Πηγή: Landini, 2003

3. Έλεγχος διαρροής βαλβίδας εκκένωσης. Τοποθετείται μία βίδα ανάμεσα στην βάση του ειδικού εργαλείου και του πιστονιού σπούλ, και ξεβιδώνεται η βίδα για να ανασηκωθεί το πιστόνι, τόσο όσο ή απόσταση ανάμεσα στο άκρο του πιστονιού και το σώμα της κύριας βαλβίδας να είναι 4 χιλ. Στη συνέχεια, τίθεται σε λειτουργία η αντλία και ελέγχεται εάν η βαλβίδα εκκένωσης (13 (εικ. 15) , κατεβάζει λάδι από το κανάλι G , εάν όχι, στρέφεται ο διακόπτης ευαισθησίας δεξιόστροφα έως ότου ανοίξει ή βαλβίδα. Λειτουργώντας την αντλία, στρέφεται ο διακόπτης ευαισθησίας σιγά – σιγά προς τα αριστερά έως ότου η βαλβίδα αρχίσει να κλείνει. Η διαδικασία σταματά όταν το λάδι σταματήσει να βγαίνει από το κανάλι G και η πίεση ανέβει στο μανόμετρο (θέση 1). Στη συνέχεια, ο διακόπτης ευαισθησίας γυρίζει προς τα αριστερά για περίπου 280° στη θέση 2. Λειτουργεί η αντλία έως ότου η πίεση ανέβει στα 150 μπαρ και παρατηρείται το μανόμετρο. Η μέγιστη επιτρεπτή διαρροή, στην πίεση των 150 μπαρ και θερμοκρασία 35 - 40°, είναι 3 κυβ. εκατ. στα 3 λεπτά.

Εάν η διαρροή είναι μεγαλύτερη, βγαίνει η βαλβίδα, αντικαθιστώνται τα λαστιχάκια (21) και επαναλαμβάνεται το τεστ. Εάν το πρόβλημα συνεχίζει να υπάρχει αντικαθίσταται η βαλβίδα εκκένωσης (13) και η έδρα της.

4. Έλεγχος διαρροής και ρύθμιση βαλβίδας ασφαλείας. Λειτουργείται η αντλία για να ανέβει η πίεση λαδιού και να ανοίξει η βαλβίδα ασφαλείας. Εάν δεν ανοίξει στα 190 bar, απαιτείται ρύθμιση. Η ρύθμιση πραγματοποιείται από το καπάκι συγκράτησης της βαλβίδας (σφίξιμο για να ανέβει η πίεση ανοίγματος, ξέσφιγμα για να μειωθεί). Με πίεση 150 bar ελέγχεται τυχόν διαρροή της βαλβίδας ενώ αν προκύψει διαρροή απαιτείται φρεζάρισμα με ειδικό εργαλείο (CR3 7 3).
5. Έλεγχος ανεπίστροφης βαλβίδας. Για να προσδιοριστεί η διαρροή και η ποσότητα της από την ανεπίστροφη βαλβίδα (11), πρέπει να αφαιρεθεί η ανακουφιστική βαλβίδα. Εάν από το κανάλι L, τρέχει λάδι η έδρα της βαλβίδας θέλει φρεζάρισμα με το ειδικό εργαλείο CR3 7 3. Εάν και μετά το φρεζάρισμα υπάρχει διαρροή λαδιού, ελέγχεται το πάνω και το ενδιάμεσο λαστιχάκι στεγανοποίησης της κύριας βαλβίδας ελέγχου.
6. Έλεγχος διαρροής και ρύθμιση ανακουφιστικής βαλβίδας. Τοποθετείται στην παροχή από την αντλία στο ρακόρ D και ταπώνεται το ρακόρ B. Λειτουργεί η αντλία έως ότου ανοίξει η ανακουφιστική βαλβίδα , στα 170 bar. Εάν χρειαστεί ρυθμίζεται η βαλβίδα. Με την βαλβίδα ρυθμισμένη στα 170 bar, τοποθετείται ένα διαβαθμισμένο δοχείο κάτω από την σερβοβαλβίδα, και διατηρείται η πίεση του κυκλώματος στα 150 bar. Η ποσότητα λαδιού, της τυχόν διαρροής, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100 κυβ. εκατ. σε 2 λεπτά. Επίσης ελέγχεται αν υπάρχει διαρροή από την ανακουφιστική βαλβίδα στο σημείο (L) . Εάν υπάρχει, επισκευάζεται η έδρα της βαλβίδας με το ειδικό εργαλείο (CR3 7 3). Εάν υπάρχει διαρροή στο κανάλι (G) , είναι λόγω του διάκενου μεταξύ του πάνω μέρους του πιστονιού σπούλ και του σώματος της κύριας βαλβίδας. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και με το κάτω μέρος του πιστονιού και του σώματος της κύριας βαλβίδας. Οι διαρροές αυτές δεν επηρεάζουν την λειτουργία του συστήματος, αρκεί ή ποσότητα λαδιού να μην υπερβαίνει τα 100 κυβ. εκατ. σε 2 λεπτά.

Εικόνα 15: Έλεγχος διαρροής και ρύθμιση ανακουφιστικής βαλβίδας

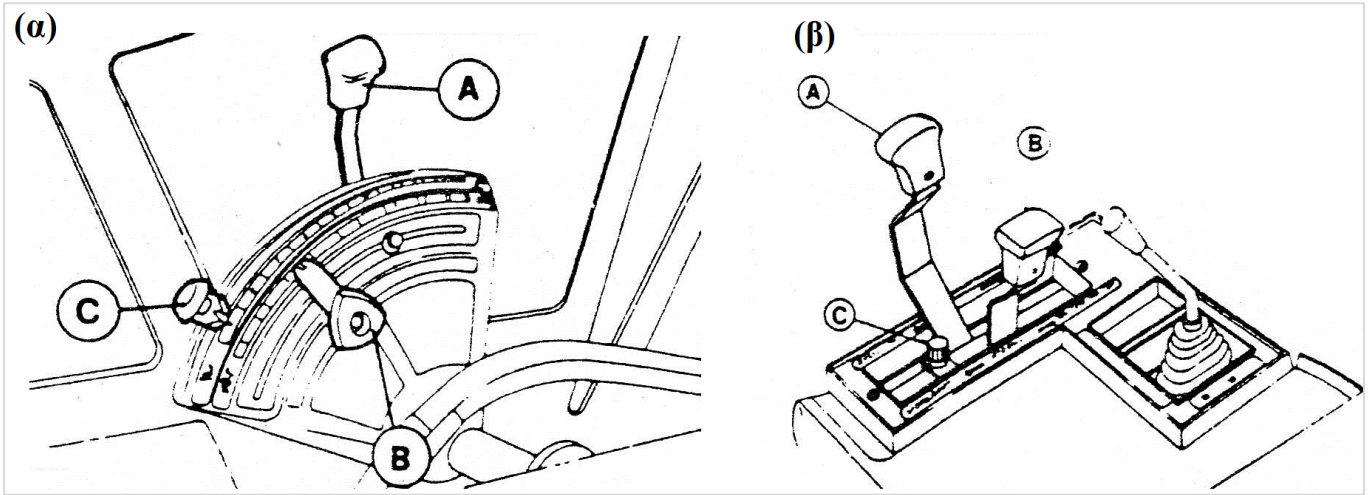


Πηγή: Landini, 2003

3.7. Ρυθμίσεις υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα

Οι ρυθμίσεις του υδραυλικού συστήματος χωρίζονται σε δυο μέρη (Γράβαλος και συν., 2009) (εικ. 16):

1. Ρυθμίσεις με το υδραυλικό καπάκι στον πάγκο.
2. Ρυθμίσεις με το υδραυλικό καπάκι τοποθετημένο στο γεωργικό ελκυστήρα και τον κινητήρα να δουλεύει.



