

Ερωτήσεις Κατανόησης Μεθόδου Cascade

Ποιος είναι ο ορισμός του καταρράκτη;

Ο θεμελιώδης ορισμός του καταρράκτη (cascading) είναι ο εξής:

Ο καταρράκτης είναι στην πραγματικότητα μια σειρά από στάδια, όπου η έξοδος του ενός σταδίου αποτελεί την είσοδο του επόμενου σταδίου.

Περαιτέρω Επεξήγηση

1. **Δομή Σταδίων:** Αυτό σημαίνει ότι έχετε λίγα στάδια, και κάθε στάδιο θα έχει είσοδο και έξοδο. Σύμφωνα με τον ορισμό, η έξοδος του πρώτου σταδίου θα είναι η είσοδος για το δεύτερο στάδιο.

2. **Μέθοδος Σχεδίασης:** Η μέθοδος καταρράκτη (cascading method) είναι ουσιαστικά ένας τρόπος για να **απλοποιηθεί το κύκλωμα** (simplify your circuit) προκειμένου να σχεδιαστεί **αποτελεσματικά και απλά**.

3. **Αποτέλεσμα:** Η μέθοδος καταρράκτη είναι απλή στην εφαρμογή και οδηγεί σε **αξιόπιστα και ευκολονόητα κυκλώματα** (reliable and easily understood circuits).

Στο πλαίσιο του σχεδιασμού πνευματικών κυκλωμάτων, η κλιμάκωση χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη κυκλωμάτων ελέγχου για εφαρμογές πολλαπλών κυλίνδρων (multi-slender application). Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαίρεση της ακολουθίας κινήσεων σε ομάδες.

Ορίστε τη θεμελιώδη αρχή της μεθόδου καταρράκτη.

Η θεμελιώδης αρχή της μεθόδου καταρράκτη (cascading method) ορίζεται ως εξής:

Ο καταρράκτης είναι στην πραγματικότητα **μια σειρά από στάδια, όπου η έξοδος του ενός σταδίου αποτελεί την είσοδο για το επόμενο στάδιο**.

Αυτό σημαίνει, με βάση τον ορισμό, ότι **η έξοδος του πρώτου σταδίου θα είναι η είσοδος για το δεύτερο στάδιο**.

Πλαίσιο και Σκοπός

Η αρχή αυτή επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση πολύπλοκων κυκλωμάτων:

1. **Απλοποίηση Κυκλώματος:** Η μέθοδος καταρράκτη είναι ένας τρόπος για την **απλοποίηση του κυκλώματος** (simplifying your circuit) προκειμένου να σχεδιαστεί αποτελεσματικά και απλά.

2. **Αποτελέσματα:** Ως αποτέλεσμα, η μέθοδος καταρράκτη είναι απλή στην εφαρμογή και οδηγεί σε κυκλώματα που είναι **αξιόπιστα και ευκολονόητα** (reliable and easily understood circuits).

3. **Εφαρμογή:** Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη κυκλωμάτων ελέγχου για εφαρμογές πολλαπλών κυλίνδρων (multi-slender application).

4. **Πνευματικός Έλεγχος:** Στα πνευματικά κυκλώματα, η αρχή αυτή εκδηλώνεται ως εξής: μόλις μια ενέργεια ολοκληρωθεί (π.χ., ο κύλινδρος Α επεκταθεί), το σήμα εξόδου (π.χ., ο αισθητήρας a1) γίνεται το σήμα εισόδου για την επόμενη ενέργεια. Αυτό επιτρέπει τη διαδοχική ενεργοποίηση (cascading) των διαφόρων επιπέδων και σταδίων.

Η εφαρμογή αυτής της θεμελιώδους αρχής επιτυγχάνεται μέσω της διαίρεσης της ακολουθίας σε ομάδες (groups) και της χρήσης βαλβίδων αλλαγής ομάδας (Group Changing Valves – GCV) για τη διαχείριση των διαδοχικών σταδίων.

Μεταφορά/Αναλογία:

Μπορείτε να φανταστείτε τη μέθοδο καταρράκτη ως μια **σκυταλοδρομία** στον έλεγχο κυκλωμάτων: κάθε δρομέας (στάδιο) δεν μπορεί να ξεκινήσει πριν λάβει τη σκυτάλη (την έξοδο) από τον προηγούμενο δρομέα (στάδιο). Αυτό εξασφαλίζει ότι η σειρά των γεγονότων είναι πάντα σωστή και οργανωμένη.

