

Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

(Συνέχεια).

Δυναμομηχαναί (ἢ ἠλεκτροδυναμομηχαναί). Ἡ κατασκευὴ τῶν μηχανῶν τούτων, δι' ὧν μετατρέπεται ἐνέργεια μηχανικὴ εἰς ἐνέργειαν ἠλεκτρικὴν, στηρίζεται ἐπὶ τοῦ φαινομένου τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων· ἐστῶσαν ἐν σύστημα μεταλλικόν, ἀγωγὸν ἐπομένως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καὶ ἐν μαγνητικὸν πεδίου, παραγόμενον ὑπὸ διαρκῶν μαγνητῶν ἢ ὑπὸ ἠλεκτρομαγνητῶν· διὰ τῆς κινήσεως τοῦ μὲν ἢ τοῦ δὲ ἀλλάσσει ἢ πρὸς τὸ μαγνητικὸν πεδίου θέσις τοῦ μεταλλικοῦ συστήματος, οὕτω δὲ ἐπ' αὐτοῦ παράγονται ρεύματα ἠλεκτρικὰ ἐξ ἐπαγωγῆς. Δέον λοιπὸν νὰ δαπανηθῇ ἐνέργεια μηχανικὴ ὅπως ἐπιτευχθῇ ἡ κίνησις τοῦ μεταλλικοῦ συστήματος ἢ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, αὕτη δὲ ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια ὑπολογίζεται ὡς μετατρεπομένη εἰς ἐνέργειαν ἠλεκτρικὴν· ἐὰν δὲ παραβάλωμεν τὸ ποσὸν τῆς δαπανωμένης μηχανικῆς ἐνεργείας πρὸς τὸ ποσὸν τῆς παραγομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ δυναμομηχαναὶ εἶναι ἐκ τῶν μεγαλειτέραν ἀπόδοσιν (rendement) παρεχουσῶν μηχανῶν, ἀπόδοσιν ἀνερχομένην εἰς τὰς τελειότέρας ἐξ αὐτῶν μέχρι 95 τοῖς ἑκατόν. Ἀλλ' ἡ εἰς τὴν δυναμομηχανὴν παρεχομένη μηχανικὴ ἐνέργεια εἶναι καὶ αὕτη προϊόν ἄλλης μορφῆς ἐνεργείας· οὕτω π. χ. ἡ ἐξ ἀτμομηχανῆς εἰς δυναμομηχανὴν παρεχομένη μηχανικὴ ἐνέργεια παράγεται διὰ μετατροπῆς εἰς τοιαύτην τῆς θερμαντικῆς ἐνεργείας· ἐὰν δὲ ἐξετάσωμεν τὸ ποσὸν τῆς ἀρχικῆς ταύτης θερμαντικῆς ἐνεργείας, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ ἀπόδοσις αὐτῆς εἶναι ἐλαχίστη, 8 ἢ 9 μόλις τοῖς ἑκατόν, ἀπόδοσις ὑποβιβαζομένη εἰς 7 ἢ 8 τοῖς ἑκατόν διὰ τῆς περαιτέρω ἐν τῇ δυναμομηχανῇ μετατροπῆς τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας εἰς ἐνέργειαν ἠλεκτρικὴν. Καὶ ἐν γένει δέ, ἐὰν παραβάλωμεν οἵανδὴ τινὰ μορφήν ἀρχικῆς ἐνεργείας πρὸς τὴν τελικὴν μορφήν τῆς ἐνεργείας, τὴν ἠλεκτρικὴν, θὰ ἴδωμεν ὅτι αἱ διαδοχικαὶ μετατροπαὶ ἐπιφέρουσιν ἀπωλείας καὶ ἐπομένως μικρὰν ἀπόδοσιν, καίτοι ὑπὸ θεωρητικὴν

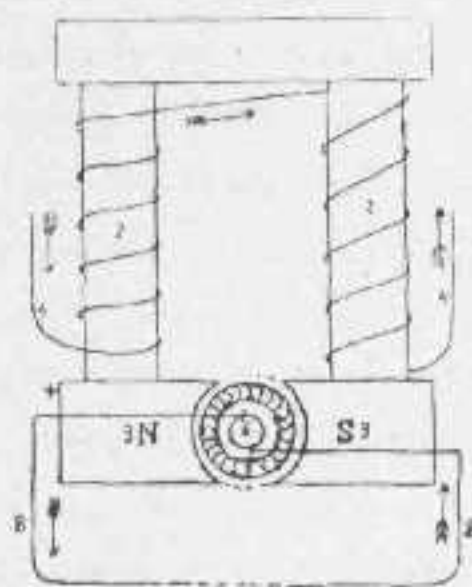
ἔποψιν ἡ ἀρχικὴ ἐνέργεια ὥφειλε νὰ εἶναι ἴση πρὸς τὴν τελικὴν ἐνέργειαν. Τὸ μέσον ὡς ἐκ τούτου τῆς διὰ τῶν δυναμομηχανῶν παραγωγῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας δὲν εἶναι τὸ ἰδεῶδες ἐκεῖνο μέσον, ὅπερ θὰ ἐπεθύμει ἡ ἐπιστήμη, οὐδὲ παρέχει ἡμῖν εὖωνον καὶ εὐκόλον εἰς χρῆσιν ἡλεκτρισμόν. Ἐν τοσούτῳ τὴν σήμερον τὸ μέσον τοῦτο εἶναι τὸ προτιμότερον, σχετικῶς δὲ καὶ τὸ εὐθηνότερον, πρῶτον μὲν διότι δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν εἰς τινὰς περιστάσεις μηχανικὴν ἐνέργειαν δωρεὰν ὑπὸ τῆς φύσεως παρεχομένην, οἷον τὴν τοῦ ἀνέμου ἢ τοῦ πίπτοντος ὕδατος, δεύτερον δὲ διότι ἡ κατασκευὴ τῶν δυναμομηχανῶν ἀφίκετο εἰς βαθμὸν τελειότητος μέγαν, ἐπιτρέποντα τὴν κανονικὴν αὐτῶν ἐπὶ μακρότατον χρόνον λειτουργίαν. Ἡ εἰς τὰς δυναμομηχανὰς παρεχομένη κινητήριος δύναμις (*force motrice*) εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιστάσεων εἶναι ἡ τῶν ἀτμομηχανῶν, συνδεομένων συνήθως μὲν ἀπ' εὐθείας, σπανιώτερον δὲ δι' ἱμάντων ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τῆς δυναμομηχανῆς καὶ προκαλοῦσιν τὴν ἐν αὐταῖς κίνησιν. Ἐκάστης δυναμομηχανῆς δύο εἶναι τὰ κύρια μέρη α') οἱ μαγνῆται ἢ ἡλεκτρομαγνῆται, οἵτινες γεννῶσι τὸ μαγνητικὸν πεδίου καὶ ἀποτελοῦσι τὸν λεγόμενον ἐπάγοντα (*inducteur*) τῆς δυναμομηχανῆς καὶ β') τὰ μεταλλικὰ σύρματα τὰ ὅποια ἀποτελοῦσι τὸ ἐπαγόμενον (*induit*) μέρος τῆς μηχανῆς, ὀνομαζόμενον κοινῶς ὀπλισμὸν (*armature, Anker*) καὶ τὰ ὅποια εἶναι εἰλιγμένα εἰς τρόπον ὥστε νὰ σχηματίζωσιν ἐν ἡ πλειότερα πηνία. Ἐκ τῶν δύο τούτων μερῶν περιστρέφεται συνήθως ὁ ὀπλισμὸς καὶ μένει ἀκίνητος ὁ ἐπάγων· δύναται ἐν τοσούτῳ νὰ συμβαίνει καὶ τὸ ἀντίθετον, ἥτοι νὰ κινῆται ὁ ἐπάγων καὶ νὰ μένη ἀκίνητος ὁ ὀπλισμὸς. Ἐν πάσῃ περιπτώσει τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ἐν τοῖς πηνίοις τοῦ ὀπλισμοῦ παραγόμενον ὀφείλεται πάντοτε εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς δυναμικῆς ρύσεως (*flux de force*) τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ ἐπάγοντος, μεταβολὴν, ἥτις ἔχει αἰτίαν τὴν ἐν τῷ μαγνητικῷ πεδίῳ ἀλλαγὴν τῆς θέσεως τοῦ ὀπλισμοῦ. Πρὸς ταύτην ἀλλαγὴν θέσεως εἶπομεν ἤδη ὅτι πρέπει νὰ δαπανηθῇ ἐνέργεια μηχανικὴ· ἡ ἐνέργεια αὕτη σκοπεῖ ἐν πρώτοις νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν παθητικὴν τῆς μηχανῆς ἀντίστασιν, ἀλλ' ἰδίᾳ σκοπεῖ νὰ ὑπερνικήσῃ τὰς ἀντιδραστικὰς δυνάμεις τὰς εἰς τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ φαινόμενα ὀφειλομένας, αἵτινες, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Lenz, τείνουσι νὰ ἀντισταθῶσι εἰς τὴν κίνησιν ἥτις τὰς παράγει.

Τὰ ἡλεκτρικὰ ρεύματα διαιροῦνται ὡς πρὸς τὴν φύσιν αὐτῶν εἰς ρεύματα ἀμεταβλήτου διευθύνσεως καὶ ἐντάσεως, *συνεχῇ* (*courants con-*

tinus, Gleichströme) καλούμενα, καὶ εἰς ρεύματα μεταβαλλομένης διευθύνσεως καὶ ἐντάσεως, ἐναλλακτικὰ (courants alternatifs, Wechselströme) ὀνομαζόμενα. Ἐὰν τοῦτέστιν ἐν τῇ μεταβολῇ τῆς θέσεως μεταξὺ ἐπάγοντος καὶ ὀπλισμοῦ τέμνη οὗτος τὰς δυναμικὰς γραμμὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἀλλὰ δὲν μεταβάλλῃ τὴν θέσιν του ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν, οὕτω δὲ εὐρίσκηται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ αὐτοῦ πάντοτε ἀριθμοῦ δυναμικῶν γραμμῶν, τὸ παραγόμενον ρεῦμα ἔχει τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν καὶ ἐντασιν καὶ ὀνομάζεται ρεῦμα συνεχές· ἀλλ' ἐὰν λαμβάνῃ χώραν μεταβολὴ ἐκάστοτε τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐπὶ τοῦ ὀπλισμοῦ ἐπιδρωσῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ ρεῦμα τότε εἶναι ἐναλλακτικόν, ἐντάσεως ἄλλοτε ἄλλης καὶ διευθύνσεως νῦν μὲν θετικῆς νῦν δὲ ἀρνητικῆς, ταύτας δὲ τὰς μεταβολὰς λαμβάνει καὶ συμπληροῖ κατὰ τὸ διάστημα μιᾶς ὁλοκλήρου περιστροφῆς διὰ νὰ τὰς ἐπαναλάβῃ εἰς ἐκάστην νέαν περιστροφήν. Τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἀνήκουσιν εἰς τὴν τάξιν τῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων, ἐν πάσῃ ἐπομένως δυναμομηχανῇ τοιαῦτα ἐναλλακτικὰ ρεύματα μόνον εἶναι δυνατόν νὰ παράγονται· ἀλλ' ἐὰν εἰς τὴν δυναμομηχανὴν προστεθῇ σύστημα μεταλλικόν τοιοῦτον, ὥστε νὰ συλλέγῃ τὰ παραγόμενα ἐναλλακτικὰ ρεύματα καὶ νὰ μεταβάλλῃ αὐτὰ εἰς ρεύματα συνεχῆ, εἶναι δυνατόν ὁ ἐκ τῶν πόλων τῆς δυναμομηχανῆς προερχόμενος ἐξωτερικὸς ἄγωγος νὰ διαρρέηται ὑπὸ ρεύματος συνεχοῦς. Διὰ τοῦτο καὶ διακρίνονται αἱ δυναμομηχαναὶ εἰς δύο μεγάλας κατηγορίας, εἰς δυναμομηχανὰς ρεύματος συνεχοῦς καὶ εἰς δυναμομηχανὰς ρεύματος ἐναλλακτικοῦ· τῆς δευτέρας δὲ πάλιν κατηγορίας διακρίνονται αἱ ἀπλᾶι ἐναλλακτικοῦ ρεύματος δυναμομηχαναὶ καὶ αἱ δυναμομηχαναὶ πολυφασικοῦ ρεύματος (courant polyphasé, Drehstrom), αἱ τελευταῖαι δὲ αὐταὶ εἰσι σήμερον ἐν μεγίστῃ χρήσει. Μετὰ τὰς προεισαγωγικὰς ταύτας παρατηρήσεις προβαίνομεν ἤδη εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος κατ' ἀρχὰς καὶ τῶν λοιπῶν εἰδῶν μετὰ ταῦτα.

