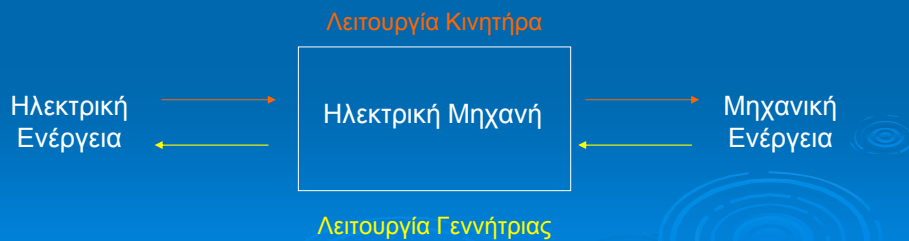


Ηλεκτρικές Μηχανές

- Οι ηλεκτρικές μηχανές είναι μετατροπείς ενέργειας
- Μπορούν να μετατρέψουν ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική, και αντίστροφα
- Ανάλογα με τη λειτουργία τους χωρίζονται σε γεννήτριες και κινητήρες

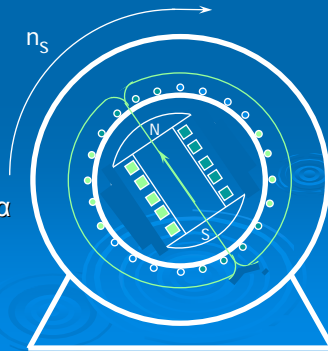


Αρχή λειτουργίας ηλεκτρικών μηχανών

- **Φυσικά φαινόμενα:**
 - Αν τοποθετήσουμε έναν αγωγό μέσα σε χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, τότε στα άκρα του θα επαχθεί χρονικά μεταβαλλόμενη τάση
 - Αν τοποθετήσουμε δύο μαγνήτες κοντά, τότε θα ασκηθούν δυνάμεις πάνω τους κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να ευθυγραμμιστούν τα μαγνητικά τους πεδία
 - Γύρω από ένα ρευματοφόρο αγωγό έχουμε ανάπτυξη μαγνητικού πεδίου
 - Αν διατάξουμε κατάλληλα στο χώρο ένα σύστημα αγωγών που τροφοδοτείται από τριφασικό σύστημα ρευμάτων, τότε μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο

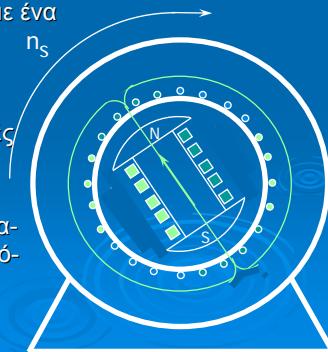
Αρχή λειτουργίας γεννήτριας

- Δημιουργούμε μία σταθερή κυλινδρική κατασκευή, με κατάλληλα διατεταγμένους αγωγούς (τυλίγματα), τα οποία δημιουργούν τρία διαφορετικά κυκλώματα (τριφασικό τύλιγμα): **στάτης**
- Στο εσωτερικό του στάτη τοποθετούμε έναν κυλινδρικό άξονα που έχει δυνατότητα περιστροφής (**δρομέας**). Στο δρομέα τοποθετούμε επίσης κατάλληλα διατεταγμένους αγωγούς που δημιουργούν ένα κύκλωμα (τύλιγμα).
- Τροφοδοτούμε το τύλιγμα του δρομέα με συνεχές ρεύμα, οπότε γύρω του αναπτύσσεται συνεχές μαγνητικό πεδίο.
- Χρησιμοποιούμε μια πηγή μηχανικής ενέργειας για να περιστρέψουμε το δρομέα. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούμε γύρω του ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο.
- Το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του δρομέα επάγει ένα τριφασικό σύστημα τάσεων στο τριφασικό τύλιγμα του στάτη.