Ποιος είναι ο σκοπός της μεθόδου καταρράκτη;

Η μέθοδος καταρράκτη (cascading method) εξυπηρετεί διάφορους βασικούς σκοπούς στον σχεδιασμό πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου, ιδίως σε εφαρμογές πολλαπλών κυλίνδρων:

1. **Απλοποίηση Κυκλώματος:** Ο πρωταρχικός σκοπός της μεθόδου καταρράκτη είναι να αποτελέσει έναν τρόπο για την **απλοποίηση του κυκλώματός σας** (simplifying your circuit).
2. **Αποτελεσματικός Σχεδιασμός:** Μέσω αυτής της απλοποίησης, επιτυγχάνεται ο **αποτελεσματικός και απλός σχεδιασμός του κυκλώματος** (draw your circuit effectively and simply).
3. **Ανάπτυξη Κυκλωμάτων Ελέγχου:** Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την **ανάπτυξη κυκλωμάτων ελέγχου** (develop control circuitry) σε εφαρμογές που αφορούν **πολλαπλούς κυλίνδρους** (multi-slender application).
4. **Αξιοπιστία και Κατανόηση:** Η μέθοδος καταρράκτη είναι απλή στην εφαρμογή και το αποτέλεσμα είναι κυκλώματα που είναι **αξιόπιστα και ευκολονόητα** (reliable and easily understood circuits).

Συνοπτικά, η μέθοδος επιτρέπει τη διαχείριση πολύπλοκων ακολουθιών κινήσεων (όπως αυτές που περιλαμβάνουν πολλαπλούς κυλίνδρους) με έναν δομημένο τρόπο, βασισμένο στην αρχή ότι **η έξοδος του ενός σταδίου γίνεται η είσοδος του επόμενου σταδίου**.

Πώς απλοποιεί η μέθοδος καταρράκτη πολύπλοκα πνευματικά κυκλώματα πολλαπλών κυλίνδρων για αποτελεσματικό έλεγχο;

Η μέθοδος καταρράκτη (cascading method) απλοποιεί τα πολύπλοκα πνευματικά κυκλώματα πολλαπλών κυλίνδρων παρέχοντας έναν δομημένο τρόπο οργάνωσης της ακολουθίας κινήσεων, καθιστώντας τα κυκλώματα πιο **αποτελεσματικά, αξιόπιστα και ευκολονόητα**.

Η απλοποίηση και ο αποτελεσματικός έλεγχος επιτυγχάνονται κυρίως μέσω των εξής μηχανισμών:

1. Δομημένη Διαίρεση σε Ομάδες (Grouping)

Η μέθοδος καταρράκτη απαιτεί τη διαίρεση της συνολικής ακολουθίας κινήσεων του κυκλώματος σε ομάδες.

• **Κανόνας Ομαδοποίησης:** Για να αποφευχθούν οι συγχύσεις και να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία, **δεν μπορούν να υπάρχουν δύο ίδια στοιχεία** (δηλαδή, η επέκταση (+) και η ανάκληση (-) του ίδιου κυλίνδρου) μέσα στην ίδια ομάδα. Για παράδειγμα, το A+ και το A- δεν επιτρέπεται να βρίσκονται στην ίδια ομάδα.

• **Παράδειγμα:** Σε μια ακολουθία όπως A+ B+ B- A-, οι κινήσεις μπορούν να χωριστούν σε Ομάδα 1 (A+ και B+) και Ομάδα 2 (B- και A-). Συνήθως συνιστάται να τοποθετούνται όλες οι θετικές (επεκτάσεις) κινήσεις σε μία ομάδα και όλες οι αρνητικές (ανακλήσεις) στην άλλη, εφόσον δεν υπάρχει επικάλυψη.

2. Χρήση Βαλβίδων Αλλαγής Ομάδας (Group Changing Valves - GCV)

Οι βαλβίδες αλλαγής ομάδας είναι κεντρικές για τη διαχείριση της πολυπλοκότητας και τον έλεγχο της ροής του πεπιεσμένου αέρα.

• **Αριθμός GCV:** Ο αριθμός των απαιτούμενων GCV είναι ίσος με τον **αριθμό των ομάδων μείον ένα**. Για παράδειγμα, αν έχετε δύο ομάδες, απαιτείται μία βαλβίδα αλλαγής ομάδας.