Εικόνα 16: Ρυθμίσεις υδραυλικού συστήματος με το καπάκι τοποθετημένο στο γεωργικό ελκυστήρα (α. καντράν τύπου 1 και β. καντράν τύπου 2)

Πηγή: Landini, 2003

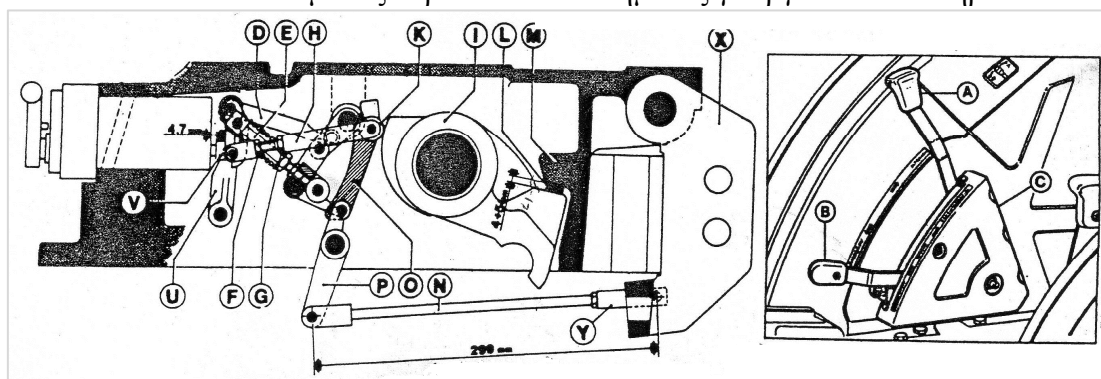
Η ρύθμιση τέρματος ελέγχου ευαισθησίας γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία (Deere, 2010; Γράβαλος και συν., 2009):

1. Τοποθετείται ένα λαμάκι (L) , 4 - 5 χιλ. στο σημείο που δείχνει η παρακάτω εικόνα.
2. Βεβαιώνεται το μήκος της εξωτερικής ντίζας (N) στα 296 χιλ.
3. Τοποθετείται ο μοχλός έλεγχου θέσης (A) , τέρμα επάνω στον τομέα υδραυλικού και ο μοχλός (B) στην θέση ευαισθησίας.
4. Ρυθμίζεται η τηλεσκοπική ντίζα (H) , τόσο ώστε, το διάκενο μεταξύ της βαλβίδας σπούλ και της κύριας βαλβίδας να είναι 4,7 χιλ. Η κύρια βαλβίδα είναι στην ουδέτερη θέση.

Στη ρύθμιση τέρματος ελέγχου θέσης πραγματοποιούνται τα εξής (Yahyaa et al, 2009):

1. Σφίγγεται το πυργωτό παξιμάδι (Z) έως ότου το σπείρωμα της ντίζας (E) να προεξέχει 1,5 χιλ από το παξιμάδι.
2. Τοποθετείται ένα λαμάκι (L) , 4 - 5 χιλ.
3. Τοποθετείται ο μοχλός (A) και ο μοχλός (B) τέρμα επάνω στον τομέα του υδραυλικού.
4. Ελέγχεται το πιστόνι σπούλ (V) ότι βρίσκεται στην ουδέτερη θέση (4,7 χιλ. από την κύρια βαλβίδα) και το ρολάκι (Q) μόλις ακουμπά το μοχλό (O).

Εικόνα 17: Ρυθμίσεις υδραυλικού συστήματος γεωργικού ελκυστήρα



Πηγή: Landini, 2003

Κεφάλαιο 4^ο: Αντλίες και γεωργικός ελκυστήρας

4.1. Ιστορική ανασκόπηση

Οι πρώτες αντλίες που δημιουργήθηκαν αφορούσαν την άντληση νερού και επινοήθηκαν πριν από τις κινητήριες μηχανές. Τα βασικά εξαρτήματα των αντλιών αυτών ήταν δοχεία, τα οποία βυθιζόταν μέσα στο νερό και μετά ανυψωνόταν με τη βοήθεια απλών μηχανών (Ghlich, 1984).

Εφευρέτης της φυγόκεντρου αντλίας θεωρείται ο Γάλλος Denis Papin, που το 1687 περιέγραψε ένα τύπο αντλίας, της οποίας η αρχή λειτουργίας ήταν η ίδια με τις σημερινές φυγόκεντρες αντλίες. Το 1705 κατασκεύασε ο ίδιος την πρώτη φυγόκεντρο αντλία για άντληση νερού. Αργότερα κατασκευάστηκαν και άλλες φυγόκεντροι αντλίες με μικρές βελτιώσεις, αλλά ο βαθμός απόδοσής τους ήταν πολύ μικρός. Το 1875 ο Osborne Reynolds κατασκεύασε την πρώτη στροβιλαντλία (turbine pump), που είχε σημαντικά αυξημένη απόδοση (Herwig et al, 2003; Lea et al, 1998).

Από το 1840 άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι ατμομηχανές για την κίνηση των αντλιών όταν ο H. Worthington κατασκεύασε μια παλινδρομική αντλία, της οποίας το έμβολο ήταν συνδεδεμένο απευθείας με το έμβολο της ατμομηχανής. Νέα ώθηση στην εξέλιξη των αντλιών και την επινοήση νέων τύπων έδωσε η εμφάνιση των κινητήρων εσωτερικής καύσης. Επίσης οι αεριοστρόβιλοι (steam turbines) και οι ηλεκτροκινητήρες, που δίνουν μεγάλο αριθμό στροφών και σταθερή ροπή, συντέλεσαν στην ταχεία εξέλιξη των φυγοκεντρικών αντλιών και την εκτόπιση των παλινδρομικών, εκτός από τις περιπτώσεις όπου επιζητείται υψηλή πίεση και μικρή παροχή. Παράλληλα αναπτύχθηκαν οι περιστροφικές αντλίες για μικρές παροχές με μέση πίεση ιδίως για υγρά με μεγάλο ιξώδες (Ανδρουλιδάκης και συν., 1983).

Ο **Harry Ferguson** ήταν αυτός που ανακάλυψε το 1925 το λεγόμενο «σχέδιο ελέγχου» για το άροτρο. Η αρχή της ιδέας του εξακολουθεί να χρησιμοποιείται και είναι μια από τις πιο επιτυχημένες εφευρέσεις της ιστορίας της γεωργικής μηχανικής.

Ο Ferguson επινόησε και χρησιμοποίησε μία σύνδεση τριών σημείων για να συνδέεται το άροτρο με το γεωργικό ελκυστήρα. Αυτό η λύση τυποποιήθηκε αργότερα και χρησιμοποιείται τώρα σε όλο τον κόσμο. Η αρχική ιδέα του Ferguson το 1925 και της εφεύρεση της ήταν να χρησιμοποιείται η δύναμη του ακραίου

μπράτσου του τριπλού σημείου σύνδεσης, η οποία με μικρότερα άροτρα θα είναι ανάλογη με το βάθος εργασίας του αρότρου, υπό ομοιογενείς και σταθερές συνθήκες του εδάφους. Ο Ferguson εντόπισε ότι κάτω από συνθήκες σύζευξης η δύναμη του ελκυστήρα δεν μπορεί να μεταφερθεί στο έδαφος, λόγω της υψηλής ολίσθησης. Αντιλήφθηκε ότι η ολίσθηση του τροχού μπορούσε να μειωθεί ή η δύναμη έλξης του ελκυστήρα θα μπορούσε να αυξηθεί από υψηλότερες κατακόρυφες δυνάμεις στους τροχούς έλξης του ελκυστήρα (Herwig et al, 2003; Ακριτίδης, 1985).

Τα τελευταία 50 χρόνια, η γεωργική παραγωγή όλο και περισσότερο εξαρτάται από την καθολική εφαρμογή του γεωργικού ελκυστήρα. Η ευελιξία της εφαρμογής του είχε οδηγήσει σε κάποιους «συμβιβασμούς» στο σχεδιασμό και την κατασκευή. Σήμερα, όμως, μπορεί να τεθεί το ερώτημα αν αυτό θα ισχύει και στο μέλλον ή αν τα νέα κριτήρια σχεδιασμού θα θέσουν νέες κατευθύνσεις ή αλλαγές (Herwig et al, 2003; Τσατσαρέλης, 1997).