Αρχή λειτουργίας κινητήρα

- Δημιουργούμε μία σταθερή κυλινδρική κατασκευή, με κατάλληλα διατεταγμένους αγωγούς (τυλίγματα), τα οποία δημιουργούν τρία διαφορετικά κυκλώματα (τριφασικό τύλιγμα): **στάτης**
- Στο εσωτερικό του στάτη τοποθετούμε έναν κυλινδρικό άξονα που έχει δυνατότητα περιστροφής (**δρομέας**). Στο δρομέα τοποθετούμε επίσης κατάλληλα διατεταγμένους αγωγούς που δημιουργούν ένα κύκλωμα (τύλιγμα).
- Τροφοδοτούμε το τριφασικό τύλιγμα του στάτη με ένα τριφασικό σύστημα τάσεων. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούμε στο εσωτερικό του ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο.
- Τροφοδοτούμε το τύλιγμα του δρομέα με συνεχές ρεύμα. Με τον τρόπο αυτόν δημιουργείται γύρω του συνεχές μαγνητικό πεδίο.
- Το συνεχές μαγνητικό πεδίο του δρομέα προσπαθεί συνεχώς να ευθυγραμμιστεί με το περιστρεφόμενο πεδίο του στάτη, προκαλώντας κίνηση στο δρομέα.



Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών μηχανών

- Οι βασικές αρχές λειτουργίας ισχύουν εν γένει για όλες τις ηλεκτρικές μηχανές. Η κατηγοριοποίησή τους πέρα από αυτές τις βασικές αρχές λειτουργίας γίνεται με βάση ειδικότερα ζητήματα, όπως είναι για παράδειγμα η δομή και η μέθοδος τροφοδοσίας του δρομέα.
- Βασικά είδη ηλεκτρικών μηχανών:
 - Σύγχρονες Μηχανές
 - Ασύγχρονες (ή Επαγωγικές) Μηχανές
 - Μηχανές Συνεχούς Ρεύματος
- Ειδικές κατηγορίες ηλεκτρικών μηχανών:
 - Universal κινητήρες
 - Βηματικοί κινητήρες
 - Πιεζοηλεκτρικοί κινητήρες

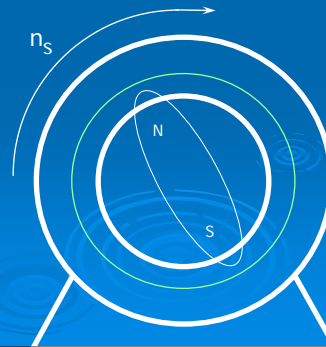
Μαγνητικό πεδίο στάτη

- Το μαγνητικό πεδίο του στάτη οφείλεται στα τυλίγματα που βρίσκονται κατάλληλα τοποθετημένα στην επιφάνειά του.
- Για να δημιουργηθεί περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του στάτη, θα πρέπει τα τυλίγματά του να δημιουργούν τριάδες (πάντα κατάλληλα τοποθετημένων) κυκλωμάτων, τα οποία τροφοδοτούνται από ένα ή περισσότερα τριφασικά συστήματα τάσεων
- Κάθε τριφασικό σύστημα τάσεων δημιουργεί στο εσωτερικό του στάτη ένα ζεύγος περιστρεφόμενων μαγνητικών πόλων (Βορράς-Νότος, N-S)
- Μπορούμε λοιπόν με χρήση των κατάλληλων τυλιγμάτων να δημιουργήσουμε μια ηλεκτρική μηχανή με δύο, τέσσερις, ή περισσότερους μαγνητικούς πόλους στο εσωτερικό της

Μηχανή δύο πόλων

- Τροφοδοτείται από ένα τριφασικό σύστημα τάσεων
- Οι μαγνητικοί πόλοι θα διαγράψουν έναν ολόκληρο κύκλο κατά τη διάρκεια μιας ηλεκτρικής περιόδου (1/50 sec).
- Η συχνότητα της τάσης στο ηλεκτρικό δίκτυο είναι 50Hz, άρα η τάση συμπληρώνει 50 κύκλους/sec, ή 3000 κύκλους/min. Αυτή είναι και η ταχύτητα περιστροφής του μαγνητικού πεδίου του στάτη (**σύγχρονη ταχύτητα, n_s**)
- Ένα ακίνητο σημείο στο δρομέα «βλέπει» το μαγνητικό πεδίο του στάτη να περιστρέφεται με τη σύγχρονη ταχύτητα

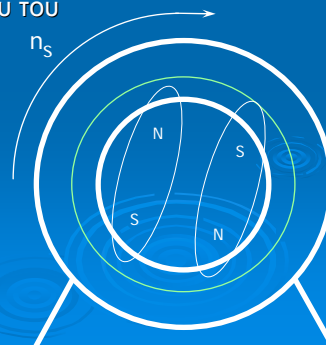
$$n_s = \frac{60 \cdot f}{1} = 3000 \text{ rpm}$$