• **Λειτουργία:** Η GCV συνδέεται με τις γραμμές σύνδεσης των ομάδων (π.χ., την Ομάδα 1 και την Ομάδα 2). Αυτή η βαλβίδα επιλέγει ποια γραμμή σύνδεσης (γραμμή τροφοδοσίας) είναι ενεργή σε κάθε στιγμή του κύκλου.

• **Γραμμές Σύνδεσης:** Το κύκλωμα σχεδιάζεται με γραμμές σύνδεσης ίσες με τον αριθμό των ομάδων. Η γραμμή της Ομάδας 1 τοποθετείται συνήθως πάνω και η γραμμή της Ομάδας 2 κάτω.

3. Διαδοχική Ενεργοποίηση (Cascading Principle)

Ο ορισμός του καταρράκτη είναι ότι **η έξοδος του ενός σταδίου γίνεται η είσοδος του επόμενου σταδίου**. Αυτό επιτρέπει τη σαφή και αυτοματοποιημένη μετάβαση μεταξύ των βημάτων.

• **Έξοδος ως Είσοδος:** Μόλις ολοκληρωθεί μια ενέργεια, ο αντίστοιχος αισθητήρας ορίου (limit switch) ενεργοποιείται και γίνεται το σήμα εισόδου για την επόμενη ενέργεια ή για την αλλαγή ομάδας.

• **Αλλαγή Ομάδας:** Η μετάβαση από την Ομάδα 1 στην Ομάδα 2 ενεργοποιείται από τον τελικό αισθητήρα ορίου της τελευταίας ενέργειας της Ομάδας 1. Για παράδειγμα, όταν ο κύλινδρος B επεκτείνεται και φτάνει στο b1, το σήμα b1 τροφοδοτείται στη βαλβίδα αλλαγής ομάδας για να αλλάξει την τροφοδοσία στην Ομάδα 2.

• **Απλοποίηση Λογικής:** Αυτή η δομημένη αλληλουχία αποφεύγει την ανάγκη για περίπλοκη διασύνδεση πολλών αισθητήρων και βαλβίδων, καθώς η τροφοδοσία του κυκλώματος "περνάει" από τη μία ομάδα στην άλλη με σαφήνεια.

Συνοπτικά, η μέθοδος καταρράκτη απλοποιεί πολύπλοκες ακολουθίες με το να "περιορίζει" τη δυνατότητα ενεργοποίησης των κυλίνδρων σε συγκεκριμένες λογικές ομάδες (μέσω των γραμμών σύνδεσης), διασφαλίζοντας ότι η σωστή ενέργεια συμβαίνει τη σωστή στιγμή μέσω της χρήσης των βαλβίδων αλλαγής ομάδας.

Ποιος είναι ο κύριος κανόνας διαίρεσης ομάδων;

Ο κύριος και θεμελιώδης κανόνας για τη διαίρεση των κινήσεων σε ομάδες (groups) κατά τη χρήση της μεθόδου καταρράκτη είναι ο εξής:

Δεν επιτρέπεται να υπάρχουν δύο ίδια στοιχεία, δηλαδή η επέκταση (+) και η ανάκληση (-) του ίδιου κυλίνδρου, μέσα στην ίδια ομάδα.

Πιο αναλυτικά:

Ο Κανόνας της Αποφυγής Επανάληψης Στοιχείων

1. **Προϋπόθεση Απαγόρευσης:** Για να λειτουργήσει σωστά το κύκλωμα και να αποφευχθούν οι συγχύσεις, τα ίδια στοιχεία δεν πρέπει να επαναλαμβάνονται στην ίδια ομάδα.

2. Παραδείγματα:

◦ Τα A+ (επέκταση του κυλίνδρου A) και A- (ανάκληση του κυλίνδρου A) **δεν μπορούν να είναι στην ίδια ομάδα.**

◦ Ομοίως, τα B+ και B- δεν μπορούν να τοποθετηθούν στην ίδια ομάδα.

◦ Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα πρέπει να είναι διαφορετικά αλφάβητα (π.χ., A+ και B+ ή A+ και B-).

Συμβουλευτική Πρακτική

Αν και ο παραπάνω κανόνας είναι η υποχρεωτική συνθήκη, συνιστάται επίσης μια πρακτική ομαδοποίηση για την αποφυγή σύγχυσης:

• Είναι πάντοτε **σκόπιμο να τοποθετούνται όλες οι θετικές (επεκτάσεις) κινήσεις σε μία ομάδα και όλες οι αρνητικές (ανακλήσεις) κινήσεις σε μία άλλη ομάδα**, με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει επικάλυψη (overlapping).