4.2. Κατάταξη των αντλιών γεωργικού ελκυστήρα

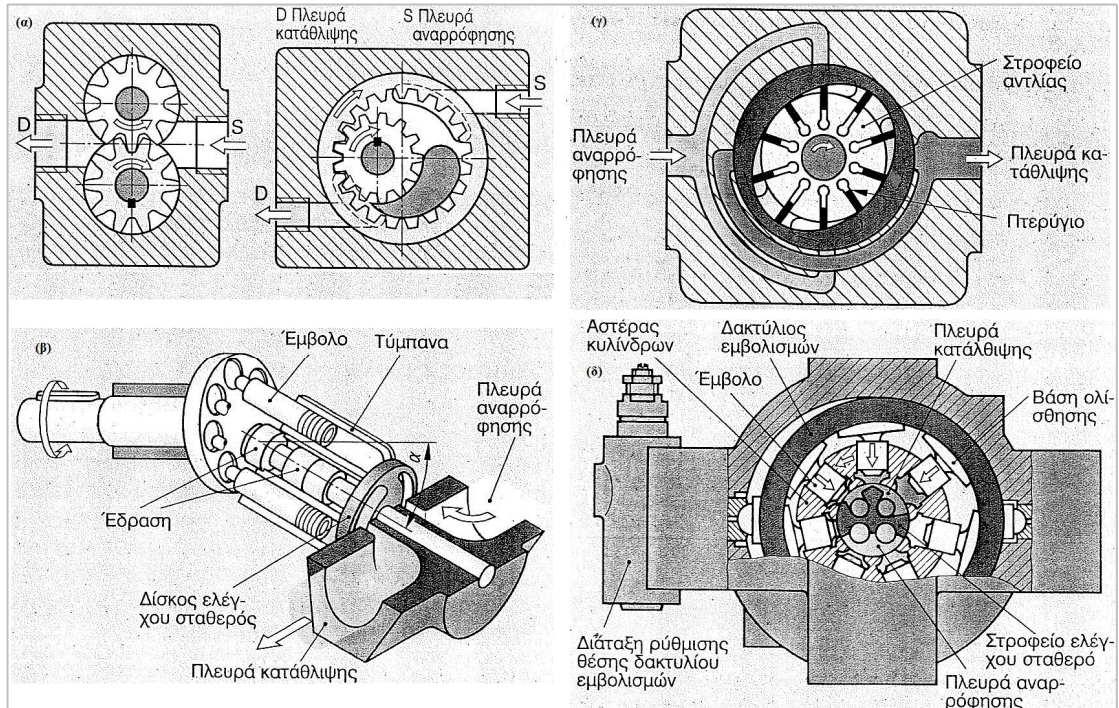
Οι αντλίες διαιρούνται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς του υγρού (δυναμικές και μετατόπισης) με τις αντλίες μετατόπισης ή αντλίες στατικού τύπου (positive displacement pumps) να αποτελούν το βασικό αντικείμενο μελέτης (Herwig et al, 2003; Τσατσαρέλης, 2006; Lines, 1987; Ακριτίδης, 1985).

Οι αντλίες μετατόπισης ή στατικού τύπου κατά τη λειτουργία τους μετατοπίζουν θετικά το υγρό και η παροχή τους δεν επηρεάζεται σημαντικά από την αντίσταση που παρουσιάζεται κατά την κίνηση του υγρού μέσα στους σωλήνες μεταφοράς. Οι αντλίες αυτές διακρίνονται σε παλινδρομικές αντλίες (reciprocating pumps) και περιστροφικές αντλίες (rotary pumps) (Pessina et al, 2012; Jiang et al, 1992).

Οι υδραυλικές αντλίες είναι αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του υδραυλικού συστήματος. Ο ρόλος της μετατροπής της ηλεκτρικής και μηχανικής ισχύος σε υδραυλική με τη συμπίεση του ρευστού προς το σύστημα πραγματοποιείται με αντλίες που μπορούν να έχουν την ακόλουθη δομή (Herwig et al, 2003; Ακριτίδης, 1985; Deere, 2010; Lea et al, 1998):

1. Πτερυγιοφόρες αντλίες. Ο συγκεκριμένος τύπος αντλίας στη λειτουργία του στηρίζεται στην περιστροφή πτερυγίων που εφάπτονται στην εσωτερική επιφάνεια ενός δακτυλίου δημιουργώντας χώρους μεταφοράς και κατάθλιψης του ρευστού. Στις αντλίες αυτές ο άξονας της αντλίας με τα πτερύγια περιστρέφεται σε ένα κέλυφος, το οποίο έχει συνήθως δύο δρεπανοειδείς χώρους, κατασκευασμένους στη φρέζα. Το υδραυλικό υγρό μεταφέρεται μέσα στο χώρο που σχηματίζουν δύο γειτονικά πτερύγια και το τοίχωμα του κελύφους, από το χώρο αναρρόφησης στον χώρο κατάθλιψης. Οι πτερυγιοφόρες αντλίες με μεταβλητή παροχή έχουν μόνο έναν χώρο αναρρόφησης κι έναν κατάθλιψης.
2. Οδοντωτές υδραυλικές αντλίες. Οι αντλίες αυτής της σχεδίασης γνωρίζουν ευρεία χρήση. Η λειτουργία τους είναι βασισμένη στην μεταφορά ρευστού ανάμεσα στο κέλυφος και σε οδοντωτούς τροχούς. Οι γραναζωτές αντλίες μπορεί να έχουν οδοντοτροχούς με εξωτερική ή και με εσωτερική οδόντωση. Μεταφέρουν το υγρό στα διάκενα μεταξύ των οδόντων των τροχών από το χώρο αναρρόφησης στο χώρο κατάθλιψης.
3. Εμβολοφόρες αντλίες αξονικών εμβόλων. Στις αντλίες αυτές, το περιστρεφόμενο τμήμα, όπου βρίσκονται οι θάλαμοι των εμβόλων, περιστρέφεται στον ίδιο άξονα και τα έμβολα παλινδρομούν παράλληλα προς τον άξονα. Οι εμβολοφόρες αντλίες διακρίνονται σε αξονικού και ακτινικού τύπου. Στις αντλίες αξονικού τύπου και κατά τη διάρκεια μισής στροφής του τύμπανου τα έμβολα απομακρύνονται από το σταθερό δίσκο ελέγχου. Στη φάση αυτή, γίνεται αναρρόφηση υγρού. Στο δεύτερο μισό της στροφής, τα έμβολα πιέζουν το υγρό στον αγωγό κατάθλιψης. Με αλλαγή της γωνίας (στροφή του τύμπανου) αλλάζει και ο εκτοπιζόμενος όγκος του υγρού. Αν το έμβολο στραφεί προς την άλλη πλευρά, τότε αναστρέφεται και η διεύθυνση παροχής. Στις εμβολοφόρες αντλίες ακτινικού τύπου, τα έμβολα είναι κάθετα στον άξονα περιστροφής. Ο αστέρας που σχηματίζουν οι κύλινδροι περιστρέφεται στο σταθερό στροφείο ελέγχου, το οποίο χωρίζει το χώρο αναρρόφησης από το χώρο κατάθλιψης. Τα έμβολα, τα οποία στηρίζονται στον έκκεντρο δακτύλιο εμβολισμών εκτελούν μια ακτινική κίνηση και έτσι προωθούν το υγρό από το χώρο αναρρόφησης στο χώρο κατάθλιψης.