Μηχανή τεσσάρων πόλων

- Τροφοδοτείται από δύο τριφασικά συστήματα τάσεων
- Κατά τη διάρκεια μιας ηλεκτρικής περιόδου (1/50 sec), οι μαγνητικοί πόλοι του ενός τριφασικού συστήματος θα πάρουν τη θέση αυτών του άλλου. Σε έναν ηλεκτρικό κύκλο λοιπόν, οι μαγνητικοί πόλοι θα διαγράψουν μισό κύκλο στο χώρο.
- Η τάση συμπληρώνει 50 κύκλους/sec, ή 3000 κύκλους/min, άρα η ταχύτητα περιστροφής του μαγνητικού πεδίου του στάτη στο χώρο θα είναι η μισή (1500 rpm)
- Ένα ακίνητο σημείο στο δρομέα «βλέπει» το μαγνητικό πεδίο του στάτη να περιστρέφεται με τη σύγχρονη ταχύτητα

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{2} = 1500 \text{ rpm}$$



Μηχανή n πόλων

- Γενικά λοιπόν είναι για μια ηλεκτρική μηχανή:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{P}$$

- όπου:
 - n_s : η σύγχρονη ταχύτητα της μηχανής
 - f : η ηλεκτρική συχνότητα τροφοδότησης της μηχανής
 - P : τα ζεύγη πόλων της μηχανής
- Παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο περισσότεροι οι μαγνητικοί πόλοι μιας μηχανής, τόσο μικρότερη η περιστροφική της ταχύτητα

Σύγχρονες Μηχανές

- Το ουσιαστικό τους χαρακτηριστικό έναντι των υπόλοιπων μηχανών είναι το ότι ο δρομέας τροφοδοτείται από εξωτερικές πηγές.
- Η ταχύτητα των σύγχρονων μηχανών είναι πάντα σταθερή και ίση με τη σύγχρονη ταχύτητα των μαγνητικών πεδίων του στάτη
- Χρησιμοποιούνται κυρίως ως γεννήτριες, λόγω της σταθερής τους ταχύτητας (η οποία έχει ως αποτέλεσμα και τη σταθερή συχνότητα των παραγόμενων τάσεων και ρευμάτων, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο)
- Χωρίζονται σε:
 - Στροβιλογεννήτριες
 - Γεννήτριες εκτύπων πόλων
- Η κατασκευή του δρομέα γίνεται από δυναμοελάσματα, έτσι ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη δινορρευμάτων

Στροβιλογεννήτριες

- Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι οι λίγοι πόλοι (2 ή 4), και η αντίστοιχα μεγάλη περιστροφική τους ταχύτητα (3000 ή 1500 αντίστοιχα στροφές)
- Χρησιμοποιούνται στους θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και κινούνται από στρόβιλους, με κινητήρια δύναμη ατμό ή καυσαέρια μεγάλης πίεσης.
- Λόγω της πολύ μεγάλης ταχύτητας περιστροφής αναπτύσσονται στο δρομέα πολύ ισχυρές φυγόκεντρες δυνάμεις που φτάνουν τους 6-7 tn/kg μάζας. Άρα πρέπει να έχουν:
 - Μεγάλο μήκος (20-25m)
 - Μικρή διάμετρο (1-2m)
 - Πολύ καλή στερέωση τυλιγμάτων