Παράδειγμα: Για την ακολουθία A+ B+ B- A-, η διαίρεση σε δύο ομάδες που ακολουθεί τη συμβουλευτική πρακτική είναι:

• Ομάδα 1: A+ και B+

• Ομάδα 2: B- και A-.

Αυτή η διαίρεση διασφαλίζει ότι πληρούται ο κύριος κανόνας (δεν υπάρχει A+ και A- στην Ομάδα 1, ούτε B+ και B- στην Ομάδα 2).

Ποιο είναι το πρώτο βήμα σχεδίασης κυκλώματος;

Το πρώτο βήμα που πρέπει να ακολουθηθεί κατά τη διαδικασία σχεδίασης κυκλώματος με τη μέθοδο καταρράκτη είναι:

Βήμα 1: Να γραφτεί η δήλωση του προβλήματος (write the statement of the problem).

Αυτό το πρώτο βήμα περιλαμβάνει την απλή περιγραφή της εφαρμογής, όπως για παράδειγμα, τότε ο κύλινδρος Α εκτείνεται για να συγκρατήσει (clamp) και ο κύλινδρος Β βρίσκεται στη θέση σφράγισης (stamping station).

Διαδοχικά Βήματα Σχεδίασης

Αυτή η αρχική δήλωση του προβλήματος καθορίζει την ακολουθία των κινήσεων, η οποία στη συνέχεια αναλύεται στα επόμενα στάδια της σχεδίασης:

1. **Βήμα 2:** Σχεδίαση της διάταξης θέσης (positional layout).
2. **Βήμα 3:** Αναπαράσταση της εργασίας ελέγχου χρησιμοποιώντας τη συμβολική μορφή (notational form) (π.χ., A+ για επέκταση, A- για ανάκληση).
3. **Βήμα 4:** Διάγραμμα βήματος μετατόπισης (displacement step diagram).
4. **Βήμα 5:** Διάγραμμα χρόνου μετατόπισης (displacement time diagram).
5. **Βήμα 6:** Ανάλυση και σχεδίαση του πνευματικού κυκλώματος.

Επιπλέον, όταν προχωράτε ειδικά στη σχεδίαση του **βασικού κυκλώματος** (Basic Circuit Drawing), το πρώτο υπο-βήμα (Step 1) είναι:

- Να σχεδιαστούν οι **ενεργοποιητές (actuators)**, δηλαδή οι κύλινδροι, οι οποίοι συνήθως είναι διπλής ενέργειας (double acting cylinder), και οι **βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης (Directional Control Valves - DCV)** που τους ελέγχουν (π.χ., 5/2 βαλβίδες διπλής πιλοτικής λειτουργίας).

Ποια είναι τα δύο πρώτα βήματα σχεδιασμού κυκλώματος;

Τα δύο πρώτα βήματα που πρέπει να ακολουθήσετε κατά τη διαδικασία σχεδίασης κυκλώματος με τη μέθοδο καταρράκτη είναι:

Βήμα 1: Γράψτε τη δήλωση του προβλήματος

Το πρώτο βήμα είναι να **γραφτεί η δήλωση του προβλήματος** (write the statement of the problem). Αυτή είναι μια απλή δήλωση σχετικά με την εφαρμογή.

Για παράδειγμα, μπορεί να περιγράψει πώς ο πρώτος κύλινδρος (Α) εκτείνεται και φέρνει ένα αντικείμενο στην επιφάνεια σφράγισης (stamping station), όπου βρίσκεται ο κύλινδρος Β. Αυτή η δήλωση καθορίζει τη **σειρά ενεργοποίησης** (sequence of actuation).

Βήμα 2: Σχεδιάστε τη διάταξη θέσης

Το δεύτερο βήμα είναι να **σχεδιαστεί η διάταξη θέσης** (draw the positional layout).

Αυτή η διάταξη παρέχει μια οπτική αναπαράσταση της φυσικής θέσης των κυλίνδρων και των εξαρτημάτων τους.

Ποια στοιχεία απαγορεύεται στην ίδια ομάδα;

Η θεμελιώδης απαγόρευση για τη διαίρεση των κινήσεων σε ομάδες (groups) στη μέθοδο καταρράκτη είναι η εξής:

Δεν επιτρέπεται να υπάρχουν δύο ίδια στοιχεία μέσα στην ίδια ομάδα.