Εικόνα 18: Τύποι αντλιών γεωργικού ελκυστήρα (α. γραναζωτή, β. περυγιοφόρα, γ. εμβολοφόρα αξονικού τύπου και δ. εμβολοφόρα ακτινικού τύπου)



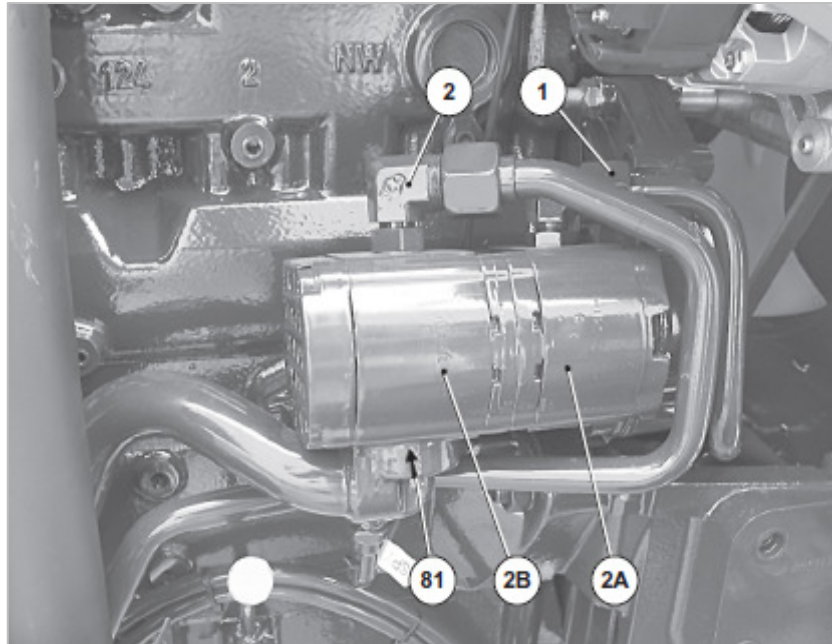
Πηγή: Herwig et al, 2003

4.3. Η υδραυλική αντλία του γεωργικού ελκυστήρα

Η υδραυλική αντλία μετάδοσης στον γεωργικό ελκυστήρα (εικ. 19) αποτελείται από ένα ενιαίο σύνολο δύο διαφορετικών τμημάτων, έναν αγωγό εισαγωγής (81) και δύο ξεχωριστές γραμμές τροφοδοσίας (1 και 2) με αντίστοιχα δύο (2) διαφορετικούς ρυθμούς ροής (Vanzetti et al, 1985; Ακριτιδής, 1985; Reverberi et al, 2007; Jiang et al, 1992).

Η αναρρόφηση λαδιού πραγματοποιείται από συγκεκριμένο σημείο (81). Δεδομένου ότι συνδέεται κατ' ευθείαν με τη μηχανή, η αντλία ενεργοποιείται κάθε φορά που ο κινητήρας λειτουργεί, μεταδίδοντας και στέλνοντας στο υδραυλικό κύκλωμα χαμηλή ή υψηλή ροή (Kerper et al, 2000; (Ανδρουλιδάκης και συν., 1981).

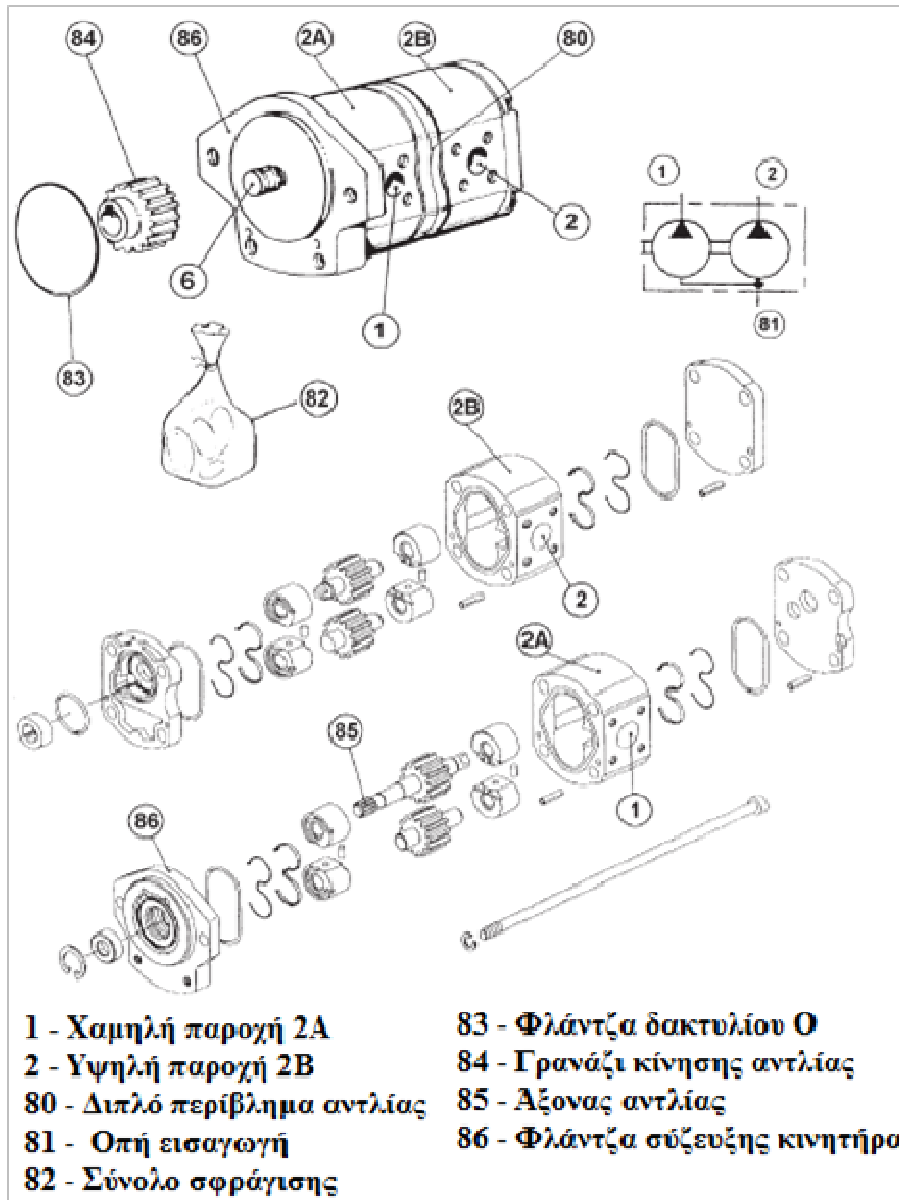
Εικόνα 19: Υδραυλική αντλία γεωργικού ελκυστήρα (εξωτερική όψη)



Πηγή: Landini, 2003

Η λειτουργία και η εφαρμογή της υδραυλικής αντλίας στους γεωργικούς ελκυστήρες συναντά πολλές ομοιότητες με αντίστοιχα μεγάλων βιομηχανικών εφαρμογών. Ωστόσο, η υδραυλική αντλία του γεωργικού ελκυστήρα συναντά ορισμένες ιδιαιτερότητες κατασκευαστικής μορφής που δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να αγνοούνται (Σταθόπουλος, 1990; Ανδρουλιδάκης και συν., 1983). Οι συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες οφείλονται στη φύση των εργασιών που εκτελεί ο γεωργικός ελκυστήρας (Τζιβανόπουλος, 1982; Μοσχόπουλος, 1983; Sharma et al, 2001). Οι υδραυλικές αντλίες που χρησιμοποιούνται στους γεωργικούς ελκυστήρες λόγω της φύσης των εργασιών που εκτελεί το εν λόγω μηχάνημα, απαιτεί αυξημένα όρια αντοχών και απόδοσης. Στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζονται τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια υδραυλική αντλία η οποία χρησιμοποιείται στους γεωργικούς ελκυστήρες (Ανδρουλιδάκης και συν., 1983; Τζιβανόπουλος, 1980; Herwig et al, 2003; Τσατσαρέλης, 2006).