Τὸ παρατιθέμενον διάγραμμα (Σχ. 1) δύναται νὰ παράσχῃ ιδέαν τῶν διαφορῶν μερῶν, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται δυναμομηχανὴ ρεύματος συνεχοῦς. Ὁ ἐπάγων ἀποτελούμενος ἐκ τῶν τεμαχίων 1, 2, 2, 3, 3, σκοπεῖ τὴν παραγωγὴν μαγνητικοῦ πεδίου, καὶ δύναται νὰ εἶναι εἴτε μόνιμος μαγνήτης ἐκ χάλυβος (μηχανὴ μαγνητοηλεκτρικὴ), εἴτε, ἡλεκτρομαγνήτης (μηχανὴ δυναμοηλεκτρικὴ)· καὶ ἐὰν μὲν ὁ ἐπάγων εἶναι μόνιμος μαγνήτης, κατασκευάζεται ἐξ ἐλασμάτων ἢ πλάκων τοποθετημένων τῆς

μὲν ἐπὶ τῆς δὲ καὶ μεμαγνητισμένων κεχωρισμένως· ἀλλὰ συνηθέστατα ὁ ἐπάγων εἶναι ἡλεκτρομαγνήτης ἰσχυρός, πρὸς διέγερσιν τοῦ ὁποίου ὑπάρχουσι διάφοροι τρόποι, οὓς θὰ ἴδωμεν περαιτέρω. Ἐπειδὴ δὲ ἡ δυναμομηχανὴ ὀφείλει νὰ ᾖ στερεά, οἱ ἡλεκτρομαγνήται τοῦ ἐπάγοντος δεόν νὰ ᾖσι βραχεῖς ἀλλ' ἰσχυροὶ καὶ νὰ ἔχωσιν ὄγκον πολὺ μεγαλειότερον ἐν σχέσει πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ ὀπλισμοῦ, ἔνεκα τοῦ ὁποίου τὸ μῆκος αὐτῶν εἶναι μικρόν, ἀλλ' ἡ τομὴ μεγάλη· κατασκευάζονται δὲ ἐκ καλῶς σφυρηλατημένου σιδήρου. Τὰ πολικὰ τεμάχια (3, 3), εἰς ἃ καταλήγουσιν οἱ πυρῆνες (2, 2), κατασκευάζονται ἐκ μαλακοῦ σιδήρου καὶ σχη-



Σχ. 1

ματίζουσι κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῶν κυλινδρικήν κοιλότητα, ἐν ᾗ τοποθετεῖται ὁ ὀπλισμὸς (5). Οἱ ἄρμοι οἱ συνδέοντες τοὺς πυρῆνας μετὰ τοῦ κορμοῦ (1) καὶ μετὰ τῶν πολικῶν τεμαχίων δεόν νὰ ᾖσι τοποθετημένοι μετὰ πολλῆς προσοχῆς, ὅπως τὰ τρία ταῦτα μέρη τοῦ ἐπάγοντος ἐφάπτωνται ἀλλήλων τελειότατα. Ἐν τοσούτῳ οἱ ἄρμοι οὗτοι παρέχουσι πάντοτε μεγάλην μαγνητικὴν ἀντίστασιν καὶ γίνονται οὕτω αἰτίαι ἀπωλείας τινὸς τῆς ἐνεργείας. Ὁ δὲ ὀπλισμὸς ἀποτελεῖται ἐκ συστήματος συρμάτων χαλκίνων ἀπομεμονωμένων,

διηρημένων εἰς πηνία καὶ περιειλιγμένων ἐπὶ ἑνὸς ἢ πλειοτέρων πυρῆνων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου· συνηθέστατα ἡ περιείλιξις γίνεται ἐπὶ ἑνὸς μόνον πυρῆνος μορφῆς κυκλικῆς, ὀνομαζομένου δακτυλίου· τὰ οὕτω ἀποτελούμενα πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ εἰσι τοποθετημένα συμμετρικῶς περὶ τὸν ἄξονα τῆς περιστροφῆς εἰς τρόπον ὥστε νὰ δύναται ὁ ὀπλισμὸς νὰ στρέφηται ταχέως μεταξὺ τῶν πολικῶν τεμαχίων τοῦ ἐπάγοντος, ἐν τῷ ὑπ' αὐτοῦ δηλονότι παραγομένῳ μαγνητικῷ πεδίῳ· τὸ μεταξὺ τῶν πολικῶν τεμαχίων καὶ τοῦ ὀπλισμοῦ διάστημα τὸ ὑπὸ αἰέρος πληρούμενον (4), δεόν νὰ ᾖ ὅσον ἔνεστι μικρότερον, τοσοῦτον μόνον, ὥστε νὰ μὴ ἐπέρχεται τριβὴ τοῦ ὀπλισμοῦ πρὸς τὰ πολικὰ τεμάχια, τοῦτο δὲ ὅπως αἱ δυναμικαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου γραμμαὶ διέρχωνται ὅσον ἔνεστι ὀλιγώτερον διὰ τοῦ μικρὰν μαγνητικὴν διαπερατικότητα ἔχοντος αἰέρος. Κατὰ τοὺς νόμους τῆς ἐπαγωγῆς ἡ ἐν τῇ δυναμομηχανῇ ἀναπτυσσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τὴν ὑπὸ τῶν πηνίων τοῦ ὀπλισμοῦ καταλαμβανο-

μένην· διὰ τοῦτο τὰ πηνία ταῦτα εἶναι πολυάριθμα καὶ ἔχουσι μεγάλας συσπειρώσεις. Τὸ ὑναντίον ἡ ἔντασις τοῦ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ὀπλισμοῦ, καὶ ἐπομένως ἡ ἔντασις ἐλαττοῦται διὰ τὸ μέγα τοῦ σύρματος τῶν πηνίων μῆκος, ἐν ᾧ ἀναπτύσσεται ἀντίστασις μεγαλειτέρα, οὕτω δὲ ἀπόλλυται εἰς ἔντασιν ὅ,τι εἰς ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν κερδίζεται. Ἰνα ἐκλεγῇ διὰ τοῦτο τὸ καταλληλότερον πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὀπλισμοῦ σύστημα, δεόν νὰ ἐξετασθῇ τὸ ἀποτέλεσμα τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ ἐπιτευχθῇ· ἐὰν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος εἶναι μεγάλη, πρέπει πρὸς ὑπερνίκησιν αὐτῆς νὰ ὑπάρχῃ μεγάλη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, καὶ ἐπομένως νὰ ἐκλεγῇ ὀπλισμὸς ἐκ λεπτοῦ σύρματος· ἐὰν τὸ ὑναντίον ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις εἶναι μικρά, εἶναι προτιμότερον νὰ χρησιμοποιηθῇ ὀπλισμὸς ἐκ χονδροῦ σύρματος. Ἡ ἀντίστασις τοῦ ὀπλισμοῦ ἐλαττοῦται, ἐὰν χρησιμοποιηθῇ ὡς σύρμα τῶν πηνίων χαλκὸς ἐντελῶς καθαρὸς. Ἐπίσης πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἀντιστάσεως οἱ τὴν συγκοινωνίαν τῶν πηνίων ἀποκαθιστῶντες ἄγωγοί ἔχουσι μικρὸν μῆκος, ἀλλὰ μεγάλην τομῇν. Ὅσον ταχύτερον περιστρέφεται ὁ ὀπλισμὸς, τόσον ἡ παροχὴ τῆς μηχανῆς εἶναι μεγαλειτέρα, διότι ἡ ταχύτης τῆς μεταβολῆς τῆς δυναμικῆς ῥύσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς τοῦ ὀπλισμοῦ, ἐκ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς δυναμικῆς ῥύσεως ἐξαρτᾶται ἡ ἀναπτυσσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις· ὑπάρχει ἐν τοσοῦτῳ ὀρίον τι τῆς περιστροφικῆς ταύτης ταχύτητος, ἥτις δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνῃ τὰ 20—25 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον· ἡ ταχεία δὲ αὕτη τοῦ ὀπλισμοῦ κίνησις ἔχει καὶ τοῦτο τὸ πλεονέκτημα, ὅτι ἀναπτύσσει ρεῦμα ἀέρος ἐμποδίζον τὴν διαθέρμανσιν τῶν πηνίων τοῦ ὀπλισμοῦ, ἥτις θὰ ἠϋξανε τὴν ἀντίστασιν τοῦ σύρματος αὐτῶν. Οἱ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἀποτελούμενοι πυρῆνες τῶν πηνίων ἔχουσι μὲν τὸ πλεονέκτημα νὰ σχηματίζωσιν ὀπλισμὸν μαγνητικὸν ἐνδυναμοῦντα τὸ μαγνητικὸν πεδίου τοῦ ἐπάγοντος, ἀλλὰ παρουσιάζουσι τὸ μειονέκτημα, ἐὰν ὦσι στερεοὶ καὶ πλήρεις, νὰ γεννῶσι τὰ λεγόμενα ρεύματα τοῦ Foucault· ταῦτα εἶναι δευτερεύοντα ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἐντὸς τοῦ πυρῆνος ἀπὸ μορίου εἰς μόνιον μεταβαίνοντα καὶ διαρρέοντα τὴν ἐξωτερικὴν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν, οὕτω δὲ ἐπεκτείνοντα τὴν διάρκειαν τῶν κυρίων ἐπαγομένων ρευμάτων καὶ ἐλαττοῦντα ἐπομένως τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν αὐτῶν δύναμιν· διὰ τοῦτο ὁ δακτύλιος τοῦ ὀπλισμοῦ ἢ οἱ πυρῆνες τῶν πηνίων αὐτοῦ ἀντὶ νὰ ἀποτελῶσιν ἐν μόνον τεμάχιον, κατασκευάζον-

ται ἐξ ἐλασμάτων μαλακοῦ σιδήρου τοποθετημένων τῶν μὲν ἐπὶ τῶν δὲ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν σπειρῶν. Ὅπως δὲ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι (8) ἔχωμεν ρεῦμα συνεχές, ὑπάρχει ἀνάγκη καὶ τρίτου τῆς δυναμομηχανῆς μέρους, τοῦ λεγομένου μεταγωγοῦ ἢ συναγωγοῦ (*commutateur, collecteur*). ὁ συναγωγὸς οὗτος (6) εἶναι κυλινδρικὸν τεμάχιον εὐρισκόμενον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ τοῦ ὀπλισμοῦ ἄξονος καὶ στρεφόμενον ἐπομένως μετ' αὐτοῦ, ἀποτελούμενον δὲ συνήθως ἐκ μάζης τινὸς ἀπομονωτικῆς, εἰς ἣν ἐντειχίζονται ἐλάσματα ἀγωγοῦ μετάλλου· τὰ ἐλάσματα ταῦτα συνδέονται μὲ τοὺς ἀγωγοὺς δι' ὧν συγκοινωνοῦσι πρὸς ἄλληλα τὰ πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ, εἰς τρόπον ὥστε ὑπάρχουσι τσσαῦτα ἐλάσματα τοῦ συναγωγοῦ ὅσα πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ. Ἐπὶ τοῦ μεταγωγοῦ ἐρεῖδονται, ἐλαφρῶς πιέζουσαι αὐτόν, αἱ λεγόμεναι ψῆκτραι (*balais, Bürste*), αἱ ὁποῖαι ἀποκαθιστῶσι τὴν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος συγκοινωνίαν καὶ ἀποτελοῦνται ἐκ συνηνωμένων κατὰ τὸ ἐν ἄκρον (τὸ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος συνδεδεμένον) συρμάτων χαλκοῦ ἢ ὀρειχάλκου.

Εἶπομεν ὅτι ὁ ἐπάγων δύναται νὰ ἀποτελῇται εἴτε ὑπὸ μονίμων μαγνητῶν, εἴτε ὑπὸ ἡλεκτρομαγνητῶν· ἐν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἡ παραγωγὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι αὐτόματος καὶ ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται ὅτι αἱ μαγνητοηλεκτρικαὶ μηχαναὶ εἶναι τελειότεραι καὶ οἰκονομικώτεραι τῶν δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν, ἀφοῦ οὐδὲν ἐπιπροστίθεται πρὸς παραγωγὴν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου· ἐν τῇ πράξει ἐν τούτοις δὲν ἔχει οὕτω, διότι εἰς μαγνήτην μόνιμον ἐκ χάλυβος δυνάμεθα νὰ ἀναπτύξωμεν τὸ ἥμισυ μόνον τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσουσιν οἱ ἡλεκτρομαγνήται, θὰ ᾔτο δὲ ἀνάγκη κατασκευῆς μηχανῶν μετὰ πολὺ μεγάλων διαστάσεων ὅπως παρασχεθῇ ἰσχύς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ἴση πρὸς τὴν παρεχομένην ὑπὸ πολὺ μικροτέρας δυναμομηχανῆς ἐχούσης ὡς ἐπάγοντα ἡλεκτρομαγνήτας· ἐνεκα τοῦ λόγου τούτου αἱ μαγνητοηλεκτρικαὶ μηχαναί, καίπερ πολὺ τῶν δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν προγενέστεραι (*Pixii 1832, Clarke 1836, Siemens, Pacinotti, Gramme*), ἐλάχιστα χρησιμοποιοῦνται τὴν σήμερον, μᾶλλον δὲ διὰ πειράματα ἐν ἐπιστημονικοῖς ἐργαστηρίοις. Τούναντίον πᾶσαι σχεδὸν αἱ ἐν τῇ βιομηχανίᾳ εἰς χρῆσιν πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας μηχαναὶ ἀνήκουσιν εἰς τὴν τάξιν τῶν δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν, ἐν αἷς ὁ ἐπάγων ἀποτελεῖται ἐξ ἡλεκτρομαγνητῶν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου· πρὸς διέγερσιν (*excitation, Erregung*), πρὸς