Πιο συγκεκριμένα:

- Η επέκταση (+) και η ανάκληση (-) του ίδιου κυλίνδρου δεν μπορούν να τοποθετηθούν στην ίδια ομάδα.

- Αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία **A+ και A-** δεν μπορούν να μπουν στην ίδια ομάδα.
- Ομοίως, **δεν επιτρέπεται τα B+ και B-** να τοποθετηθούν στην ίδια ομάδα.

Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα πρέπει να προέρχονται από **διαφορετικά αλφάβητα** (δηλαδή, διαφορετικούς κυλίνδρους). Για παράδειγμα, επιτρέπεται το A+ και το B- να είναι στην ίδια ομάδα, εφόσον το στοιχείο δεν επαναλαμβάνεται.

Αν και είναι πάντα συμβουλευτικό να τοποθετούνται όλες οι θετικές (επεκτάσεις) κινήσεις σε μία ομάδα και όλες οι αρνητικές (ανακλήσεις) κινήσεις σε μία άλλη, αυτό γίνεται με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει επικάλυψη (overlapping).

Ποιος είναι ο βασικός κανόνας ομαδοποίησης στο κύκλωμα;

Ο βασικός κανόνας για τη διαίρεση των κινήσεων σε ομάδες (groups) κατά τη χρήση της μεθόδου καταρράκτη είναι ότι:

Δεν επιτρέπεται να υπάρχουν δύο ίδια στοιχεία, ή δύο επαναλαμβανόμενα στοιχεία, μέσα στην ίδια ομάδα.

Αυτό σημαίνει ότι:

1. Η επέκταση (+) και η ανάκληση (-) του ίδιου κυλίνδρου **δεν μπορούν να βρίσκονται στην ίδια ομάδα.**
2. Για παράδειγμα, τα στοιχεία **A+ και A-** **δεν επιτρέπεται να τοποθετηθούν στην ίδια ομάδα.**
3. Ομοίως, τα στοιχεία **B+ και B-** **δεν μπορούν να μπουν στην ίδια ομάδα.**

Τα στοιχεία που τοποθετούνται στην ίδια ομάδα πρέπει να προέρχονται από **διαφορετικά αλφάβητα** (δηλαδή, διαφορετικούς κυλίνδρους).

Συμβουλευτική Πρακτική

Αν και ο παραπάνω κανόνας είναι υποχρεωτικός, συνιστάται επίσης, όπου είναι δυνατόν, η ακόλουθη πρακτική για την αποφυγή σύγχυσης:

- Είναι πάντοτε **σκόπιμο να τοποθετούνται όλες οι θετικές (επεκτάσεις) κινήσεις σε μία ομάδα** και **όλες οι αρνητικές (ανακλήσεις) κινήσεις σε μία άλλη ομάδα**, με την προϋπόθεση ότι **δεν υπάρχει επικάλυψη (overlapping).**

Για παράδειγμα, στην ακολουθία A+ B+ B- A-, η Ομάδα 1 μπορεί να είναι A+ B+ και η Ομάδα 2 να είναι B- A-.

Πώς υπολογίζονται οι απαραίτητες βαλβίδες αλλαγής ομάδας;

Ο αριθμός των απαραίτητων βαλβίδων αλλαγής ομάδας (Group Changing Valves - GCV) για τη μέθοδο καταρράκτη υπολογίζεται με βάση τον **συνολικό αριθμό των ομάδων (groups)** στις οποίες έχει διαιρεθεί η ακολουθία των κινήσεων.

Ο Υπολογισμός

Η φόρμουλα για τον υπολογισμό του αριθμού των απαιτούμενων βαλβίδων αλλαγής ομάδας είναι:

$$\text{Αριθμός GCV} = \text{Αριθμός Ομάδων} - 1$$

Παραδείγματα Υπολογισμού

Ανάλογα με το πόσες ομάδες απαιτούνται για να ικανοποιηθεί ο κανόνας διαίρεσης (ότι τα A+ και A- δεν μπορούν να είναι στην ίδια ομάδα), ο αριθμός των βαλβίδων GCV ποικίλλει:

Αριθμός Ομάδων	Περιγραφή	Αριθμός Απαιτούμενων GCV (Ομάδες - 1)
----------------	-----------	---------------------------------------