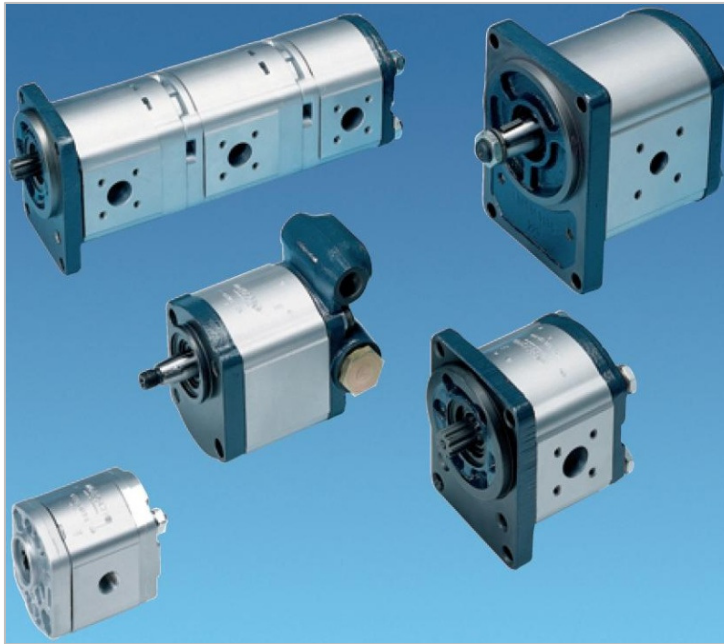
Εικόνα 20: Επιμέρους τμήματα υδραυλικής αντλίας γεωργικού ελκυστήρα



Πηγή: Landini, 2003

Οι στροφές λειτουργίας των υδραυλικών αντλιών στους γεωργικούς ελκυστήρες παρουσιάζουν ποικιλία με το εύρος να κινείται μεταξύ των 500 - 600 σε ελάχιστες τιμές και σε 2500 - 3000 ενώ και τα επίπεδα των ασκούμενων πιέσεων αγγίζουν τα 18 - 20 MPa. Οι περισσότερες υδραυλικές αντλίες στους γεωργικούς ελκυστήρες είναι οδοντωτού τύπου με βασική αρχή λειτουργίας τη μεταφορά του ρευστού μέσου μεταξύ κελύφους και των δύο (2) οδοντωτών τροχών. Ο ένας εκ των δύο οδοντωτών τροχών συνδέεται με τον κινητήριο άξονα ενώ οι χώροι κατάθλιψης που δημιουργούνται περικλείονται από το σώμα της αντλίας (Τζιβανόπουλος, 1982).

Εικόνα 21: Τύποι αντλιών υδραυλικού γεωργικών ελκυστήρων



Πηγή: HansaFlex, 2009

Το υδραυλικό σύστημα ανύψωσης και η δοκός έλξης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των φερομένων, ημιφερόμενων και των συρομένων μηχανημάτων στον ελκυστήρα. Το υδραυλικό σύστημα ανυψώσεως λειτουργεί ως μέσο μεταφοράς της ελκτικής δύναμης στο μηχάνημα που κάθε φορά χρησιμοποιείται στην εκτέλεση κάποιας γεωργικής εργασίας, χρησιμοποιείται δε και για την ανύψωση και οριζοντίωση τους.

Αποτελείται από (Vanzetti et al, 1985; Ανδρουλιδάκης και συν., 1981):

1. Την αντλία, η οποία είναι θετικού εκτοπίσματος γραναζωτή, περιστροφική ή πολυέμβολη.
2. Την αποθήκη λαδιού. Σε πολλούς ελκυστήρες χρησιμοποιείται το λάδι του κιβωτίου ταχυτήτων.
3. Τις βαλβίδες, από τις οποίες άλλες ρυθμίζουν τη διεύθυνση ροής, άλλες την ποσότητα ροής και άλλες την πίεση λειτουργίας του συστήματος.
4. Το σωληνωτό δίκτυο, που αποτελείται από μεταλλικούς ή λαστιχένιους σωλήνες υψηλής πίεσης για την κυκλοφορία και επιστροφή του λαδιού.
5. Το φίλτρο λαδιού, για να απαλλάσσεται το λάδι από τις ξένες ύλες.
6. Τον υδραυλικό κύλινδρο απλής ή διπλής ενέργειας, που είναι ενσωματωμένος στον ελκυστήρα ή στο συρόμενο μηχάνημα, όπου παλινδρομεί το έμβολο υπό την πίεση του λαδιού.

7. Την υδραυλική εξάρτηση ανάρτησης που αποτελείται από τους δύο κάτω δεσμούς και τον άνω δεσμό. Το ένα άκρο των δεσμών συνδέεται αρθρωτά στο σώμα του ελκυστήρα, ενώ το άλλο άκρο τους είναι εφοδιασμένο με σφαιροειδή περιστρεφόμενα διάτρητα άκρα για την πρόσδεση των εργαλείων. Οι κάτω δεσμοί συνδέονται αρθρωτά με το βραχίονα ανυψώσεως του υδραυλικού με τη βοήθεια ράβδων στήριξης.

4.4. Βλάβες υδραυλικής αντλίας γεωργικού ελκυστήρα και αντιμετώπιση

Πολλές φορές η λειτουργία της υδραυλικής αντλίας του γεωργικού ελκυστήρα συνδέεται με την ύπαρξη βλαβών οι οποίες βρίσκουν τις αιτίες τους στο υδραυλικό κρουστικό κύμα (hydraulic shock), σε ρύπανση του ελαίου, υπερβολική θερμοκρασία και πίεση, σπηλαιώση και κακομεταχείριση της αντλίας. Οι συγκεκριμένες αιτίες βλαβών ωστόσο δεν θα πρέπει να οδηγούν σε άμεση αντικατάσταση οποιουδήποτε εξαρτήματος της υδραυλικής αντλίας προτού εντοπιστεί η ακριβής αιτία και εξαντληθεί η πιθανότητα επιδιόρθωσης.

Αρχικά, το υδραυλικό κρουστικό κύμα αποτελεί μια από τις βασικότερες αιτίες βλαβών καθώς οδηγεί σε υπερπίεση ολόκληρου του υδραυλικού συστήματος. Λανθασμένη ρύθμιση εξαρχής ή μέσω μεταβολών της λειτουργίας της υδραυλικής αντλίας του γεωργικού ελκυστήρα μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε ολική καταστροφή της (Casey, 2005).

Βλάβη της υδραυλικής αντλίας ως προς την ομαλή λειτουργία της μπορεί να ανακύψει από λανθασμένες ρυθμίσεις της ανακουφιστικής βαλβίδας. Αυτό οδηγεί την υδραυλική αντλία σε υπερθέρμανση με πρόωρη καταστροφή της. Υπερβολική λειτουργία της υδραυλικής αντλίας σε τέτοιες συνθήκες ερμηνεύεται ως φθορά που προκαλεί βλάβες και μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε αντικατάστασή της. Η αντιμετώπιση ενός τέτοιου προβλήματος είναι εφικτή μέσω της κατάλληλης ρύθμισης της βαλβίδας ώστε να ελέγχει την ομαλότητα λειτουργίας σε κατάλληλη ταχύτητα.

Άλλη μια βλάβη που προκαλείται στις υδραυλικές αντλίες γεωργικών ελκυστήρων είναι η δημιουργία αυξημένης πίεσης που οδηγεί σε διαρροή και εσωτερική αλλά και στις συνδέσεις. Η διαρροή αυτή μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να μειώνεται ολόκληρη η απόδοση του υδραυλικού συστήματος. Η

αύξηση της θερμοκρασίας συμβάλλει στη μείωση του ιξώδους του ελαίου με αποτέλεσμα να καθίσταται η υδραυλική αντλία ευάλωτη σε οξειδώσεις ευνοώντας τη διάβρωση και τις υπερβολικές διαρροές (Smiley et al, 2005).

Ένα ακόμη πρόβλημα των υδραυλικών αντλιών του γεωργικού ελκυστήρα είναι η ανεπαρκής παροχή ελαίου ή ανικανότητα επίτευξης απαιτούμενης πίεσης. Η πίεση δεν είναι επιτεύξιμη καθώς η ανακουφιστική βαλβίδα δεν είναι σωστά ρυθμισμένη ή το έλαιο δεν ακολουθεί τη σωστή ροή λόγω διαρροών. Η μη μεταφορά ελαίου μπορεί να οφείλεται σε λανθασμένη περιστροφή της αντλίας, χαμηλή στάθμη ελαίου, φραγμένο φίλτρο, υψηλό ιξώδες ελαίου ή είσοδο αέρα. Η υδραυλική αντλία δεν είναι σε θέση δημιουργίας επαρκών πιέσεων αλλά και παροχής ελαίου. Η πτώση πίεσης με ταυτόχρονη απώλεια της απόδοσής σταδιακά οδηγούν σε φθορά και αν δεν εντοπιστεί το πρόβλημα σε καταστροφή (Lea et al, 2003).