μεταβολήν τούτέστι τοῦ μαλακοῦ σιδήρου εἰς ἡλεκτρομαγνήτην, συνισταμένην εἰς τὴν δι' αὐτοῦ διέλευσιν ρεύματος ἡλεκτρικοῦ, ἢ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξ ἄλλης πηγῆς ἐξωτερικῆς μεταφερόμενον εἰς τὸν ἐπάγοντα — οἷον εἰς τὰς πρώτας κατασκευασθείσας δυναμομηχανὰς τοῦ Wilde καὶ τοῦ Ladd, καθὼς καὶ εἰς τὰς πλείστας τῶν σημερινῶν μηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος — ἢ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑπὸ τῆς δυναμομηχανῆς παραγόμενον ρεῦμα συμφώνως πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ Werner von Siemens ἀνακαλυφθεῖσαν δυναμικὴν ἀρχήν· ἐν παντί δηλονότι τεμαχίῳ μαλακοῦ σιδήρου ὑπάρχει ἵχνος τι ἐλάχιστον μαγνητισμοῦ, ἱκανὸν ὥστε νὰ παραγάγῃ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τοῦ ὀπλισμοῦ ρεῦμα ἀσθενέστατον· τὸ παραχθέν ὁμῶς τοῦτο ρεῦμα ἐνισχύει τὴν μικρὰν τοῦ μαλακοῦ σιδήρου μαγνητικὴν δύναμιν, οὕτως ὥστε παράγῃ οὗτος ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς κατὰ τι ἐντατικώτερον· τὸ ρεῦμα τοῦτο ἐνισχύει ἐπὶ πλέον τὴν μαγνητικὴν δύναμιν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου παράγοντος ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἰσχυρότερον καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς, χάρις εἰς τὸ ἐλάχιστον μαγνητισμοῦ ἵχνος τὸ ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ ἐνυπάρχον καὶ τὴν ἀμοιβαίαν ἐπενέργειαν μαγνητισμοῦ καὶ ρευμάτων ἐξ ἐπαγωγῆς, ἢ διέγερσις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου γίνεται ἀφ' ἑαυτῆς καὶ ἐνισχύεται ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ δυναμομηχανῇ παραγομένου ρεύματος. Τῆς τοιαύτης αὐτοδιεγέρσεως τοῦ ἐπάγοντος ὑπάρχουσι τρία διάφορα εἶδη· 1) ἐν σειρᾷ, ὅταν διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἐπάγοντος διέρχεται ὅλον τὸ παραγόμενον ρεῦμα· 2) κατὰ παραγωγήν (en dérivation, shunt), ὅταν διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἐπάγοντος διέρχεται μέρος μόνον τοῦ ἐν τῇ δυναμομηχανῇ παραγομένου ρεύματος καὶ 3) σύνθετος (compound), ὅταν ἡ διέγερσις τοῦ ἐπάγοντος συντελῇται συγχρόνως καὶ ἐν σειρᾷ καὶ κατὰ παραγωγήν, δι' ὅλου δηλονότι τοῦ παραγομένου ρεύματος συγχρόνως δὲ καὶ διὰ μέρους αὐτοῦ. 1) Ἐν τῇ πρώτῃ περιπτώσει τῆς ἐν σειρᾷ αὐτοδιεγέρσεως τοῦ ἐπάγοντος τὸ ἐν τοῖς πηνίοις αὐτοῦ κυκλοφοροῦν ρεῦμα εἶναι τὸ αὐτὸ μετὰ τοῦ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι κυκλοφοροῦντος, τὰ δὲ σύρματα τῶν ἡλεκτρομαγνητικῶν πηνίων εἰσὶ διατεθειμένα ἐν σειρᾷ πρὸς τὸν ἐξωτερικὸν ἀγωγόν· πρὸς ἀποφυγὴν τῆς διαθερμάνσεως τῶν πηνίων τοῦ ἐπάγοντος, ἕνεκα τῆς ὁποίας μέρος τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας θὰ ἐχάνετο ὑπὸ μορφήν θερμότητος, κατασκευάζουσιν αὐτὰ ἐκ σύρματος μεγάλης διαμέτρου εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἔχωσι μικρὸν ἀριθμὸν σπειρῶν· οὕτω ἐλαττοῦται ἡ ἀντίστασις των καὶ ἐπομένως ἡ παραγωγή ἐν αὐτοῖς θερμότητος. Ὅπως

δὲ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις φθάσῃ εἰς τὴν κανονικὴν αὐτῆς ἀξίαν δέον ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις νὰ εἶναι κατωτέρα ὠρισμένου τινὸς σημείου, τοῦ σημείου τῆς κρίσεως· ἐὰν ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις εἶναι πολὺ μεγάλη, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς ἐν σειρᾷ δυναμομηχανῆς εἶναι ἴση σχεδὸν τῷ μηδενί, ἐλαττουμένης δὲ ὅλον ἐν τῆς ἐξωτερικῆς ἀντιστάσεως, ἔρχεται στιγμὴ καθ' ἣν ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐξάνει ταχέως καὶ φθάνει εἰς τὴν κανονικὴν αὐτῆς ἀξίαν, ὁπότεν ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις ἀνταποκρίνεται εἰς τὸ σημεῖον τῆς κρίσεως· ἕτερος ἀναγκαῖος ὁρος ὅπως ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις λάβῃ τὴν κανονικὴν αὐτῆς ἀξίαν τυγχάνει ἡ στροφή τοῦ ὀπλισμοῦ κατὰ τὴν πρέπουσαν διεύθυνσιν. δεικνυομένην πρακτικῶς διὰ τῆς διευθύνσεως πρὸς ἣν εἶναι ἐστραμμένα αἱ ψῆκτραι. Ἐν τοσούτῳ αἱ ἐν σειρᾷ δυναμομηχαναὶ δὲν δύνανται νὰ χρησιμεύσωσι δι' ἀπάσας τὰς ἐφαρμογὰς τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς βιομηχανίας, ἀλλὰ χρησιμοποιοῦνται μόνον, ὅταν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος εἶναι κατωτέρα τοῦ σημείου τῆς κρίσεως· ὥς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι δυναμομηχανῆς ἐν σειρᾷ εἶναι παρεντεθειμένη λυχνία Edison τῶν 16 κηρίων (100 βόλτ καὶ 0,6 ἀμπέρ)· ἐπειδὴ ἡ ἀντίστασις αὐτῆς εἶναι μεγάλη, περίπου 200 ὤμ, δυνατὸν ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις νὰ καταστῇ ἀνωτέρα τοῦ σημείου τῆς κρίσεως καὶ ἐπομένως ἡ ἴς τῆς λυχνίας νὰ μὴ πυρακτωθῇ· ἐὰν ὁμοῦ παρεντεθῇ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι ἀριθμὸς τις, π. χ. 10, λυχνιῶν Edison κατὰ παραγωγὴν, ἡ ἀντίστασις αὐτῶν ἐλαττοῦται εἰς τὸ δέκατον ($^{200}/_{10}$), ἀντίστασις δὲ 20 μόνον ὤμ. δύναται νὰ εἶναι κατωτέρα τοῦ σημείου τῆς κρίσεως, αἱ δὲ ἑνὲς τῶν λυχνιῶν νὰ πυρακτωθῶσιν. Ἐπίσης πολλὰ μειονεκτήματα παρουσιάζουσιν αἱ ἐν σειρᾷ δυναμομηχαναὶ ὅταν ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι παρεντίθενται συλλεκτῆρες ἡλεκτρικοὶ πρὸς φόρτωσιν ἢ κάδοι γαλβανοπλαστικῆς, οἱ ὅποιοι ἀναπτύσσουσιν ἀντηλεκτρεγερτικὴν δύναμιν· ἵνα φορτώσωμεν συλλεκτῆρας ἡλεκτρικοὺς διὰ δυναμομηχανῆς ἐν σειρᾷ, ὀφείλομεν πρὶν ἢ τοποθετήσωμεν αὐτοὺς ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι, νὰ ἐφοδιάσωμεν τὴν μηχανὴν δι' ὑποβοηθητικῆς ἀντιστάσεως ἢ αὐτοματικοῦ διακοπτήρος, διότι ἄλλως ἐὰν ὑπερισχύσῃ ἡ ἀντηλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῶν συλλεκτῆρων, οἱ πόλοι τῆς δυναμομηχανῆς ἀναστρέφονται, ὁ ὀπλισμὸς αὐτῆς στρέφεται κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν καὶ ἐν γένει ἐπέρχεται ἐκφόρτωσις τῶν ἡλεκτρικῶν συλλεκτῆρων ἐπὶ τῆς δυναμομηχανῆς, δυναμένης οὕτω νὰ βλαθῇ σπουδαίως. Τὰ πλεονεκτήματα τῆς συσπειρώσεως τοῦ ἐπάγοντος ἐν σειρᾷ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ

κυκλώματος συνίστανται: εις τὸ ὅτι αὕτη εἶναι ἀπλῆ καὶ οἰκονομικὴ καὶ παρέχει λαμπρὰ ἀποτελέσματα εἰς τὰς ἀπαιτούσας τὴν αὐτὴν πάντοτε ἰσχὺν ἐγκαταστάσεις, διὸ καὶ ἐφαρμόζεται διὰ τὴν μεταφορὰν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, καὶ διὰ τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς τὸ διὰ τοξοειδῶν λαμπτήρων ἐν τάσει καὶ ἰσχυρίθμως τοποθετημένων. 2) Κατὰ τὸν δεῦτερον τρόπον τῆς αὐτοδιεγέρσεως αὕτη κατορθοῦται διὰ μέρους μόνον τοῦ διὰ τῆς περιστροφῆς τοῦ ὀπλισμοῦ παραγομένου ρεύματος, αἱ ψῆκτραι δηλονότι τῆς δυναμομηχανῆς συνδέονται ἀφ' ἑνὸς μὲν μετὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ σύρματος τῶν πηνίων τοῦ ἐπάγοντος, ἀφ' ἑτέρου δὲ μετὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ, οὕτω δὲ τὸ ὅλικόν παραγόμενον ρεῦμα διακλαδίζεται εἰς δύο βραχίονας, τῆς ἐντάσεως οὔσης ἐν ἑκατέρῳ ἀντιστρόφως ἀναλόγου τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ. Εἶναι φανερόν ὅτι τὸ πρὸς αὐτοδιέγερσιν τοῦ ἐπάγοντος χρησιμοποιούμενον ρεῦμα εἶναι ὅσον ἔνεστι μικρότερον μέρος τοῦ ὀλικοῦ ρεύματος, τοῦ ὁποίου τὸ κυριώτερον μέρος χρησιμοποιεῖται ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι, διὰ τοῦτο δὲ τὸ σύρμα τὸ εἰλιγμένον ἐπὶ τῶν πηνίων τοῦ ἐπάγοντος ἀντὶ νὰ εἶναι παχὺ καὶ νὰ ἔχῃ μικρὸν ἀριθμὸν σπειρῶν, εἶναι τοῦναντίον λεπτὸν καὶ ἔχει μέγαν ἀριθμὸν σπειρῶν, οὕτω δὲ ἡ ἀντίστασις ἢ ὑπ' αὐτοῦ παρεχομένη εἶναι μεγάλη καὶ ἡ αὐτοδιέγερσις τοῦ ἐπάγοντος δαπανᾷ μικρὸν μόνον ἀριθμὸν ἀμπερ. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς κατὰ παραγωγὴν αὐτοδιεγέρσεως ἔχει πλεῖστα πλεονεκτήματα, ἡ δὲ ἡλεκτρεγερτικὴ τῆς δυναμομηχανῆς δύναμις δύναται νὰ λάβῃ πάντοτε τὴν κανονικὴν αὐτῆς ἀξίαν. Αἱ κατὰ παραγωγὴν δυναμομηχαναὶ καὶ εὐκολώτερον ἐφαρμόσιμοι εἰς τὰς ἀνάγκας τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς τυγχάνουσι καὶ ἀποτελέσματα καλλίτερα παρέχουσι διὰ τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς, διὰ τὴν μεταφορὰν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, διὰ τὴν γαλβανοπλαστικὴν κλπ. καὶ ἰδίᾳ διὰ τὴν φόρτωσιν τῶν ἡλεκτρικῶν συλλεκτῆρων, διότι δι' αὐτῶν ἀποκλείονται ὅσα ἀνωτέρω προκειμένου περὶ τῶν ἐν σειρᾷ δυναμομηχανῶν μειονεκτήματα ἐμνημοθήσαν. Ἄλλως τε αἱ κατὰ παραγωγὴν δυναμομηχαναὶ ἐπιτρέπουσι τὴν κατὰ βούλησιν ἀλλαγὴν τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, καίπερ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς τοῦ ὀπλισμοῦ μενούσης τῆς αὐτῆς· ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ παρεμβάλλωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ῥεοστάτην, δι' οὗ παρεισάγοντες μεγαλειτέραν ἢ μικροτέραν ἀντίστασιν δυνάμεθα νὰ μεταβάλλωμεν κατὰ βούλησιν τὴν διέγερσιν τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν τοῦ ἐπάγοντος καὶ ἰπομένως τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν τῆς δυναμομηχανῆς δύναμιν. 3) Κατὰ τὸν τρίτον τρόπον τὸν τῆς συνθέτου αὐτοδιεγέρσεως, σύρμα μὲν παχὺ