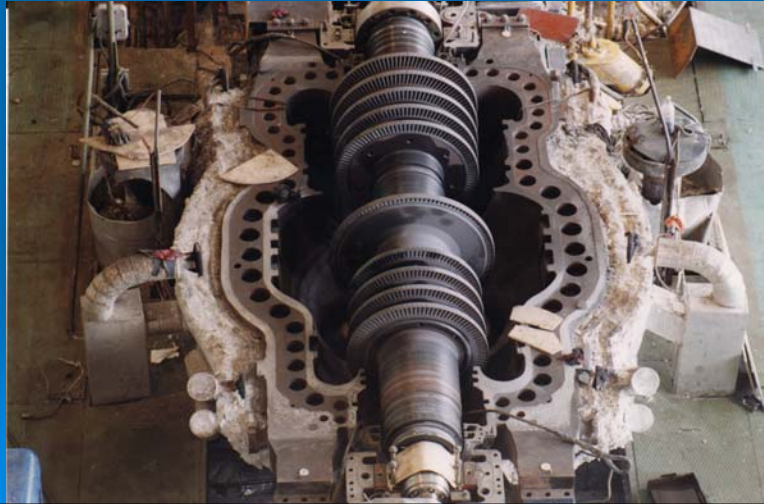
Στροβιλογεννήτριες

- Σύστημα στρόβιλου - στροβιλογεννήτριας



Στροβιλογεννήτριες

- Στροφείο στροβίλου υψηλής πίεσης



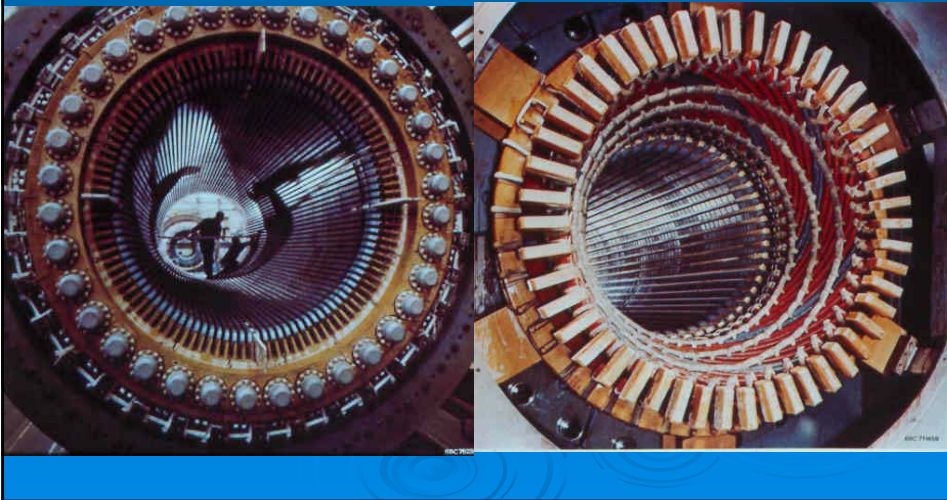
Στροβιλογεννήτριες

- Δρομέας στροβιλογεννήτριας



Στροβιλογεννήτριες

- Στάτης στροβιλογεννήτριας



Γεννήτριες Εκτύπων Πόλων

- Έχουν περισσότερους πόλους από τις στροβιλογεννήτριες, οπότε και μικρότερες ταχύτητες περιστροφής
- Χρησιμοποιούνται σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου δεν είναι δυνατή η επίτευξη μεγάλων ταχυτήτων περιστροφής (π.χ. σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς)
- Ο δρομέας σε αυτήν την περίπτωση έχει μικρό μήκος και μεγάλη διάμετρο.

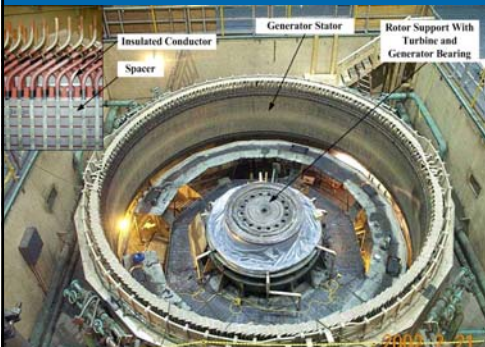
Γεννήτριες Εκτύπων Πόλων

- Δρομείς γεννητριών εκτύπων πόλων



Γεννήτριες Εκτύπων Πόλων

- Στάτες γεννητριών εκτύπων πόλων



Τροφοδοσία δρομέα

- Η τροφοδοσία (διέγερση) του δρομέα στις σύγχρονες γεννήτριες μπορεί να γίνει από:
 - Εξωτερική πηγή συνεχούς ρεύματος (μέσω συστήματος με δαχτυλίδια και ψήκτρες)
 - Ειδική πηγή συνεχούς ρεύματος τοποθετημένη πάνω στον άξονα της γεννήτριας
- Η λύση της εξωτερικής πηγής είναι πιο φθηνή, αλλά παρουσιάζει προβλήματα φθοράς και σχετικά μεγάλων απωλειών, οπότε χρησιμοποιείται κυρίως σε γεννήτριες μικρής ισχύος.