Στον τομέα των βλαβών εντάσσεται γενικά η μη ομαλή λειτουργία της υδραυλικής αντλίας στην οποία δημιουργείται θερμικό shock από την εισαγωγή ελαίου υψηλής θερμοκρασίας, ιδιαίτερα σε ψυχρές συνθήκες λειτουργίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργείται τοπική θέρμανση που μεταβάλλει τα όρια αντοχής ομαλής λειτουργίας. Τέλος, γενική βλάβη ομαλής λειτουργίας (ομαλή εκκίνηση με μείωση απόδοσης στη συνέχεια) είναι η παρουσία του αέρα και νερού. Η συγκεκριμένη διαρροή στο εσωτερικό της αντλίας δύναται να δημιουργεί προβλήματα στην ομαλή ανακύκλωση του υγρού (Parr, 2011).

Η διαρροή ρευστού που δημιουργεί προβλήματα στην ομαλή λειτουργία της υδραυλικής αντλίας του γεωργικού ελκυστήρα μπορεί να είναι είτε εσωτερική (σύστημα) είτε εξωτερική (περιβάλλον). Στην πρώτη περίπτωση δημιουργείται θερμότητα και στην δεύτερη απώλεια ρευστού. Οι εσωτερικές διαρροές οφείλονται σε φθορά των επιμέρους στοιχείων ενώ ως βασικές αιτίες δημιουργίας τους αναφέρονται τα ανθρώπινα λάθη, η απουσία επαρκών ελέγχων, η κακή προστασία και συναρμολόγηση των εξαρτημάτων κατά τη μεταφορά τους, οι λανθασμένη επιλογή και τοποθέτησή τους. Διαρροή ρευστού μπορεί να προκύψει και από ύπαρξη ξένων σωματιδίων, σπάσιμο εξαρτήματος και ρωγμών. Οι εξωτερικές διαρροές μπορεί να οφείλονται σε λανθασμένες συνδέσεις με φλάντζα, σε αστοχίες υδραυλικών ελαστικών σωληνώσεων, σε σπάσιμο των σωληνώσεων, σε ύπαρξη υδραυλικού πλήγματος, σε ελαττωματικά στεγανωτικά υδραυλικού κυλίνδρου σε ρωγμές (Σιμωνίδης, 2007).

Μια συχνή βλάβη που παρατηρείται στις υδραυλικές αντλίες των γεωργικών ελκυστήρων είναι η παρουσία θορύβου οφειλόμενου σε υπερβολική ταχύτητα παροχής, σε ύπαρξη αέρα στο ρευστό, σε φθορές που μπορεί να εμφανίζει η αντλία, στην ακαταλληλότητά της αλλά και σε περιπτώσεις όπου η πίεση λειτουργίας υπερβαίνει τα καθορισμένα όρια. Ο θόρυβος στους υδραυλικούς κυλίνδρους μπορεί να οφείλεται σε ύπαρξη βρωμιάς, σε κακό αερισμό του, σε αργή λειτουργία κατά την περίοδο προθέρμανσης εκκίνησης του κυλίνδρου, σε πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή πίεση.

Η ύπαρξη κραδασμών στην αντλία δε ταυτίζονται με τις μεταβολές στον υδραυλικό έλεγχο, την γραμμική κίνηση των κυλίνδρων, την περιστροφή των αντλιών ή των κινητήρων ή την κίνηση του λαδιού. Ειδικότερα, η ύπαρξη κραδασμών στην υδραυλική αντλία συνδέεται με κακή ευθυγράμμιση μεταξύ αντλίας και κινητήρα με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση, στη λανθασμένη εφαρμογή της ταχύτητα αναρρόφησης και στον εγκλωβισμό αέρα. Οι κραδασμοί στην αντλία μπορεί να προκαλούνται και από την ύπαρξη μολυσμένου ρευστού που την διέρχεται (Σιμωνίδης, 2007).

Οι περισσότεροι κατασκευαστές υδραυλικών αντλιών για γεωργικούς ελκυστήρες συμφωνούν ότι η ρύπανση είναι υπεύθυνη για ένα μεγάλο μέρος βλαβών στο σύστημα, για ανεπαρκή λειτουργία των εξαρτημάτων ή ακόμα και για κατάρρευση ολόκληρου του υδραυλικού συστήματος. Η παρουσία σωματιδίων που προκαλούν βλάβη στην υδραυλική αντλία προέρχονται από την ίδια τη λειτουργία της αλλά και από το εξωτερικό περιβάλλον όπως είναι η σκόνη που εισέρχεται στην αντλία. Τα συγκεκριμένα σωματίδια αυξανόμενα σε όγκο και ποσότητα μέσα στο υδραυλικό σύστημα επηρεάζουν την αντλία οδηγώντας σε φθορά ή βλάβη της.

Η παρουσία μικροοργανισμών και βακτηρίων στις υδραυλικές αντλίες των γεωργικών ελκυστήρων μπορεί να προκαλέσει διάβρωση με διάφορους μηχανισμούς. Στις περισσότερες των περιπτώσεων τα οργανικά και ανόργανα οξέα τα οποία σε συνδυασμό με τις φυσαλίδες αέρα που μπορεί να υπάρχουν διαβρώνουν τα εξαρτήματα των αντλιών. Τα βακτήρια που αναπαράγονται και συγκεντρώνονται στις αντλίες τελικά τις φθείρουν ή προκαλούν ανεπανόρθωτες βλάβες με βασική τη δημιουργία διαρροών και υπερθέρμανσης του ρευστού (Σιμωνίδης, 2007).

Εκτός από τη διαρροή ρευστού, υπάρχει ενδεχόμενο να εισέρχεται αέρας στην υδραυλική αντλία ή να υπάρχει στο ρευστό. Η ύπαρξη αέρα μπορεί να οφείλεται σε ακαταλληλότητα του ρευστού, σε κατεστραμμένο δακτύλιο στεγανότητας, σε ύπαρξη

πόρων στη γραμμή αναρρόφησης, σε άφρισμα του ελαίου, σε κατεστραμμένες ή λανθασμένα ρυθμισμένες βαλβίδες ελέγχου του φορτίου και βαλβίδες προστασίας από σπηλαιώση. Το αποτέλεσμα της παρουσίας αέρα στο ρευστό για την υδραυλική αντλία είναι η γενική αύξηση θερμότητας στο σύστημα, η αύξηση των επιπέδων θορύβου και κραδασμών, η μείωση της απόδοσης της υδραυλικής αντλίας ή η ενδεχόμενη καταστροφή της και η μεταλλική διάβρωσή της (Σιμωνίδης, 2007).

Σε κάθε περίπτωση, οι ακολουθούμενες ενέργειες επιδιόρθωσης των βλαβών του υδραυλικού συστήματος του γεωργικού ελκυστήρα είναι συνυφασμένες με το εξάρτημα, το ρευστό, τυχόν σφάλματα λειτουργίας, λανθασμένων χειρισμών και ρυθμίσεων. Προτού πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ενέργεια, θα πρέπει το υδραυλικό σύστημα να τεθεί εκτός λειτουργίας, να ψυχθούν τα μέρη λειτουργίας του και να ακολουθηθούν οι προβλεπόμενες κατά περίπτωση ενέργειες όπως ορίζονται από τους κατασκευαστές. Δεν είναι πάντοτε αναγκαία η αντικατάσταση της αντλίας καθώς τα περισσότερες βλάβες είναι τοπικού χαρακτήρα που επιδιορθώνονται με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων, ανταλλακτικών και γνώσης (Doddanavar et al, 2005).

4.5. Συντήρηση υδραυλικής αντλίας γεωργικού ελκυστήρα

Ανεξάρτητα από την επιλογή του υδραυλικού υγρού, ιδιαίτερα σημαντική είναι η εκτέλεση των εργασιών συντήρησης ώστε να εξασφαλίζεται η μακροβιότητα των υδραυλικών συστημάτων του γεωργικού ελκυστήρα. Τα υγρά στο υδραυλικό σύστημα του γεωργικού ελκυστήρα αποτελούν τη βασική πηγή ζωής του. Η βέλτιστη διάρκεια ζωής και η μικρότερη κατά το δυνατόν φθορά των υδραυλικών συστημάτων του γεωργικού ελκυστήρα περιλαμβάνει τις ακόλουθες βασικές εργασίες συντήρησης (Keith et al, 1996; Trinkel, 2007^a):

1. Περιοδικός έλεγχος των αναπτυσσόμενων θερμοκρασιών στα υδραυλικά υγρά και εξαρτήματα καθώς αυτό ωθείται μέσα από τις αντλίες, σωλήνες κινητήρα και βαλβίδες εκτόνωσης. Σε ένα τυπικό υδραυλικό σύστημα η θερμοκρασία που θα πρέπει να αναπτύσσεται είναι μεταξύ 70 - 150° F με ιδανική τους 110°F.