τοποθετείται ἐπὶ τοῦ ἐπάγοντος ἐν σειρᾷ, σύρμα δὲ λεπτὸν κατὰ παραγωγὴν· τὸ διπλοῦν τοῦτο τοῦ ἐπάγοντος σύρμα δύναται νὰ περιτυλιχθῇ ἐπ' αὐτοῦ κατὰ διαφόρους τρόπους, εἴτε ἐπιτιθεμένων τῶν δύο συρμάτων τοῦ μὲν ἐπὶ τοῦ δέ, τοῦ λεπτοῦ ἐσωτερικῶς καὶ τοῦ παχέως ἐξωτερικῶς, εἴτε καλυπτομένου τοῦ μὲν ἀπώτερον ἀπὸ τοῦ ὀπλισμοῦ ἀπέχοντος μέρους τοῦ ἐπάγοντος διὰ τοῦ παχέος σύρματος, τοῦ δὲ πλησιέστερον πρὸς τὸν ὀπλισμὸν κειμένου μέρους τοῦ ἐπάγοντος διὰ τοῦ λεπτοῦ σύρματος, εἴτε τέλος τοῦ μὲν λεπτοῦ σύρματος ἐλισσομένου ἐπὶ ἀριθμοῦ τινος τῶν πηνίων τοῦ ἐπάγοντος, τοῦ δὲ παχέως σύρματος ἐπὶ τῶν λοιπῶν πηνίων· κατὰ τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν διακρίνονται δύο εἴδη συσπειρώσεως, συσπειρώσεως συνθέτου κατὰ βραχεῖαν παραγωγὴν, καὶ συσπειρώσεως συνθέτου κατὰ μεγάλην παραγωγὴν. Προκειμένου ἐν γένει περὶ τοῦ τρόπου τῆς διεγέρσεως τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν δυναμομηχανῆς τινός, παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη δεόν νὰ ᾖ σύμφωνος πρὸς τὰς ἀνάγκας τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς βιομηχανίας, δι' ἧς ἡ δυναμομηχανὴ χρησιμοποιεῖται· ἐπειδὴ δὲ αἱ ἐφαρμογαὶ αὗται εἶναι πολλαὶ καὶ ποικίλαι, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ παρασχεθῇ νόμος γενικὸς πρὸς ἐκλογὴν τοῦ καταλληλοτέρου ἐκάστοτε συστήματος διεγέρσεως. Ὅταν ἡ δυναμομηχανὴ σκοπῇ τὴν τροφοδότησιν δι' ἐνεργείας ἡλεκτρικῆς μεγαλειτέρου ἀριθμοῦ μηχανημάτων, ἐν οἷς αὕτη θὰ μετατραπῇ εἰς ἄλλην μορφήν ἐνεργείας, δεόν ἢ ἐν τῷ κυκλώματι κλείσις καὶ ἡ διακοπὴ τῆς λειτουργείας τινῶν ἐξ αὐτῶν νὰ μὴ παραβλάπτῃ τὴν λειτουργίαν τῶν ἐπιλοίπων· τοῦτο κατορθοῦται ἐν ταῖς διὰ ρεύματος συνεχοῦς ἡλεκτρικαῖς ἐγκαταστάσεσι διατηρουμένης σταθερᾶς εἴτε τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, εἴτε τῆς ἐντάσεως· ἐν τῇ πρώτῃ τῶν δύο τούτων περιπτώσεων ὅλα τὰ λαμβάνοντα ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν μηχανήματα, ὅλαι π. χ. αἱ λυχνίαι πυρακτώσεως, δεόν νὰ παρεμβληθῶσιν ἐν τῷ κυρίῳ κυκλώματι κατὰ παραγωγὴν, διότι τότε μὲν ὑπάρχει ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς βόλτ ὅσας οἰδήποτε λυχνίαι καὶ ἂν παρεμβληθῶσιν, οὐχὶ ὁμοῦ καὶ ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς ἄμπέρ, ἐπειδὴ ἡ ἐντασις εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρεμβαλλομένων λυχνιῶν. Προκειμένου δηλονότι περὶ μιᾶς μόνον λυχνίας πυρακτώσεως τῶν 16 κηρίων ἀπαιτεῖται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις 100 βόλτ καὶ ἐντασις 0,6 ἄμπέρ· παρεμβαλλομένων ὁμοῦ κατὰ παραγωγὴν 10 λυχνιῶν τοῦ αὐτοῦ τύπου τῶν 16 κηρίων ἀπαιτεῖται μὲν ἡ αὐτὴ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῶν 100 βόλτ, ἀλλ' ἐντασις ἴση πρὸς $0,6 \times 10$ ἥτοι 60 ἄμπέρ. Ἐν τῇ δευτέρᾳ περιπτώσει, ὅταν τοῦτέστι σταθερὰ παραμένη ἡ ἐντασις τοῦ παραγομένου

ρεύματος, αἱ λυχνίαι δέον νὰ τοποθετηθῶσιν ἐν σειρᾷ, αἱ μὲν κατόπιν τῶν δέ, τότε δὲ ὑπάρχει μὲν ἡ αὐτὴ ἔντασις δι' ὅλας, ἀλλ' ὁ ἀριθμὸς τῶν βόλτ εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐν σειρᾷ παρεμβαλλομένων λυχνιῶν. Λάβωμεν ἤδη ὡς παράδειγμα ἐγκατάτασιν ἡλεκτρικὴν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως σταθερᾶς ἐν τοῖς πόλοις τῆς δυναμομηχανῆς καὶ ἴδωμεν ποῖος τῶν ἀνωτέρω ἀναφερθέντων τρόπων διεγέρσεως αὐτῆς εἶναι ὁ καταλληλότερος. Γνωρίζομεν ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν ἡλεκτροδυναμητικῶν μεταξὺ τῶν πόλων τῆς δυναμομηχανῆς ἦτοι ἡ ἐν αὐτοῖς ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις (Θ) ἰσοῦται τῇ ἡλεκτρεγερτικῇ δυνάμει τῆς ὅλης δυναμομηχανῆς (Ε) ἡλαττωμένη κατὰ τὸ γινόμενον τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως (r) ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ παραγομένου ρεύματος (I), ἦτοι ὅτι $\Theta = E - rI$. διὰ νὰ μὲνῃ λοιπὸν τὸ Θ σταθερόν, δέον νὰ παραμῇν σταθερὰ ἡ διαφορὰ $E - rI$. τοῦτο δὲν εἶνε δυνατόν νὰ κατορθωθῇ διὰ τῆς ἐξωθεν διεγέρσεως, διότι αὐξανόμενον τοῦ I ἐλαττοῦται τὸ Θ . τὸ αὐτὸ λεκτέον καὶ διὰ τὴν ἐν σειρᾷ αὐτοδιέγερσιν, διότι δύναται μὲν αὐξανόμενον τοῦ I νὰ αὐξάνεται καὶ τὸ E καὶ ἐπομένως νὰ παραμῇν σταθερὰ ἡ ποσότης $E - rI$ ἦτοι τὸ Θ , ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὰς λεγομένας αὐτορροθιζομένας μηχανὰς σταθεροῦ δυναμικοῦ, ἀλλ' ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἡ δυναμομηχανὴ παρέχει ἥκιστα ἱκανοποιητικὴν ἀπόδοσιν· εἰς δὲ τὴν κατὰ παραγωγὴν αὐτοδιέγερσιν τὴν ἐλάττωσιν τοῦ Θ ἐπιφέρουσι δύο αἰτίαι, τοῦτο μὲν ἡ ἐλάττωσις τοῦ E, τοῦτο δὲ ἡ αὐξήσις τοῦ I, ἦτοι αἱ δυναμομηχαναὶ κατὰ παραγωγὴν παρουσιάζουσιν ιδιότητας ἀντιθέτους ὅλως πρὸς τὰς ἐν σειρᾷ δυναμομηχανάς· σύνθετος διὰ τοῦτο αὐτοδιέγερσις συνδυάζουσα ἐν ἐαυτῇ τὰς ιδιότητας τῆς τε κατὰ παραγωγὴν καὶ τῆς ἐν σειρᾷ διεγέρσεως δύναται νὰ ἐπιτύχῃ τὴν σταθερότητα τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, οἷαδὲ τις καὶ ἂν ᾖ ἡ ἔντασις τοῦ παραγομένου ρεύματος. Ἐν τῇ πράξει ἡ σταθερότης αὕτη τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως δὲν χρειάζεται κυρίως μεταξὺ τῶν πόλων τῆς δυναμομηχανῆς, ἀλλὰ μεταξὺ δύο σημείων τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος μακρὰν τοῦ κεντρικοῦ ἡλεκτρικοῦ σταθμοῦ κειμένων, ἐκεῖ ἐνθα θὰ γείνη ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας· καὶ εἶναι μὲν αὕτη καὶ ἐν τοῖς σημείοις τούτοις ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν ἐν τοῖς πόλοις τῆς δυναμομηχανῆς ἡλεκτρεγερτικὴν ἐνέργειαν, ἀλλ' ὑπάρχει πάντοτε ἀπώλειά τις εἰς βόλτ παριστωμένη διὰ τοῦ γινομένου $R I^2$ (R οὔσης τῆς ἐξωτερικῆς ἀντιστάσεως καὶ I τῆς ἐντάσεως) καὶ οὕσα τόσον μεγαλειτέρα ὅσον ἐντατικώτερον εἶναι τὸ ρεῦμα, ἔνεκα δὲ τούτου πρέπει κατὰ τι νὰ εἶναι κρυφτημένη ἡ τῶν πόλων ἡλεκτρεγερτικὴ

δύναμεις, ἵνα ἀποκαθίσταται σταθερά ἡ τῶν δύο σημείων, ἔνθα χρησιμοποιεῖται τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα· διὰ τὸ ἐπιτύχωμεν τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο τῇ βοηθείᾳ τῆς συνθέτου αὐτοδιεγέρσεως ἀρκεῖ διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ νὰ εὕρωμεν κατὰ πόσον αἱ ἐν σειρᾷ ἀμπερείαι στροφαὶ (τὸ γινόμενον δηλονότι τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν), δεόν νὰ ᾧσι περισσότεραι τῶν κατὰ παραγωγὴν ἀμπερείων στροφῶν. Πρέπει λοιπὸν ἡ συσπείρωσις νὰ ὑπολογισθῇ ἀκριβῶς καὶ πρὸ τῆς ἐγκαταστάσεως δι' ὠρισμένην ἐκμετάλλευσιν, γνωστοῦ ὄντος τοῦ μήκους τῶν γραμμῶν καὶ τοῦ μέσου ἀριθμοῦ τῶν δι' ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας τροφοδοτηθησομένων μηχανημάτων· ἐὰν τούναντίον μετὰ τὴν ἐγκατάστασιν οἱ ὅροι τῆς ἐκμεταλλεύσεως μεταβληθῶσιν, αἱ τῆς συνθέτου αὐτοδιεγέρσεως δυναμομηχαναὶ ἀποβάλλουσι μέγα μέρος τῶν πλεονεκτημάτων αὐτῶν, διὸ καὶ εὐρίσκονται ἐν μικροτέρᾳ χρήσει τῶν κατὰ παραγωγὴν δυναμομηχανῶν, τόσον μᾶλλον καθ' ὅσον ἡ κατασκευὴ αὐτῶν καὶ πολυσύνθετος τυγχάνει καὶ πολλὴν λεπτότητα ἐν πολλοῖς ἀπαιτεῖ· ἡ σύνθετος ἐν τοσούτῳ συσπείρωσις εἶναι πολύτιμος, ὅταν τὸ χρησιμοποιούμενον ρεῦμα παρουσιάζῃ πολὺ ἀποτόμους τῆς ἐντάσεως αὐτοῦ μεταβολὰς εἰς τρόπον ὥστε οὐδὲν μηχανικὸν πρὸς ρύθμισιν μέσον νὰ δύναται νὰ κανονίσῃ αὐτάς, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὴν ἑλξιν τῶν ἡλεκτρικῶν τροchioδρόμων, τῶν ὁποίων αἱ ἡλεκτροκινητήρια μηχαναὶ οὐδεμίαν ἀντηλεκτρεγερτικὴν δύναμιν ἀναπτύσσουσι κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκκινήσεως, οὕτω δὲ ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος τείνει νὰ ἀνέλθῃ εἰς βαθμὸν ἐπικίνδυνον.

Ἀνωτέρω περιεγράψαμεν ἐν συντόμῳ καὶ γενικῶς τὰ διάφορα μέρη δυναμομηχανῆς ρεύματος συνεχοῦς, τὸν ἐπάγοντα, τὸν ὀπλισμὸν, τὸν μεταγωγὸν καὶ τὰς ψήκτρας, εἶδομεν δὲ καὶ διαφόρους τρόπους, καθ' οὓς γίνεται ἡ διεγερσις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου τοῦ ἐπάγοντος, ὅπως παραγάγῃ τὸ μαγνητικὸν πεδίον· ἐκ τῆς περὶ τὸ μαγνητικὸν τοῦτο πεδίον μεταβολῆς τῆς θέσεως τοῦ ὀπλισμοῦ γινομένης συνήθως διὰ τῆς περιστροφικῆς αὐτοῦ κινήσεως παράγονται συμφώνως πρὸς τοὺς περὶ ἐπαγωγῆς νόμους τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα, τὰ ὁποῖα διὰ τοῦ μεταγωγοῦ καὶ τῶν ψηκτρῶν κυκλοφοροῦσιν ὡς ρεῦμα συνεχές ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος ἥτοι τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ τοῦ μεταφέροντος τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς τὸν τόπον τῆς χρησιμοποιήσεως αὐτῆς. Ἡ κατασκευὴ ἐν τούτοις ἐκάστου τῶν τεμαχίων τῆς δυναμομηχανῆς, ἰδίᾳ δὲ τοῦ ὀπλισμοῦ καὶ τοῦ ἐπάγοντος, τυγχάνει ἐκ τῶν δυσκολωτέρων καὶ πολυπλοκωτέρων τῆς τεχνικῆς ἔργων ἕνεκα τῶν διαφόρων συστημάτων τῆς συσπει-