2	Μία βαθμίδα καταρράκτη (Group 1 & Group 2)	1 Group Changing Valve
3	Δύο βαθμίδες καταρράκτη (Group 1, Group 2 & Group 3)	2 Group Changing Valves
4	Τρεις βαθμίδες καταρράκτη (Group 1, 2, 3 & 4)	3 Group Changing Valves

Επομένως, το κρίσιμο βήμα πριν τον υπολογισμό είναι η σωστή διαίρεση της ακολουθίας κινήσεων στους ελάχιστους δυνατούς αριθμούς ομάδων, σύμφωνα με τον κύριο κανόνα διαίρεσης. Μόλις καθοριστεί ο αριθμός των ομάδων, αφαιρείται το 1 για να βρεθεί ο απαραίτητος αριθμός των βαλβίδων GCV.

Στο παράδειγμα της ακολουθίας **A+ B+ B- A-**, η οποία διαιρείται σε δύο ομάδες (Ομάδα 1: A+ B+ και Ομάδα 2: B- A-), ο υπολογισμός είναι $2-1=1$. Άρα απαιτείται **μία** βαλβίδα αλλαγής ομάδας.

Πώς προσδιορίζονται οι απαιτούμενες γραμμές σύνδεσης;

Ο αριθμός των απαραίτητων γραμμών σύνδεσης (connecting lines) στο κύκλωμα της μεθόδου καταρράκτη (cascading method) προσδιορίζεται από τον **αριθμό των ομάδων** (groups) στις οποίες έχει διαιρεθεί η ακολουθία των κινήσεων.

Η βασική αρχή υπολογισμού είναι:

Αριθμός Γραμμών Σύνδεσης=Αριθμός Ομάδων

Αυτές οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τις γραμμές τροφοδοσίας που επιλέγονται από τις βαλβίδες αλλαγής ομάδας (Group Changing Valves - GCV) για να ενεργοποιήσουν τις βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης (DCV) των κυλίνδρων σε κάθε φάση του κύκλου.

Παραδείγματα Προσδιορισμού

Ο αριθμός των γραμμών σύνδεσης εξαρτάται από το πόσες ομάδες χρειάστηκε να δημιουργηθούν για να αποφευχθεί η επικάλυψη των κινήσεων (όπως το A+ και το A- στην ίδια ομάδα):

- **Για 2 Ομάδες (One Stage Cascading):** Όταν έχετε δύο ομάδες (Group 1 και Group 2), απαιτούνται **δύο γραμμές σύνδεσης**. Αυτές οι γραμμές εξυπηρετούν ως είσοδος για την Ομάδα 1 και είσοδος για την Ομάδα 2.

- **Για 3 Ομάδες (Two Stages Cascading):** Όταν έχετε τρεις ομάδες (Group 1, Group 2, και Group 3), απαιτούνται **τρεις γραμμές σύνδεσης**.

- **Για 4 Ομάδες (Three Stages Cascading):** Όταν έχετε τέσσερις ομάδες, απαιτούνται **τέσσερις είσοδοι**.

Κατά τη σχεδίαση του βασικού κυκλώματος, οι γραμμές αυτές σχεδιάζονται με συγκεκριμένο τρόπο: για ένα κύκλωμα με δύο ομάδες, συνήθως η γραμμή της **Ομάδας 1 σχεδιάζεται πάνω** και η γραμμή της **Ομάδας 2 από κάτω**.

Πόσες βαλβίδες αλλαγής χρειάζονται για τρεις ομάδες;

Για την περίπτωση που η ακολουθία κινήσεων διαιρείται σε **τρεις ομάδες** (Group 1, Group 2, και Group 3), απαιτούνται:

Δύο (2) βαλβίδες αλλαγής ομάδας (Group Changing Valves - GCV).

Λογική Υπολογισμού

Αυτή η διαμόρφωση αναφέρεται ως "δύο βαθμίδες καταρράκτη" ("two stages").

Ο υπολογισμός βασίζεται στον κανόνα ότι ο αριθμός των απαιτούμενων βαλβίδων αλλαγής ομάδας είναι ίσος με τον **αριθμό των ομάδων μείον ένα**.

Αριθμός GCV=Αριθμός Ομάδων - 1

Στην περίπτωσή σας (3 ομάδες): $3-1=2$.

Εκτός από τις δύο βαλβίδες αλλαγής ομάδας, απαιτούνται επίσης **τρεις γραμμές εισόδου** (inputs): μία για την Ομάδα 1, μία για την Ομάδα 2 και μία για την Ομάδα 3.