2. Επιλογή και αντικατάσταση υδραυλικού υγρού βάσει οδηγιών του κατασκευαστή ή ύστερα από μια χρονική περίοδο χρήσης ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη απόδοση του συστήματος.
3. Περιοδικός καθαρισμός του υδραυλικού συστήματος και των αντλιών για την απομάκρυνση τυχόν ακαθαρσιών που μπορεί να επηρεάσουν την ομαλή λειτουργία του υδραυλικού.
4. Διατήρηση πριν και μετά τη λειτουργία της υδραυλικής αντλίας υψηλών επιπέδων καθαριότητας και έλεγχος τυχόν διαρροών. Σε περιπτώσεις διαρροών θα πρέπει να διακόπτεται η λειτουργία και να ακολουθούνται οι προβλεπόμενες εργοστασιακές εργασίες.
5. Εφαρμογή κατάλληλων πρακτικών μεταφοράς, αποθήκευσης και αντικατάστασης των υδραυλικών υγρών του συστήματος στις προβλεπόμενες συντηρήσεις.
6. Αντικατάσταση ή καθαρισμός φίλτρων βάσει προβλεπόμενων κατά περίπτωση χρονικών περιόδων από τον κατασκευαστή.
7. Έλεγχος ποσότητας υδραυλικών υγρών ώστε να βρίσκονται στα καθοριζόμενα όρια.
8. Συνεχές «φιλτράρισμα» του υδραυλικού συστήματος είναι αναγκαίο για τη μακρά διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων.
9. Ακόμη και με την καλύτερη φροντίδα, κάθε υδραυλικό σύστημα με τα υγρά του θα πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο. Συστήματα που λειτουργούν σε περιβάλλον με αυξημένη πιθανότητα συγκέντρωση ακαθαρσιών μπορεί να χρειαστεί να ελέγχονται συχνότερα.

Συμπεράσματα

Η εξέλιξη της γεωργίας και η αύξηση των αναγκών τα τελευταία χρόνια οδήγησε και στην αναπόφευκτη βελτίωση και ανάπτυξη των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία. Μεταξύ των συγκεκριμένων γεωργικών μηχανημάτων εντάσσεται και ο γεωργικός ελκυστήρας.

Η χρήση του γεωργικού ελκυστήρα σε όλο και περισσότερες γεωργικές εργασίες δημιούργησε προϋποθέσεις βελτιώσεων στα συστήματα που τον συνθέτουν. Από το σημαντικότερα θεωρείται το υδραυλικό σύστημά του το οποίο είναι βασισμένο στις αρχές λειτουργίας και κατασκευής των γενικότερων υδραυλικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία.

Το υδραυλικό σύστημα του γεωργικού ελκυστήρα, όπως αναλύθηκε στα επιμέρους κεφάλαια της εργασίας, επιτελεί ένα πολύ σημαντικό έργο με αποτέλεσμα κάθε τμήμα του να έχει ξεχωριστή σημασία. Ένα από τα πιο σημαντικά είναι η αντλία η οποία όχι μόνο επιτελεί ξεχωριστό ρόλο στην πραγματοποίηση των κινήσεων στα υδραυλικά του γεωργικού ελκυστήρα αλλά είναι και το αντικείμενο μελετών γενικότερα στη μηχανολογία με απώτερο στόχο τη συνεχή βελτίωση συνδράμοντας κατά το δυνατόν καλύτερα στην εκτέλεση των γεωργικών εργασιών.

Οι αντλίες λόγω της ευρείας χρήσης του στη διενέργεια των γεωργικών εργασιών παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία και φθορά. Τα συγκεκριμένα στοιχεία καθιστούν αναγκαία τη συχνή πραγματοποίηση ελέγχων βάσει των οδηγιών των κατασκευαστριών εταιρειών. Τα τελευταία χρόνια, η επίλυση πολύπλοκων τεχνικών προβλημάτων που αφορούν την υδραυλική αντλία είναι μια διαδικασία που επιτελείται είτε μέσω έμπειρων συστημάτων είτε με τη χρήση ειδικών εργαλείων.

Η τεχνική κατάσταση της υδραυλικής αντλίας του γεωργικού ελκυστήρα είναι εκείνη που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ευρύτερη λειτουργικότητα του υδραυλικού συστήματος. Αν και σε επίπεδο λειτουργίας εμφανίζει αρκετές ομοιότητες με τις αντλίες άλλων μηχανημάτων πέραν των γεωργικών, ωστόσο η φύση των εργασιών που επιτελεί ο ελκυστήρας καθιστά, τόσο σε επίπεδο κατασκευαστικό όσο και σχεδιαστικό, αναγκαία την επιλογή των κατάλληλων προδιαγραφών κατά περίπτωση.

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η υδραυλική αντλία του γεωργικού ελκυστήρα καθορίζεται από τον τύπο που έχει επιλέγει από την κατασκευάστρια εταιρεία.

Αναλόγως του τύπου του γεωργικού ελκυστήρα και βάσει των εργασιών τις οποίες καλείται να εκτελέσει καθορίζεται και η επιλογή της υδραυλικής αντλίας που τοποθετείται. Αν και δεν υπάρχει κάποιος γενικός κανόνας αναφορικά με τους τύπους των αντλιών που επιλέγονται σε μεγαλύτερο βαθμό αξιοποιούνται εκείνες του οδοντωτού τύπου με βασική αρχή λειτουργίας τη μεταφορά του ρευστού μέσου μεταξύ των δύο οδοντωτών τροχών. Σε γενικά επίπεδα, τα σημεία που θα πρέπει να τονιστούν αναφορικά με την υδραυλική αντλία του γεωργικού ελκυστήρα είναι συγκεντρωτικά τα ακόλουθα:

1. Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του υδραυλικού συστήματος.
2. Η λειτουργία και η εφαρμογή της υδραυλικής αντλίας στους γεωργικούς ελκυστήρες συναντά ομοιότητες με αντίστοιχα μεγάλων βιομηχανικών εφαρμογών.
3. Η φύση του ρόλου της κρίνει αναγκαία τα υψηλά όρια αντοχής.
4. Οι στροφές λειτουργίας των υδραυλικών αντλιών στους γεωργικούς ελκυστήρες κυμαίνονται μεταξύ 500 – 3.000.
5. Τα επίπεδα ασκούμενων πιέσεων αγγίζουν τα 18 - 20 MPa.
6. Προτιμώνται εκείνες του οδοντωτού τύπου.
7. Απαιτούν ελέγχους και δοκιμασίες σε τακτά διαστήματα αναλόγως τα επίπεδα λειτουργιών τους.

Βιβλιογραφία

1. Ακριτίδης, Κ., 1985. Αντλίες: Τύποι, επιλογή, λειτουργία, εγκατάσταση. Αθήνα: Γιαχούδη – Γιαπούλη, σ. 11-225.
2. Ανδρουλιδάκης, Σ., Παπαδοπούλου - Ανδρουλιδάκη, Ν., Τζιβανόπουλος, Κ., 1981. Στοιχεία εδαφολογίας και γεωργικών μηχανημάτων. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου, σ. 25-65.
3. Ανδρουλιδάκης, Σ., Παπαδοπούλου - Ανδρουλιδάκη, Ν., Τζιβανόπουλος, Κ., 1983. Στοιχεία εδαφολογίας και γεωργικών μηχανημάτων. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου, σ. 9-88.
4. Αυγερινός, Γ., 1996. Υδραυλικό σύστημα και αυτοματισμοί υψηλής πίεσης. Αθήνα: Φούντας, σ. 25-28.
5. Γράβαλος, Ι., Ράπτης, Ι., Κατέρης, Δ., Βελιώτης, Ι., Σεραφεΐμ, Γ. 2009. Διαγνωστική συσκευή αξιολόγησης της τεχνικής κατάστασης της αντλίας υδραυλικού των γεωργικών ελκυστήρων. Λάρισα: Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Γεωργικών Μηχανών και Αρδεύσεων, σ.71-79.
6. Μοσχόπουλος, Α., 1983. Στοιχεία υδραυλικών μηχανών και συμπιεστών. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου, 1973.
7. Πανταζής, Ν., 1992α. Πνευματικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Αθήνα: Ίων, σ. 16-98.
8. Πανταζής, Ν., 1992β. Υδραυλικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Αθήνα: Ίων, σ. 6-59.
9. Πανταζής, Ν., 2001. Υδραυλικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Αθήνα: Ίων, σ. 21-58.
10. Παπαντώνης, Δ., 2009. Υδροδυναμικές μηχανές αντλίες - υδροστρόβιλοι - υδροδυναμικές μεταδόσεις. Αθήνα: Συμεών, σ. 7-184.
11. Σταθόπουλος, Γ., 1990. Κριτήρια εκλογής γεωργικών μηχανημάτων: Η σωστή συντήρηση και χρήση του ελκυστήρα. Αθήνα: Αγροτική Τράπεζα Ελλάδος, σ. 6-79.
12. Σιμωνίδης, Β., 2007. Διάγνωση βλαβών και προβλεπτική συντήρηση για υδραυλικά συστήματα. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διπλωματική Εργασία, σ. 30-111.