ρώσεως τοῦ σύρματος καὶ τῶν πολλῶν τύπων οὓς οἱ διάφοροι κατασκευασταὶ μεταχειρίζονται. Ὁ πυρὴν τοῦ δακτυλίου τοῦ Gramme ἀποτελεῖται ἐκ περιειλιγμένου κυκλοτερῶς καὶ ἐξωτερικῶς βεβερνικωμένου σύρματος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἀποτελοῦντος σχῆμα σελήνης κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἐπιμήκους. Περὶ τὸν πυρῆνα τοῦτον, καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν σπειρῶν αὐτοῦ, περιελίσσεται τὸ ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ ἐντελῶς ἀπομεμονωμένον ἐπαγόμενον σύρμα· ἡ περιελίξις αὐτοῦ γίνεται πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν οὕτως ὥστε νὰ ἀποτελῇται κύκλωμα εἰς ἑαυτὸ κλειόμενον· ἀποτελεῖ δὲ τὸ ἐπαγόμενον σύρμα ἀριθμὸν τινα πηνίων, ἕκαστον τῶν ὁποίων περιλαμβάνει τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν σπειρῶν· τὸ ἐκ τοῦ ἐνὸς πηνίου ἐξερχόμενον ἄκρον τοῦ σύρματος συνδέεται μετὰ τοῦ ἄκρου τοῦ εἰς τὸ προσεχές πηνίον εἰσερχομένου σύρματος, τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο τῆς διὰ κασσιτέρου συγκολλήσεως συνδέεται μετὰ πλακὸς χαλκίνης βαινούσης ἀκτινοειδῶς πρὸς τὸν μεταγωγόν. Μετὰ τὴν περιελίξιν ὅλων τῶν ἐπαγομένων πηνίων στερεοῦται τὸ ἐξωτερικὸν τοῦ ὅπλισμοῦ μέρος διὰ ταινιῶν μεταλλικῶν συνδεομένων πρὸς ἀλλήλας καὶ εἴτα ἐμπήγνυται ἐντὸς τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ δακτυλίου κύλινδρος ἐκ ξύλου, ὅστις συγκολλᾶται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς. Ἐκ δὲ τῶν ὀπλισμῶν σχήματος τυμπάνου ὁ τοῦ Siemens ἔχει πολλὴν τὴν ἀναλογίαν πρὸς τὸν ἄνωτέρω περιγραφέντα δακτύλιον τοῦ Gramme διαφέρειν αὐτοῦ κυρίως κατὰ τὸν τρόπον τῆς περιελίξεως· τύμπανον κυλινδρικὸν ἔχον βάσεις ἐκ κασσιτεροχάλκου καὶ κυρτὴν ἐπιφάνειαν ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος, τοποθετημένον ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς καὶ δυνάμενον νὰ περιστραφῇ ἐν τῷ ὑπὸ τῶν πολικῶν τεμαχίων τοῦ ἐπάγοντος σχηματιζομένῳ κυλινδρικῷ χώρῳ, περιελίσσεται καθέτως τῷ ἄξονι διὰ σύρματος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ὅπερ ἔχει τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν καὶ διανέμεται ἐπίσης εἰς πηνία, ἕκαστον φέρον τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν σπειρῶν· καλύπτεται δὲ ὁ κύλινδρος διὰ συρμάτων ἀπομεμονωμένων ἐκ χαλκοῦ παραλλήλως πρὸς τὴν γενέτρεϊαν αὐτοῦ ἐλισσομένων καὶ διασταυρουμένων ἐπὶ τῶν βάσεων τοῦ τυμπάνου, ὁπόθεν μεταλλικῶς συνδέονται μετὰ τοῦ μεταγωγοῦ. Ὅσον δ' ἀφορᾷ τὸν ἐπάγοντα διακρίνονται ἰδίᾳ δύο μεγάλαι κατηγορίαι, ἡ τοῦ ἀσυμμετρικοῦ καὶ τοῦ συμμετρικοῦ ἐπάγοντος· ἡ πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει ἡλεκτρομαγνήτας ἐν σχήματι πετάλου καὶ ὑποδιαίρεται εἰς ἑτέρους δύο τύπους, ἀναλόγως τῆς θέσεως τοῦ ὀπλισμοῦ ἐπὶ τὰ κάτω (Edison-Hopkinson) ἢ πρὸς τὰ ἐπάνω (Gramme, Siemens, Rechinewski),

πάντοτε δηλονότι πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ ἐπάγοντος, ὅποτεν τὸ μαγνητικὸν πεδίου αὐτοῦ δὲν ἐπιδρᾷ συμμετρικῶς πρὸς τὸν ὀπλισμόν· ἡ δευτέρα κατηγορία περιλαμβάνει ἐπάγοντας τῶν ὁποίων τὸ μαγνητικὸν πεδίου εἶναι συμμετρικόν, τῆς δυναμικῆς ρύσεως διαχυνομένης ὁμοιομόρφως περὶ τὸν ὀπλισμόν, τοιοῦτος δὲ τύπος κυρίως εἶναι ὁ τοῦ Gramme, τοῦ ὁποίου τὰ πηνία κεῖνται ὀριζοντίως, τοῦ Siemens, τοῦ ὁποίου τὰ πηνία εἰσὶ τοποθετημένα καθέτως τὰ μὲν ἐπὶ τῶν δὲ μετὰ πόλων ἀντιθέτων καὶ ὁ τοῦ Manchester (Edison, Brown κτλ.), τοῦ ὁποίου τὸ μαγνητικὸν σύστημα εἶναι βραχὺ καὶ ἡ συσπείρωσις ἀπλουστάτη.

Ὀνομάζεται βιομηχανικὴ ἢ ἐμπορικὴ ἀπόδοσις δυναμομηχανῆς τινος τὸ πηλίκον τῆς ἐν τοῖς πόλοις αὐτοῖς ὠφελίμου ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τῆς ὀλικῆς δαπανωμένης μηχανικῆς ἐνεργείας· καὶ ἡ μὲν ὠφέλιμος ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια, γινόμενον οὕσα τῆς ἐν τοῖς πόλοις ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, μετρεῖται εἰς βᾶτ διὰ βατμέτρου, ἡ δὲ δαπανωμένη μηχανικὴ ἐνέργεια μετρεῖται διὰ δυναμομέτρου· ἡ βιομηχανικὴ ἀπόδοσις εἶναι ἴση τῷ γινόμενῳ τῆς ἀκαθάριστου ἀποδόσεως ἐπὶ τὴν ἡλεκτρικὴν ἀπόδοσιν καὶ ἡ μὲν ἀκαθάριστος ἀπόδοσις εἶναι πηλίκον τῆς ὀλικῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τῆς μηχανικῆς, ἡ δὲ ἡλεκτρικὴ ἀπόδοσις εἶναι πηλίκον τῆς ὠφελίμου ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τῆς ὀλικῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἥτοι :

$$\begin{aligned} 1) \quad \text{ἀπόδοσις ἀκαθάριστος} &= \frac{\text{ὀλικὴ ἡλ. ἐνέργεια}}{\text{μηχανικὴ ἐνέργεια}} \\ 2) \quad \text{ἀπόδοσις ἡλεκτρικὴ} &= \frac{\text{ὠφέλιμος ἡλ. ἐνέργεια}}{\text{ὀλικὴ ἡλ. ἐνέργεια}} \\ 3) \quad \text{ἀπόδοσις βιομηχανικὴ} &= \frac{\text{ὠφέλιμος ἡλ. ἐνέργεια}}{\text{μηχανικὴ ἐνέργεια}} \end{aligned}$$

Διὰ τῶν τριῶν τούτων τύπων δυνάμεθα δοθεῖσιν τῶν δύο νὰ εὐρωμεν τὴν τρίτην ἀπόδοσιν, διότι ὁ τρίτος τῶν τύπων προκύπτει ἐκ πολλαπλασιασμοῦ τῶν δύο πρώτων· ἐὰν παραστήσωμεν διὰ E τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τῆς δυναμομηχανῆς καὶ διὰ θ τὴν ἐν τοῖς πόλοις αὐτῆς ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, διὰ i τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος ἐν τῷ ὀπλισμῷ καὶ διὰ I τὴν ἔντασιν τοῦ ἐξωτερικοῦ ρεύματος, ἡ μὲν ὠφέλιμος ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια ἔσται eI , ἡ δὲ ὀλικὴ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια Ei , ἐπομένως τὸ πηλίκον ἀμφοτέρων, ἥτοι ἡ ἡλεκτρικὴ ἀπόδοσις, ἔσται $\frac{eI}{Ei}$. Ἡ βιομηχανικὴ ἀπόδοσις τῶν δυναμομηχανῶν εἶναι

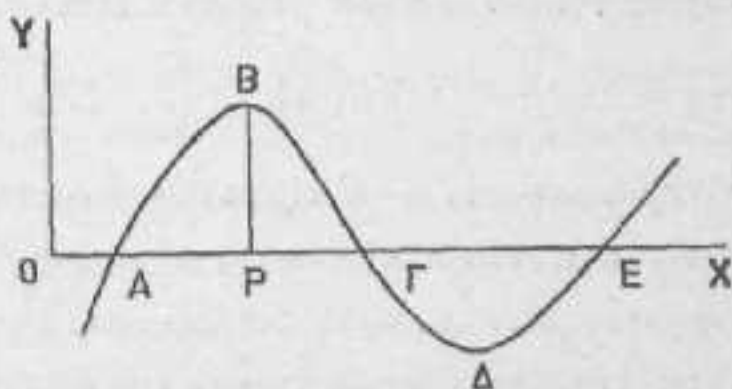
πάντοτε μικρότερα τῆς μονάδος, διότι, ἀναλόγως τῆς τελειότητος ἢ μὴ τῶν δυναμομηχανῶν, 5—20 τοῖς ἑκατὸν μέρη τῆς δαπανωμένης μηχανικῆς ἐνεργείας δὲν ἀποδίδονται εἰς ἐνέργειαν ἡλεκτρικὴν, μεταβαλλόμενα εἰς θερμότητα· αἰτίαι τῆς ἀπώλειας ταύτης εἰσὶν 1) θέρμανσις τοῦ σύρματος τοῦ ὀπλισμοῦ ἕνεκα τῆς δι' αὐτοῦ διόδου τοῦ ρεύματος· 2) ἀπώλεια κατὰ τὴν διέγερσιν διὰ τῆς θερμάνσεως τοῦ ἐπάγοντος κυκλώματος· 3) ρεύματα τοῦ Foucault ἐν τῷ ὀπλισμῷ καὶ ἐν ταῖς μεταλλικαῖς τῆς μηχανῆς μάζαις· 4) τὸ φαινόμενον τῆς μηχανητικῆς ὑστερήσεως ἐν τῷ σιδήρῳ τοῦ ὀπλισμοῦ καὶ 5) τριβαὶ μεταξὺ μεταγωγοῦ καὶ ψηκτρῶν κλπ. Ἐν τοσοῦτῳ μεθ' ὅλας ταύτας τὰς αἰτίας ἢ ἐν ταῖς δυναμομηχαναῖς ἀπώλεια δὲν εἶναι μεγάλη· οὕτω ἐν δυναμομηχανῇ ρεύματος συνεχοῦς ἐνεργείας ἂνωτέρας τῶν 50 χιλιοβάτ ἔχομεν α') ἀπώλειαν ἐν τῷ σύρματι τοῦ ὀπλισμοῦ 2 τοῖς ἑκατόν, β') ἀπώλειαν διὰ τὴν διέγερσιν 1 τοῖς ἑκατόν, γ') ἀπώλειαν διὰ τὰς τριβάς, τὰ ρεύματα Foucault καὶ τὴν ὑστέρησιν 3 τοῖς ἑκατόν, ἥτοι ἐν ὅλῳ 6 τοῖς ἑκατόν, τοῦθ' ὅπερ παρέχει ἀπόδοσιν ἡλεκτρικὴν μέχρι $97\frac{0}{100}$ · σημειωτέον ὅμως ὅτι αὕτη κατέρχεται μέχρι τῶν $90\frac{0}{100}$, ὅταν ἡ ἐνέργεια εἶναι κατωτέρα τῶν 20 χιλιοβάτ.

Πρὸ ὀλίγων ἐτι ἐτῶν ὀλίγισται ἐθεωροῦντο αἱ περιπτώσεις, καθ' ἃς ἡδύνατο νὰ χρησιμοποιηθῇ ἀπ' εὐθείας ρεῦμα ἐναλλακτικόν, διὸ καὶ τὸ διὰ τῶν δυναμομηχανῶν παραγόμενον τοιοῦτον μετεβάλλετο διὰ τῶν μεταγωγῶν εἰς ρεῦμα συνεχές· μία τῶν ὀλίγων τούτων περιπτώσεων ἦν ἡ τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτός, διότι ἡ θερμότης ἢ ἐν ταῖς λυχνίαις ἀναπτυσσομένη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως μόνον τοῦ ρεύματος, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς διευθύνσεως αὐτοῦ· ἐν ἔργοις ὅμως ἡλεκτροχημικοῖς καὶ ἰδίᾳ διὰ τὴν κίνησιν τῶν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν δὲν ἐφηρμόζοντο τὰ ἐναλλακτικὰ ρεύματα καὶ διὰ τοῦτο ἐφαίνετο ὑπερνικῶσα ἡ κατασκευὴ δυναμομηχανῶν ρεύματος συνεχοῦς. Ἀπὸ τινων ὅμως ἐτῶν ἡ σχέσις αὕτη ἀνεστράφη, ἀναγνωρισθέντος ὅτι τὸ ἐναλλακτικόν ρεῦμα μεταφέρεται καὶ διανέμεται πολλῷ εὐθηνότερον καὶ ἀπλούστερον παρ' ὅσον τὸ συνεχές ρεῦμα. Εἶναι γνωστὸν ὅτι εἰς πᾶσαν ἡλεκτρικὴν ἐγκατάστασιν μέγα τῶν δαπανῶν μέρος ἀπορροφῶσιν οἱ ἄγωγοί, οἵτινες δέον νὰ ᾖσιν ἐκ χαλκοῦ, ἢ κράματος χαλκοῦ, ἢ ἐξ ἀργιλίου, ἥτοι μετάλλων ἀγόντων καλῶς τὸν ἡλεκτρισμόν. ὅπως ἀποκλεισθῇ μεγάλη τοῦ ρεύματος ἀπώλεια· ταῦτα ὅμως δὲν εἶναι εὐθηνά, τόσον μᾶλλον καθ' ὅσον πρέπει νὰ ἔχωσιν οἱ ἐξ αὐτῶν κατασκευαζόμενοι ἄγωγοί διάμετρον μεγαλειτέ-

ραν, ὅπως παρουσιάζωσιν ἀντίστασιν μικροτέραν καὶ μὴ ἀπόλλυται μέγα μέρος τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας μεταβαλλόμενον εἰς θερμότητα. Γινώσκουμεν ἐξ ἄλλου ὅτι ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια εἶναι γινόμενον τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ὅτι ἐπομένως δυνάμεθα νὰ μεταφέρωμεν τὴν αὐτὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν 200 π. χ. βάτ, εἴτε ἐὰν ἔχωμεν ρεῦμα 10 βόλτ καὶ 20 ἀμπέρ, εἴτε ἐὰν ἔχωμεν ρεῦμα 100 βόλτ καὶ 2 ἀμπέρ, διότι κατ' ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις τὸ γινόμενον, ἥτοι ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια, εἶναι 200 βάτ. Ἐπειδὴ δὲ τὸ πάχος τῶν ἀγωγῶν εὐρίσκεται ἐν σχέσει μόνον πρὸς τὴν ἔντασιν, ὅχι δὲ καὶ πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τοῦ ρεύματος, εἶναι προτιμότερον νὰ μεταφέρωμεν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ρεῦμα μεγαλειτέρας ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ μικροτέρας ἐντάσεως, ρεύματα δὲ τοιαῦτα εἶναι μᾶλλον τὰ διὰ δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος παραγόμενα. Καὶ εἶναι μὲν ἀληθές ὅτι διὰ τῶν δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν τοιοῦτον μέχρι 2000 βόλτ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἀλλὰ πέραν τοῦ ὁρίου τούτου ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐν αὐταῖς εἶναι ἐπικίνδυνος ὡς ἀναπτύσσουσα μεταξὺ τῶν ψηκτρῶν καὶ τοῦ συναγωγοῦ σπινθῆρας καὶ ὡς ἀπαιτοῦσα μεγαλειτέραν ταχύτητα περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ ὀπλισμοῦ· ἀλλὰ καὶ 2000 βόλτ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ρεῦμα δὲν ἀρκεῖ προκειμένου περὶ μακρῶν ἀποστάσεων, ὅπως καταβιβάσῃ τὰ ἐξοδα τοῦ ἀγωγοῦ, διότι ὅπως ἐπιχείρησιν τις ἡλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως καταστῇ πῶς προσοδοφόρος πρέπει ὁ ἀγωγὸς νὰ ἔχῃ τοιοῦτον πάχος, ὥστε νὰ μὴ ἀπόλλυνται πλέον τῶν 10 τὸ πολὺ τοῖς ἑκατὸν μερῶν τῆς δι' αὐτοῦ μεταφερομένης ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας· προσθετέον ἐπίσης ὅτι καὶ μεταφερόμενον εἰς τὸν τόπον τῆς χρησιμοποιοῦσεως τὸ διὰ δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος παραγόμενον τοιοῦτον 2000 βόλτ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, πλὴν τῶν μεγάλων κινδύνων κατὰ τῆς ζωῆς ὡς δυνάμενον νὰ ἐπιφέρῃ κατὰ τὴν ἐπαφὴν ἄμεσον τὸν θάνατον, εἶναι καὶ ἥκιστα ἐφαρμόσιμον, διότι διὰ μὲν τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς ἀπαιτοῦνται 110 ἢ 220 περίπου βόλτ, διὰ δὲ τὰς ἡλεκτροκινητήριους μηχανὰς 220 βόλτ καὶ διὰ τοὺς ἡλεκτρικοὺς τροchioδρόμους μέχρι 500 περίπου βόλτ, ἐπομένως εἶναι ἀνάγκη τὸ μεγάλης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως ρεῦμα νὰ μεταβληθῇ εἰς ρεῦμα μικροτέρας ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ μεγαλειτέρας ἐντάσεως, τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῶν λεγομένων μεταρροσιῶν (transformateurs) προκειμένου μόνον περὶ ρεύματος ἐναλλακτικοῦ καὶ οὐχὶ περὶ ρεύματος συνεχοῦς. Τὸναντίον

ὅλως διὰ τῶν δυναμομηχανῶν τῶν παραγουσῶν ρεύμα ἐναλλακτικὸν δύναται ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις νὰ ἀνέλθῃ μέχρι 6000 βόλτ, ἐπομένως νὰ μεταφερθῇ εὐκολώτερον καὶ εὐωνότερον δι' ἀγωγῶν σχετικῶς λεπτοτέρων τὸ τοσαύτης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ρεύμα καὶ εἰς μακροτάτην ἀκόμῃ ἀπόστασιν, ἐν δὲ τῷ τόπῳ τῆς χρησιμοποίησεως διὰ τῶν μεθαρμωστῶν νὰ μετατραπῇ εἰς ρεύμα μεγαλυτέρας ἐντάσεως καὶ μικροτέρας ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως. Τοιοῦτοτρόπως ἡ παραγωγὴ ρεύματος ἐναλλακτικοῦ καὶ ἡ περαιτέρω μεταφορὰ αὐτοῦ, ἀφ' ἧς ἰδίᾳ κατασκευάσθησαν καὶ ἡλεκτροκινητήριαι μηχαναὶ δυνάμεναι νὰ κινηθῶσι τροφοδοτούμεναι ἀπ' εὐθείας ὑπὸ ρεύματος ἐναλλακτικοῦ, παρουσιάζει πολὺ περισσότερα καὶ μεγαλύτερα πλεονεκτήματα ἢ ἡ παραγωγὴ καὶ μεταφορὰ ρεύματος συνεχοῦς, ἔνεκα δὲ τοῦ λόγου τούτου σήμερον προτιμῶνται ἐν πολλοῖς διαδοθεῖσαι εὐρύτατα αἱ δυναμομηχαναὶ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος.

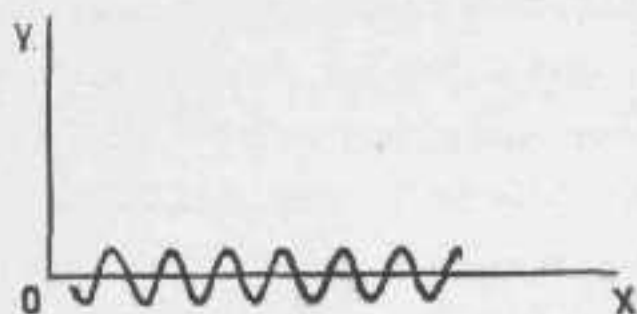
Τὰ ἐναλλακτικὰ ρεύματα μεταβάλλουσι διαδοχικῶς ἐντάσιν καὶ διεύθυνσιν· ὁ ἀριθμὸς τῆς κατὰ δευτερόλεπτον ἐναλλαγῆς τῆς διευθύνσεως καλεῖται συχνότης (*fréquence*), ὁ δὲ χρόνος τῆς μιᾶς ἐναλλαγῆς περιόδος· ἐὰν π. χ. ρεύμα ἐναλλακτικὸν ἀλλάσῃ ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου πεντηκοντάκις τὴν διεύθυνσιν αὐτοῦ, ἡ μὲν συχνότης τοῦ ρεύματος εἶναι 50, ἡ δὲ περίοδος αὐτοῦ $\frac{1}{50}$. Τὰ ἐναλλακτικὰ ρεύματα παριστῶμεν συνήθως διὰ τῶν ἡμιτονοειδῶν καμπυλῶν, δεικνυσουσῶν τὰς μεταβολὰς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἐν συσχετίσει πρὸς τὸν χρόνον· διὰ νὰ κατασκευάσωμεν τὰς τοιαύτας καμπύλας ἐπὶ μὲν τῆς τετμημένης OX (Σχ. 2) σημειοῦμεν τὸν χρόνον, ἐπὶ δὲ τῆς τεταγμένης OY τὴν ἐντάσιν· ἡ οὕτω σχηματιζομένη ἡμιτονοειδὴς καμπύλη κατὰ μὲν τὰ σημεῖα Α, Γ, Ε ἐφάπτεται τοῦ ἄξονος τῆς τετμημένης, κατὰ τὰς στιγμὰς δὲ ταύτας ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος εἶναι ἴση τῷ



Σχ. 2.

μηδενί, ἐν δὲ τοῖς σημείοις Β καὶ Δ ἡ καμπύλη φθάνει εἰς τὸ μέγιστον αὐτῆς, ἥτοι ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος κατὰ τὸ Β εἶναι μέγιστη καὶ θετικὴ, κατὰ τὸ Δ μέγιστη καὶ ἀρνητικὴ· οὕτω τὸ ρεύμα διέρχεται δις μὲν διὰ τοῦ ἐλαχίστου ἔχον τότε ἐντάσιν ἴσην τῷ μηδενί, δις δὲ διὰ τοῦ μεγίστου, ἀπαξ μὲν (κατὰ τὸ Β) ἔχον τὴν μέγιστην θετικὴν ἐντάσιν, ἀπαξ

δὲ (κατὰ τὸ Δ) ἔχον τὴν μεγίστην ἀρνητικὴν ἔντασιν· τὸ διάστημα ΑΒΓ ἀποτελεῖ μίαν ἡμιπερίοδον, τὴν θετικὴν, τὸ δὲ διάστημα ΓΔΕ ἑτέραν ἡμιπερίοδον, τὴν ἀρνητικὴν, ὅταν δὲ τὸ ρεῦμα συμπληρώσῃ μίαν περίοδον λαβὼν ἐναλλάξ διεύθυνσιν θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν, ἐπαναλαμβάνει τὰς αὐτὰς περιόδους, αἵτινες παριστῶνται μὲν γραφικῶς διὰ τῶν ἡμιτονοειδῶν καμπυλῶν (Σχ. 3), ἀλλ' ἐν τῇ πράξει σπανίως ἔχουσι τὴν



Σχ. 3.

κανονικότητα αὐτῶν. Δι' ὁμοίου ἐπίσης τρόπου δύναται νὰ παρασταθῇ γραφικῶς καὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, τῆς ὁποίας ὁ ὑπολογισμός, καθὼς καὶ ὁ ὑπολογισμός τῆς ἐντάσεως, ἐπιτυγχάνονται πολὺ δυσκολώτερον παρ' ὅσον εἰς τὰ συνεχῆ ρεύματα,

διότι ἐν τῷ ἐναλλακτικῷ ρεύματι μετρεῖται ἡ λεγομένη ἐνεργὸς ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ ἡ λεγομένη ἐνεργὸς ἔντασις. Ὀνομάζεται δὲ ἐνεργὸς (efficace) ἔντασις ἡ τετραγωνικὴ ρίζα τοῦ μέσου ὄρου τῶν τετραγώνων τῶν ἐν ἐκάστη στιγμῇ τῆς περιόδου ἐντάσεων, ἐνεργὸς δὲ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἡ τετραγωνικὴ ρίζα τοῦ μέσου ὄρου τῶν τετραγώνων τῶν ἐν ἐκάστη στιγμῇ τῆς περιόδου ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων· δύναται ἐπίσης νὰ ὑπονοηθῇ πρακτικῶς διὰ τῆς ἐκφράσεως ἐνεργὸς ἔντασις ἡ ἔντασις ἐκείνη, ἥτις ὀφείλει νὰ ἔχῃ ρεῦμα συνεχές, ὅπως παραγάγῃ ἐν τῷ αὐτῷ ἀγωγῷ καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον ἐκλυσιν τοῦ αὐτοῦ ποσοῦ θερμότητος. Αἱ μετρήσεις τῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων διαφέρουσιν ἀκόμη τῶν ἐν συνεχεῖ ρεύματι ἐκτελουμένων κατὰ τὸ ὅτι ἡ ἐφαρμογὴ

τοῦ νόμου τοῦ Ohm ($I = \frac{E}{R}$, ἐνθα I = ἔντασις, E ἡλεκτρεγερτικὴ

δύναμις καὶ R = ἀντίστασις) δύναται νὰ γίνῃ μόνον ἐὰν ληφθῇ ὡς ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος οὐχὶ ἡ πραγματικὴ, ἀλλ' ἡ φαινομένη, ἡ δὲ διαφορὰ μεταξὺ πραγματικῆς καὶ φαινομένης ἀντιστάσεως αὐξάνεται μετὰ τῆς αὐτοεπαγωγῆς τοῦ κυκλώματος καὶ τῆς συχνότητος τοῦ ρεύματος· παρeisάγονται τουτέστιν ἐν τοῖς ὑπολογισμοῖς καὶ ἕτερα στοιχεῖα καθιστῶντα αὐτοὺς δυσχερεστέρους καὶ πολυπλοκωτέρους· πολλαὶ μέθοδοι ἐν τοσοῦτῳ πρακτικαὶ καὶ τύποι ἐμπειρικοὶ καθιστῶσιν ἀπλουστεράς τὰς ἡλεκτρικὰς μετρήσεις τῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων.