13. Τζιβανόπουλος, Κ., 1980. Γεωργικά μηχανήματα: Μηχανήματα καλλιεργητικών περιποιήσεων, λοιπά παρελκόμενα και εξαρτήσεις ελκυστήρων, αντλητικά συγκροτήματα ποτίσματος καλλιεργειών, μηχανήματα συγκομιδής. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου, σ. 11-104.
14. Τζιβανόπουλος, Κ., 1982. Γεωργικά μηχανήματα: Ελκυστήρες - μηχανήματα κατεργασίας του εδάφους και μηχανήματα σποράς και λιπάνσεως. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου, σ. 14-89.
15. Τσατσαρέλης, Κ., 1997. Γεωργικοί ελκυστήρες. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη, σ. 12-19.
16. Τσατσαρέλης, Κ., 2006. Διαχείριση γεωργικών μηχανημάτων. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη, σ. 6-21.
17. Bi, Y., Luo, R., Li, J., Feng, Z., Jin, Z., 2008. The effects of the hydraulic oil on mechanical and tribological properties of C/C composites. *Materials Science and Engineering: A*, 483–484: 274-276.
18. Casey, B., 2005. How to solve and prevent hydraulic problem. Australia: HydraulicSupermarket, p. 7-118.
19. Deere, J., 2007. Operator's manual 5103E, 5103, 5103S, 5203, 5104 and 5204 tractors. California: Deere Company, p. 1-194
20. Deere, J., 2010. Operator's manual. California: Deere Company, p. 1-54.
21. Dianu, M., 2012. Tritium analysis in hydraulic oil waste by oxidation technique. *Fusion Engineering and Design*, 87(7–8): 1443-1446.
22. Doddannavar, R., Barnard, A., Mackay, S., 2005. Hydraulic pumps. *Practical Hydraulic Systems*, p. 37-68.
23. Ford, 2004. Ford Tractors: History of Ford Farm Tractors. USA: Ford, p. 1-7.
24. Gaultney, L., Harlow, S., Ooms, W., 1989. An expert system for troubleshooting tractor hydraulic systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 3: 177-187.
25. Ghlich, H., 1984. The development of tractors and other agricultural vehicles. *J. Agric. Engng Res.*, 29:3-16.
26. Goldberg, J., Parthasarathy, V., 1989. Operator limitations in farm tractor overturn recognition and response. *Applied Ergonomics*, 20(2):89-96.
27. Habibulla, S., 2005. Farm equipment and tractors. State Institute of Vocational Education, p. 64-66.

28. HansaFlex, 2009. Υδραυλικές αντλίες. Διαθέσιμο στο: http://hansa-flex.all.biz/el/goods_ydhrayliks-antles_364246. [πρόσβαση 15 Ιανουαρίου 2013].
29. Harding, J., 1988. 3D modelling of the agricultural tractor. *Computer - Aided Design*, 20(10): 624-628.
30. Herwig, B., Βούλγαρης, Μ., Φιλίος, Α., Βελαώρας, Ι., 2003. Βασική μηχανολογία. Αθήνα: Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, 367-405.
31. Hunt, D. 1983. Farm power and machinery management. USA: Iowa State University Press, p. 11-15.
32. Ing, H., 2005. Tractor hitch control: History and future. *Ingenieurbüro für Hydraulik*, Stuttgart, 1-9.
33. Ismail, S., Singh, G., Gee – Clough, D., 1981. A preliminary investigation of a combined slip and draught control for tractors. *J. Agric. Engng. Res.*, 26:293-306.
34. Jiang, Y., Honami, N., Umeda, S., 1992. Microcomputer control system for tractor implements. *J Jsam*, 54(3):5-13.
35. Keith, P., Hodges, N., 1996. Analysis of used hydraulic oil. *Hydraulic Fluids*, p. 132-145.
36. Kepner, R., Bainer, R., Barger, E., 2000. Principles of farm machinery. New Delhi: CBS Publishers and Distributors, p. 3-4.
37. Kolatora, B., Białobrzewskib,I., 2011. A simulation model of 2WD tractor performance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76:231–239
38. Kutzbach, H., 2000. Trends in power and machinery. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(3):237–247.
39. Landini, 2003. Training Manual. Italy: Landini, p. 1-1268
40. Lea, J., Nickens, H., Wells, M., 2003. Hydraulic pumps. *Gas Well Deliquification*, p. 177-190.
41. Lea, J., Yamazakib, M., Oidab, A., Nakashimac, H., Shimizu, H., 1998. Electrohydraulic tillage depth control system for rotary implements mounted on agricultural tractor. Design and response experiments of control system. *Journal of Terramechanics*, 35:229-238.
42. Lines, J., 1987. Ride vibration of agricultural tractors: transfer functions between the ground and the tractor body. *J. Agric. Engng. Res.*, 37:81-91.

43. Mizuhara, K., Tsuya, Y. 1992. Investigation of a method for evaluating fire-resistant hydraulic fluids by means of an oil testing machine. *Tribology International*, 25(1):37-43.
44. Parr, A., 2011. Hydraulic pumps and pressure regulation. 3rd Edition, *Hydraulics and Pneumatics*, p. 31-49.
45. Pessina, D., Facchinetti, D., Bonalume, V., 2012. Evaluation of the efficiency of systems to reduce vibration on modern tracklaying tractors. *Journal of Agricultural Engineering*, XLIII:7
46. Rackham, D., Blight, D., 1985. Four - wheel drive tractors - A review. *J. Agric. Eng. Res.*, 31:185-201.
47. Reverberi, A., 2007. Manual. Italy: Annovi Reverberi, p. 197-228.
48. Sahal, D., 1981. The farm tractor and the nature technological innovation. *Research policy*, 10:368-370.
49. Sharma, A., Pandey, K., 2001. Matching tyre size to weight, speed and power available for maximising pulling ability of agricultural tractors. *Journal of Terramechanics*, 38: 89-97.
50. Smiley, A., Dellinger, A., 2005. Troubleshooting and preventive maintenance of hydraulic systems: Learning to read the signs of future system failures. *GPM Hydraulic Consulting*, p. 10-85.
51. Trinkel, B., 2007^a. Fluid power basics: Practical knowledge about hydraulic and pneumatic components and systems. *Hydraulics & Pneumatics magazine*, Book 1, Chapter 2: Hydraulic Fluids.
52. Trinkel, B., 2007^b. Fluid Power Circuits Explained. *Hydraulics & Pneumatics magazine*, Book 2, Chapter 3: Air - Oil Circuits.
53. Vanzetti, D., Quiggin, J., 1985. A comparative analysis of agricultural tractor investment models. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 29(2):122-141.
54. Wang, G., Zoerb, G., 1990. A farm tractor driver's information system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 4:191-207
55. Witney, B. 1988. Choosing and using farm machines. Longman Scientific and Technical. New York, p. 3-9.
56. Yahyaa, A., Zohadica, M., Kheiralla, A., Giewa, S., Boona, N., 2009. Mapping system for tractor - implement performance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 69:2-11.