Ἡ κυριωτέρα διαφορὰ ἐν τῇ κατασκευῇ μεταξὺ τῶν δυναμομηχανῶν συνεχοῦς καὶ δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος συνίσταται εἰς τὸ

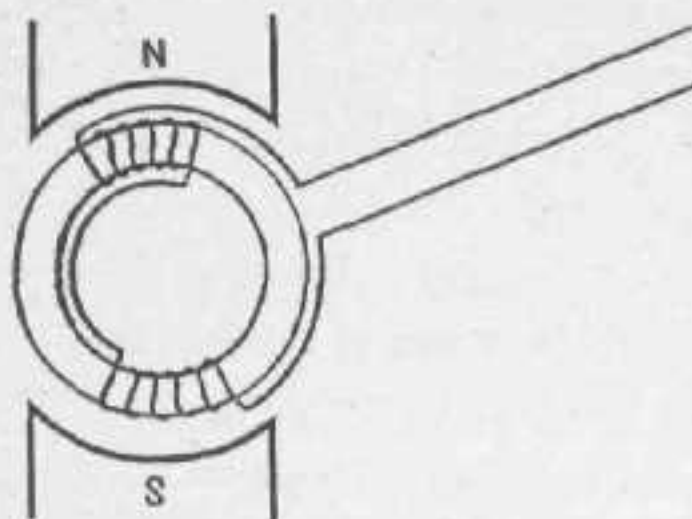
ὅτι εἰς τὰς τελευταίας ταύτας δὲν ὑπάρχει εἰς μόνον εἰς ἑαυτὸν κλειόμενος κύκλος συρμάτων ἐν μορφῇ δακτυλίου ἢ τυμπάνου, ἀλλὰ πλείοτεροι τοιοῦτοι, μὲ ἐναλλάσσουσιν διαρκῶς πρὸς πλείοτέρους ἐπίσης ἡλεκτρομαγνήτας θέσιν· οὕτω διακρίνονται δύο διαφόρως ὡς πρὸς τὸ ἄλλο τῶν δυναμομηχανῶν εἶδος κατεσκευασμένα κύρια μέρη, οἱ ἡλεκτρομαγνήται τουτέστι τοῦ ἐπάγοντος καὶ τὰ πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ· τὸ μαγνητικὸν πεδίων τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν παράγει ρεῦμα ἐναλλακτικόν, τῆς μεταβολῆς τῆς δυναμικῆς ρύσεως ἐπιτυγχανομένης εἴτε διὰ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ ὀπλισμοῦ εἴτε διὰ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν εἴτε διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος· ἐκ τούτου διεμορφώθησαν τρεῖς εὐδιάκριτοι τύποι τῶν δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος 1) δυναμομηχαναί, ἐν αἷς ὁ ἐπάγων μένει ἀκίνητος καὶ ὁ ὀπλισμὸς περιστρέφεται, 2) δυναμομηχαναί, ἐν αἷς ὁ ἐπάγων περιστρέφεται καὶ ὁ ὀπλισμὸς μένει ἀκίνητος, καὶ 3) δυναμομηχαναί, ἐν αἷς ὁ τε ἐπάγων καὶ ὁ ὀπλισμὸς μένουσιν ἀκίνητοι. Σημειωτέον ὅτι ἐν ταῖς δυναμομηχαναῖς ρεύματος ἐναλλακτικοῦ ἐλλείπει ὁ μεταγωγὸς ἢ συναγωγὸς· τὰ ἀρχόμενα ἄκρα τῶν σπειρῶν τοῦ ὀπλισμοῦ συνδέονται δι' ἐνὸς δακτυλίου, δι' ἐτέρου δὲ δακτυλίου πάντα τὰ ἄλλα ἄκρα· ἐκάστου δακτυλίου ἐφάπτεται διαρκῶς ψήκτρα προστρεβωμένη ἐπ' αὐτοῦ καὶ εἰς τὰς δύο ταύτας ψήκτρας συνδέονται τὰ ἄκρα τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ τοῦ μεταφέροντος περαιτέρω τὸ παραγόμενον ἐναλλακτικὸν ρεῦμα. Ὁ πρῶτος τῶν ἀνωτέρω ἀναφερομένων τύπων, ἀκινήτων τουτέστιν ἡλεκτρομαγνητῶν καὶ κινητοῦ ὀπλισμοῦ, εἶναι ἀρχαιότερος τῶν λοιπῶν δύο καὶ ὑποδιαιρεῖται εἰς δύο κατηγορίας α') τὴν μεθ' ὀπλισμοῦ ἐκ πυρῆνος σιδηροῦ καὶ β') τὴν μεθ' ὀπλισμοῦ ἄνευ σιδήρου· ἐν τῇ πρώτῃ κατηγορίᾳ ὁ ἐπάγων ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ μαγνητῶν μονίμων τοποθετημένων ἐν σχήματι στεφάνου εἰς τρόπον ὥστε σχηματίζουσιν οὗτοι εἶδος τυμπάνου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου περιστρέφεται ὁ ὀπλισμὸς, ἀποτελούμενος ἐκ πηνίων ἐχόντων πυρῆνας ἐκ σιδήρου ἰσαριθμῶν πρὸς τοὺς πόλους τοῦ ἐπάγοντος· φαίνεται οὕτως ὁ ὀπλισμὸς ὡς ἔχων τὴν μορφὴν δακτυλίου τοῦ Gramme, διαφέρει ἐν τοσούτῳ αὐτοῦ, διότι ἡ διεύθυνσις τῆς συσπειρώσεως εἶναι διάφορος ἐν δύο διαδοχικοῖς πηνίοις, τοιοῦτοτρόπως δὲ ἡ διεύθυνσις τοῦ ἐπαγομένου ἐν ἐκάστῳ πηνίῳ ρεύματος ἀλλάσσει διαρκῶς διὰ τῆς διαδοχικῆς περιστροφῆς τοῦ πηνίου πρὸ ἐκάστου πόλου· εἰς τὴν δευτέραν δὲ κατηγορίαν μεθ' ὀπλισμοῦ ἄνευ σιδήρου ἀνήκει ἰδίᾳ ἡ ὀλιγώτερον σήμερον ἐν χρήσει εὕρισκομένη δυναμο-

μηχανή ἐναλλακτικοῦ ρεύματος Siemens καὶ Halske· ὁ ὀπλισμὸς ἀποτελεῖται ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ πηνίων, ἅτινα περιστρέφονται μεταξὺ δύο συστημάτων ἡλεκτρομαγνητῶν διατιθεμένων εἰς τρόπον ὥστε ἀπέναντι ἀλλήλων νὰ ὑπάρχωσι πόλοι ἀντίθετοι, νὰ διαδέχῃται δὲ ἐν ἐκάστῳ τῶν συστημάτων εἰς βόρειος πόλος ἓνα νότιον πόλον καὶ οὕτω καθεξῆς· φανερόν ὅτι ὑπάρχουσι τοσαῦτα πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ ὅσα ζεύγη πόλων, ἡ δὲ διέγερσις τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν κατορθοῦται διὰ τοῦ ἐξωθεν εἰς αὐτοὺς μεταβιβαζομένου ρεύματος δυναμομηχανῆς μικρᾶς ρεύματος συνεχοῦς. Παρατηρητέον ἐνταῦθα ὅτι ἡ διέγερσις τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν δυναμομηχανῆς ἐναλλακτικοῦ ρεύματος δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ καὶ διὰ τοῦ ὑπ' αὐτῆς παραγομένου ρεύματος, ἀλλ' ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ δεόν νὰ προστεθῇ εἶδος μεταγωγῆς σκοποῦντος νὰ καταστήσῃ συνεχὲς τὸ διὰ τοὺς ἡλεκτρομαγνήτας διατεθησόμενον ἐναλλακτικὸν τῆς δυναμομηχανῆς ρεῦμα. Ὁ τοιοῦτος μεταγωγὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ ἰσάριθμα πρὸς τοὺς μαγνήτας τμήματα, συνηνωμένα πρὸς ἀλλήλα ἐναλλάξ (πάντα τὰ ὑπ' ἀριθμοὺς 1, 3, 5 . . . ἦτοι πάντα τὰ περιττὸν ἀριθμὸν φέροντα, καὶ πάντα τὰ ὑπ' ἀριθμοὺς 2, 4, 6 . . . ἦτοι πάντα τὰ ἄρτιον ἀριθμὸν φέροντα), ἐξ ἑνὸς δὲ τοῦ ὀπλισμοῦ πηνίου ἐξέρχονται σύρματα, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα λήγουσιν εἰς δύο ψήκτρας τριβομένας ἐπὶ τῶν γειτονικῶν τμημάτων τοῦ μεταγωγῆς. Ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ δευτέρου τύπου, ἦτοι κινητοῦ ἐπάγοντος καὶ ἀκινήτου ὀπλισμοῦ, κατασκευάζονται σήμερον ποικίλης μορφῆς δυναμομηχαναὶ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος· ἐν τῇ περιστάσει ταύτῃ τὰ ἄκρα τῶν συρμάτων τοῦ ἀκινήτου ὀπλισμοῦ συνδέονται ἄνευ παρεμβολῆς ψηκτρῶν ἀπ' εὐθείας μετὰ τῶν ἄκρων τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγῆς, τοῦθ' ὅπερ παρουσιάζει μεγάλα πλεονεκτήματα διὰ τὰ ὑψηλῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ρεύματα. διότι ἐλλείπει τὸ αἷτιον τῆς τριβῆς τὸ ἀναπτύσσον ἐπικινδύνους σπινθῆρας· μεταγωγὸς ὑπάρχει μόνον πρὸς διέγερσιν τῶν κινουμένων ἡλεκτρομαγνητῶν· ὑπάρχουσι δὲ τοῦ δευτέρου τούτου τύπου διάφοροι μορφαί, ὡς ἡ τοῦ Gramme, ἔχουσα συσπείρωσιν τοῦ ὀπλισμοῦ ὁμοίαν τῇ τοῦ ὁμωνύμου δακτυλίου, καὶ ἡλεκτρομαγνήτας τοποθετημένους διαμετρικῶς ἐπὶ πυρῆνος κειμένου ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς, καὶ ἡ τοῦ Zipernowsky, ἔχοντος ἡλεκτρομαγνήτας ὁμοίους τῶν τοῦ Gramme, ἀλλὰ μεθ' ὀπλισμοῦ ἀποτελουμένου ἐκ σειρᾶς πηνίων ἰσαριθμῶν πρὸς τοὺς πόλους τοῦ ἐπάγοντος· ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐντελῶς ἀρχῆς εἰσι κατασκευασμένοι αἱ μηχαναὶ τοῦ Ganz καὶ Co ἐν Βουδαπέστη καὶ τῆς ἐταιρείας Helios ἐν Γερμανίᾳ, ἦτοι μετ' ἡλεκτρο-

μαγνητῶν κειμένων ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς, ἄστεροειδῶς, 6 μέχρι 30 τὸν ἀριθμόν, καὶ μεθ' ὀπλισμοῦ ἐκ πηνίων ἰσαριθμῶν πρὸς τοὺς πόλους τοῦ ἐπάγοντος καὶ ἐστηριγμένων ἀκινήτως ἐπὶ ἐξωτερικοῦ κυκλοτεροῦς τυμπάνου· ἐὰν τὰ πηνία ταῦτα συνδέωνται πρὸς ἀλλήλα ἐν σειρᾷ, ἡ ὅλική αὐτῶν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι ἴση τῇ ἀθροίσματι τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων ἐκάστου ἐξ αὐτῶν, οὕτω δὲ διὰ τῆς δυναμομηχανῆς ταύτης δύναται νὰ παραχθῇ ρεῦμα οὕτινος ἡ ἐν τοῖς πόλοις τῆς δυναμομηχανῆς ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἀνέρχεται μέχρι 5000 βόλτ· δι' ἄλλους ἐν τοσούτῳ σκοποῦς δύνανται νὰ συνενωθῶσι τὰ πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ κατὰ παραγωγὴν, οὕτω δὲ τὸ παραγόμενον ρεῦμα νὰ εἶναι μικρότερας μὲν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, μεγαλύτερας ὁμως ἐντάσεως· ὁ ἀριθμὸς τέλος τῶν περιστροφῶν τοῦ ἐπάγοντος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πόλων, οὕτως ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῶν μεταβολῶν τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος δύναται νὰ ἀνέλθῃ μέχρι 5000 κατὰ λεπτόν· οὕτω δυναμομηχανὴ ἔχουσα 10 μαγνητικοὺς πόλους δύναται νὰ ἔχῃ 500 περιστροφὰς κατὰ λεπτόν, μηχανὴ δὲ 25 πόλων 200 περιστροφὰς κατὰ λεπτόν. Αἱ δυναμομηχαναὶ τοῦ τρίτου τύπου, τῶν ἀκινήτων τουτέστιν ἡλεκτρομαγνητῶν καὶ τοῦ ἀκινήτου ὀπλισμοῦ, παρέχουσι πολλὰ πλεονεκτήματα διὰ τὰς ἐφαρμογὰς ἐκεῖνας, αἱ ὁποῖαι χρειάζονται μεγάλην ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν καὶ μεγάλην ἡλεκτρεγερτικὴν συγχρόνως δύναμιν· ἡ μεταβολὴ τῆς δυναμικῆς ρύσεως ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς μαγνητικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος· εἰς τὸν τύπον τοῦτον ἀνήκει ἡ δυναμομηχανὴ Kingdon καὶ ἡ τοῦ Thury.

Εἶπομεν ὅτι τὸ ἐναλλακτικὸν ρεῦμα διαφέρει τοῦ συνεχοῦς ρεύματος κατὰ τὸ ὅτι ἐναλλάσσει ἐν τῷ χρονικῷ διαστήματι μιᾶς περιόδου διεύθυνσιν καὶ ἐντασιν, ἥτις λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτῆς ἀξίαν δις, ἅπαξ μὲν θετικὴν, ἅπαξ δὲ ἀρνητικὴν· ἡ μεγίστη τοῦ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος ἐντασις (π. χ. BP ἐν σχ. 2) καλεῖται μῆκος (amplitude), τὸ πηλίκον δὲ τῆς κατὰ ὠρισμένον τινὰ χρόνον ἐντάσεως διὰ τοῦ μήκους ὀνομάζεται φάσις τοῦ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος. Αἱ δυναμομηχαναὶ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος τὰς ὁποίας ἀνωτέρω περιεγράψαμεν παρέχουσι ρεύματα μονοφασικά· σήμερον ἐν ταύτοις εὐρίσκονται ἐν μεγάλῃ χρήσει δυναμομηχαναὶ παράγουσαι ρεύματα ἐναλλακτικὰ πολυφασικά καὶ ἰδίᾳ τριφασικά (courants triphasés, Drehströme), παράγουσαι τουτέστι ρεύματα ἐναλλακτικά, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουσι πρὸς ἀλλήλα διαφορὰν τῆς φάσεως αὐτῶν· ὅπως καταστήσωμεν σαφεστέραν τὴν διάκρι-

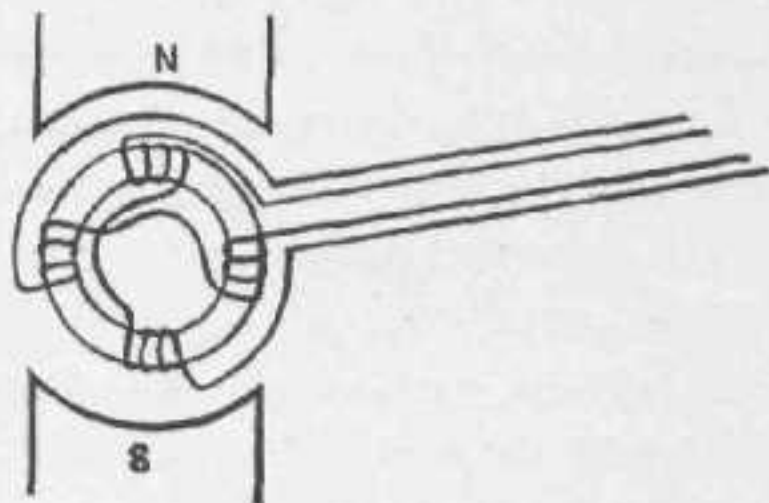
σιν τούτην τῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων, παρέχουμεν δύο διαγγράμματα, τὸ μὲν διὰ ρεῦμα ἐναλλακτικὸν μονοφασικόν, τὸ δὲ διὰ ρεῦμα ἐναλλακτικὸν πολυφασικόν. Ἐν τῷ σχ. 4 παρίσταται μεταξὺ τῶν



Σχ. 4.

δύο μαγνητικῶν πόλων N καὶ S περιστρεφόμενος ὀπλισμὸς ἐκ δύο πηνίων, τῶν ὁποίων ἡ συσπείρωσις εἶναι ἐν σειρᾷ ἀλλὰ κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον ἐν ἑκατέρῳ, καὶ τῶν ὁποίων τὰ δύο ἐλεύθερα ἅκρα τελευτῶσιν εἰς δύο ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς κειμένους καὶ ἀπ' ἀλλήλων ἀπομεμονωμένους δακτυλίους ἐπαφῆς, ἐξ ὧν τὸ ρεῦμα μεταφέρε-

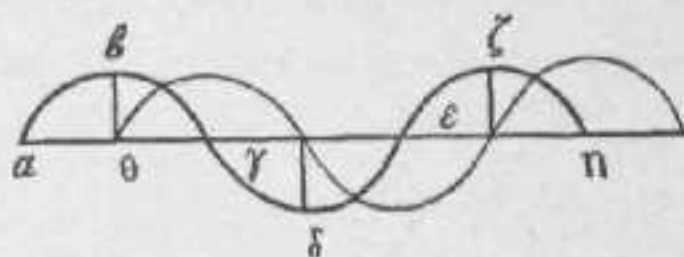
ται ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος· εἶναι φανερόν ὅτι κατὰ τὴν περιστροφήν τοῦ ὀπλισμοῦ γεννῶνται ἐν τοῖς πηνίοις ρεύματα, ἀλλάσσοντα διεύθυνσιν καθ' ἑκάστην ἡμίσειαν στροφῆν, οὕτως ὥστε ἡ περίοδος τοῦ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος εἶναι ἴση τῷ χρόνῳ τῆς μιᾶς περιστροφῆς· τὸ τοιοῦτον ρεῦμα καλεῖται μονοφασικόν. Ἐν τῷ σχ. 5 ὑπάρχουσι τέσσαρα πηνία ἀνὰ 90° ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχοντα καὶ ἀποτελοῦντα ζεύγη οὐχὶ διὰ τῆς συνενώσεως τῶν δύο πλησίον κειμένων ἀλλὰ διὰ τῆς συνενώσεως τῶν δύο ἀπέναντι κειμένων· τὰ τέσσαρα ἐλεύθερα ἅκρα τῶν συρμάτων τῶν πηνίων τελευτῶσιν εἰς τέσσαρας δακτυλίους, δι' ὧν τὸ ρεῦμα μεταφέρεται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα.



Σχ. 5.

Εἶναι φανερόν ὅτι κατὰ τὴν στροφῆν τοῦ ὀπλισμοῦ γεννῶνται δύο ἀνεξάρτητα ἀπ' ἀλλήλων κυκλώματα, τῶν ὁποίων τὴν περιοδικὴν ἐναλλαγὴν δύναται νὰ διαφωτίσῃ τὸ παρατιθέμενον διάγραμμα (Σχ. 6), ἐν ᾧ τὸ ἐν μὲν κύκλωμα παριστᾶται διὰ τῆς εἰς α ληγούσης καμπύλης, τὸ ἕτερον δὲ διὰ τῆς εἰς θ ληγούσης καμπύλης· ὅταν ἐν τῷ ἐνὶ κυκλώματι ἡ τάσις τοῦ ρεύματος φθάσῃ εἰς τὸ μέγιστον τῆς ἀξίας αὐτῆς ($\epsilon\theta$), ἰσοῦται τοῦ ἄλλου κυκλώματος ἡ τάσις τῷ μηδενί· μετὰ τὴν στροφῆν τοῦ ὀπλισμοῦ κατὰ 90° , τοῦ πρώτου κυκλώματος ἡ τάσις πίπτει εἰς τὸ μηδέν,

ἐνῶ τοῦ δευτέρου κυκλώματος ἡ τάσις φθάνει εἰς τὴν μεγίστην θετικὴν αὐτῆς ἀξίαν· ἐν διαστήματι μιᾶς τοῦ ὀπλισμοῦ περιστροφῆς δις αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις ἀμφοτέρων τῶν κυκλωμάτων εἶναι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας, ἐν οἷς δηλονότι σημείοις αἱ καμπύλαι τέμνουσιν ἀλλήλας, ἀλλ' ἐν πάσῃ ἄλλῃ θέσει αἱ φάσεις ἀμφοτέρων τῶν ρευμάτων εἶναι διάφοροι κατὰ 90° ἥτοι κατὰ $\frac{1}{4}$, διότι ὁ ὀπλισμὸς ὀφείλει νὰ στραφῇ κατὰ 90° , ἥτοι κατὰ $\frac{1}{4}$ τῆς ὅλης περιστροφῆς του, ἵνα ἡ φάσις ἐν τῷ δευτέρῳ κυκλώματι καταστῇ ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν νῦν φάσιν τοῦ πρώτου κυκλώματος. Ἀνωτέρω ἐν τῷ διαγράμματι (Σχ. 5) ὑπεθέσαμεν ὡς ἀναγκασιούντας τέσσαρας ἀγωγούς διὰ τὸ διφασικὸν ρεῦμα, ἐν τοσούτῳ



Σχ. 6.

ἄρκοῦσι τρεῖς μόνον, ἐὰν οἱ δύο μεσαῖοι συνενωθῶσιν εἰς ἓνα ἀγωγὸν ἐπιστροφῆς κοινὸν ἰσχυρότερον τῶν δύο ἐξωτερικῶν. Μεταξὺ τῶν πολυφασικῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων, διὰ τῶν ὁποίων σκοπεῖται ἡ παραγωγὴ στρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου, διακρίνεται ἰδίᾳ τὸ λεγόμενον τριφασικὸν (courant triphasé, Drehstrom)· ἔστωσαν π. χ. τρία πηνία, ἀνὰ 120° ἀπέχοντα ἀπ' ἀλλήλων καὶ παράγοντα τρία κυκλώματα μὲ διαφοράν φάσεως $\frac{1}{3}$ · καὶ τὰ τρία μὲν ἄκρα τῶν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἐπὶ τῶν πηνίων εἰλιγμένων συρμάτων συνδέονται ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τοῦ ὀπλισμοῦ, ἐνῶ τὰ ἕτερα τρία ἄκρα αὐτῶν τελευτῶσιν εἰς δακτυλίους, ἐξ ὧν τὸ τριφασικὸν ρεῦμα μεταφέρεται ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος· διὰ τῆς διατάξεως ταύτης τὰ τρία κυκλώματα εἶναι ἀνεξάρτητα ἀπ' ἀλλήλων· ἐὰν παραστήσωμεν τὰς ἐντάσεις αὐτῶν διὰ i_1, i_2, i_3 , θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ πᾶσαν στιγμὴν ἰσχύει ἡ ἐξίσωσις $i_1 + i_2 + i_3 = 0$. Ἰδιαζούσης σπουδαιότητος τυγχάνει ὅτι μεταξὺ τῶν γειτονικῶν ἀγωγῶν ὑπάρχει πάντοτε ἡ αὐτὴ διαφορὰ ἡλεκτροδυνητικῶν, ἥτοι ἡ αὐτὴ μεταξὺ πρώτου καὶ δευτέρου, πρώτου καὶ τρίτου, δευτέρου καὶ τρίτου, ἐὰν δὲ πρόκειται τὸ τριφασικὸν ρεῦμα νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ φῶς ἡλεκτρικόν, διαιροῦνται αἱ λυχνίαι εἰς τρία συμπλέγματα, ἕκαστον τῶν ὁποίων παρεντίθεται μεταξὺ 2 ἀγωγῶν. Κατ' ἀρχὴν αἱ δυναμομηχαναὶ τριφασικοῦ ρεύματος κατασκευάζονται καθ' ὅμοιον καὶ αἱ ἀνωτέρω περιγραφείσαι δυναμομηχαναὶ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος τρόπον, ἥτοι διὰ τῆς χρησιμοποίησεως μεγάλου ἀριθμοῦ μαγνητικῶν πόλων καὶ πηνίων, τῶν ὁποίων ὅμως ἡ πρὸς ἀλλήλα τοποθέτησις εἶναι διάφορος, κατὰ τοιοῦτον δηλαδὴ

τρόπον ὥστε τρία πηνία νὰ ἀντιστοιχῶσιν εἰς ἓνα πόλον· δύνανται δὲ νὰ περιστρέφωσιν εἴτε τὰ πηνία τοῦ ὀπλισμοῦ, εἴτε οἱ ἡλεκτρομαγνήται τοῦ ἐπάγοντος, τοῦ τελευταίου τούτου τῆς περιστροφῆς τρόπου προτιμωμένου διὰ τὴν παραγωγὴν ρεύματος μεγάλης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, διότι ἐν τῇ περιστάσει ταύτῃ τὸ ρεῦμα μεταφέρεται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα ἀπ' εὐθείας ἐκ στερεῶν καμπτήρων (bornes, Klemmen) ἀνευ χρησιμοποίησεως δακτυλίων ἀπτικῶν καὶ ψηκτρῶν (μηχαναὶ Mordey, Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft Βερολίνου, Oerlikon κλπ.).

Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι διὰ τῶν πολυφασικῶν ρευμάτων κατορθοῦται ἡ παραγωγὴ στρεφομένων μαγνητικῶν πεδίων ὡς ἐκ τοῦ ὀνόματος φαίνεται τὸ στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίων εἶναι ῥύσις ἐπαγωγικῇ ἐνέχουσα ἐν ἑαυτῇ τὴν δυνάμιν περιστροφικῆς κινήσεως· τὰ τοιαῦτα στρεφόμενα μαγνητικὰ πεδία ἔχουσιν ιδιότητες ἀξιοπαρατηρήτους· ἐὰν τοποθετηθῇ βελόνη μαγνητικὴ ἐπὶ ἄξονος περιστροφῆς ὑπεράνω δίσκου χαλκοῦ δυναμένου διὰ συστήματος ὀδοντωτῶν τροχῶν νὰ περιστραφῇ ταχύτατα, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι καὶ ἡ μαγνητικὴ βελόνη τίθεται εἰς κίνησιν περιστροφικὴν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν τοῦ στρεφόμενου χαλκίνου δίσκου (πείραμα Arago)· πᾶσα λοιπὸν μᾶζα μεταλλικὴ εὐρισκομένη ἐν περιστροφικῇ κινήσει τείνει νὰ ἐπιφέρῃ περιστροφὴν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μαγνήτου κινητοῦ εὐρισκομένου πλησίον. Ἀλλὰ καὶ τὸ ἀντίθετον ἐπαληθεύει· μαγνήτης περιστρεφόμενος τείνει νὰ ἐπιφέρῃ τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν περιστροφικὴν κίνησιν πλησίον κειμένης κινητῆς μεταλλικῆς μάζης· πρὸς παραγωγὴν δὲ τοιούτων μαγνητικῶν πεδίων χρησιμοποιοῦντα τὰ πολυφασικὰ ρεύματα, τῶν ὁποίων ἡ σπουδαιότης διὰ τὴν κίνησιν ἰδίᾳ τῶν ὁμωνύμων ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν εἶναι μεγίστη. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη μεταξὺ πάντων τῶν διαφορῶν εἰδῶν τῶν δυναμομηχανῶν κατασκευάζονται καὶ χρησιμοποιοῦνται κατὰ προτίμησιν αἱ δυναμομηχαναὶ πολυφασικοῦ καὶ ἰδίᾳ τριφασικοῦ ρεύματος, τῶν ὁποίων ἐν τοσούτῳ ἡ πρώτη κατασκευὴ δὲν ἀπέχει πολὺ τῆς ἡμετέρας ἐποχῆς, χρονολογουμένη κυρίως ἀπὸ τῆς ἐν Φραγκφούρτῃ κατὰ τὸ 1891 ἡλεκτρικῆς ἐκθέσεως, καθ' ἣν διὰ πρώτην φοράν κατεδείχθη τὸ δυνατόν τῆς χρησιμοποίησεως τοῦ πολυφασικοῦ ρεύματος.

[Ἔπεται συνέχεια]