



Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

(Συνέχεια)

Κεντρικοί ηλεκτρικοί σταθμοί. Περιεγράψαμεν ανωτέρω τούς διαφόρους τρόπους καθ' οὓς δύναται νὰ παραχθῇ ἐνέργεια ἡλεκτρική, μετατρεπομένης εἰς τοιαύτην τῆς χημικῆς, θερμαντικῆς ἢ μηχανικῆς ἐνεργείας, εἶδομεν δὲ ὅτι μεταξὺ πάντων τῶν περιγραφέντων μηχανημάτων αἱ δυναμομηχαναὶ εἰσι τὰ ἁρμοδιώτερα πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ὄργανα, καθ' ὅσον αὐταὶ μόνον παρέχουσι ποσὸν σημαντικόν, ὁποίου δέονται αἱ πλείσται τῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐφαρμογῶν. Καὶ ὄντως ἡ ἡλεκτροτεχνικὴ βιομηχανία ἤρξατο ἀναπτυσσομένη καὶ ἐπεκτεινόμενη ἐπὶ πάντας τοὺς ἄλλους τῆς βιομηχανίας κλάδους, ἀφ' ἧς ἐφευρέθησαν καὶ ἐτελειοποιήθησαν αἱ δυναμομηχαναὶ, δι' ὧν οὐ μόνον τὸ ποσὸν τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας δύναται νὰ ἀνταποκριθῇ εἰς τὰς πλείστας τῶν ἀναγκῶν τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς, ἀλλὰ καὶ αἱ δαπάναι τῆς παραγωγῆς κατεβιβάσθησαν εἰς τὸ ὅσον ἔνεστι μικρότερον ὅριον. Μὲ τὴν τοιαύτην ἀνάπτυξιν καὶ τελειοποίησιν τῶν δυναμομηχανῶν συνεβάδισεν ἡ ἰδρυσις καὶ ἡ εἰς εὐρύτερον κύκλον ἐπέκτασις τῶν λεγομένων κεντρικῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν, ἐν οἷς δύνανται νὰ ἐγκατασταθῶσι πλείότεραι καὶ μεγαλύτεραι δυναμομηχαναὶ, νὰ συνδεθῶσι δὲ καὶ πρὸς ἀλλήλας, καὶ ἐκ τῶν ὁποίων ἡ παραγομένη ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια μεταφέρεται περαιτέρω εἰς τὸν τόπον τῆς χρησιμοποίησεως διὰ τὰς ἀνάγκας ὁλοκλήρου πόλεως ἢ μεγάλου αὐτῆς τμήματος, ἰδίᾳ διὰ τὸν ἡλεκτρικὸν φωτισμόν, διὰ τὴν κίνησιν τροχιοδρόμων καὶ σιδηροδρόμων, διὰ τὴν κίνησιν μηχανημάτων ἐργοστασίων, διὰ σκοποὺς ἡλεκτροχημικοὺς κλπ. Τῶν τοιούτων κεντρικῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν ἡ σπουδαιότης εἶναι σήμερον μεγίστη, διότι οὗτοι τροφοδοτοῦσι δι' ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας οὐ μόνον πόλεις μεγάλας ἢ μικράς, ἀλλὰ καὶ μέρη ἀκόμη εἰς ἀπόστασιν πολλῶν χιλιομέτρων κείμενα. Ἡ πρώτη αὐτῶν ἐγκατάστασις δὲν ἀπέχει πολὺ

τῆς ἡμετέρας ἐποχῆς, διότι ἔπρεπε νὰ προηγηθῇ ἡ κατασκευὴ τελειοτέρων ὅπως οὖν δυναμομηχανῶν, νὰ λυθῶσι δὲ καὶ πλεῖστα ἔσα τεχνικὰ ζητήματα, ὅπως ἡ λειτουργία αὐτῶν καταστῇ δυνατὴ καὶ χρήσιμος. Οἱ πρῶτοι ἰδρυθέντες κατὰ τὸ χρονικὸν ἰδίᾳ διάστημα 1870—1885 ἐλαχίστης σημασίας ἐτύγχανον, διότι κύριος τότε σκοπὸς αὐτῶν ἦν ἡ παραγωγὴ μόνον ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ φῶς ἡλεκτρικόν, αἱ δὲ χρησιμοποιούμεναι ἐν αὐτοῖς δυναμομηχαναὶ ἦσαν κατὰ πολὺ ἀτελέστεραι τῶν σημερινῶν, ἀνήκουσαι ἰδίᾳ εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν μαγνητοηλεκτρικῶν μηχανῶν ἢ τῶν δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος· καὶ ἂν δέ τινες ἐξ αὐτῶν ἐχρησίμευσον πρὸς διανομὴν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας δι' ἄλλους σκοποὺς, ἡ διανομὴ αὕτη δὲν ἠδύνατο νὰ ἐξικνηται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις, οὐδὲ τὸ παραγόμενον ρεῦμα ἦν μεγάλης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, οὐδ' ἡ ἀπόδοσις ἀνῆρχετο εἰς πλεόν τῶν 35—40 τοῖς ἑκατόν. Τῷ 1886 ἀκόμη ἡ ὑπὸ τοῦ Marcel Deprez ἐγκαθιδρυθεῖσα διανομὴ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας μεταξὺ Creil καὶ Παρισίων διὰ ρεύματος συνεχοῦς μὲ χαμηλὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δυνάμιν ἐπὶ ἀποστάσεως 15 χιλιομέτρων δὲν παρείχεν ἀπόδοσιν μεγαλυτέραν τῶν 45 τοῖς ἑκατόν. Ἡ ἐπὶ τὰ πρόσω ἀνάπτυξις τῶν κεντρικῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν συνεβάδισε κυρίως μὲ τὴν κατασκευὴν καὶ τελειοποίησιν τῶν δυναμομηχανῶν ρεύματος ἐναλλακτικοῦ, ὅπερ διὰ τὴν εὐκόλον μεταφορὰν του, διὰ τὴν χρησιμοποίησιν ὑψηλῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων, διὰ τὴν πλήρη κατὰ τὴν χρῆσιν ἀσφάλειαν, διὰ τὰ ὀλιγώτερα ἔξοδα πρὸς κατασκευὴν τῶν ἡλεκτροκινητηρίων ἐν τῷ τόπῳ τῆς ἐφαρμογῆς μηχανῶν καὶ τὰ λοιπὰ πλεονεκτήματά του, προτιμᾶται γενικῶς ἐν τοῖς διαφοροῖς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐφαρμογαῖς, ἐν αἷς ἀπαιτεῖται ἐνέργεια μεγαλυτέρα. Διὰ νὰ ἐννοήσῃ δέ τις, ὅποια κολοσσιαία πρόοδος συνετελέσθη ἐν τῷ κλάδῳ τούτῳ τῶν κεντρικῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν ἐν διαστήματι ἐλαχίστων μόνον ἐτῶν, δεόν νὰ παρακολουθήσῃ τὴν ἀνάπτυξιν καὶ πρόοδον ἐνὸς οἰουδήτινος τοιούτου σταθμοῦ ἐκ τῶν ἐν ταῖς μεγαλυτέραις πόλεσι τῆς Εὐρώπης καὶ τῆς Ἀμερικῆς, οἷον ἐνὸς τῶν πολυαρίθμων κεντρικῶν σταθμῶν τῆς μεγαλυτέρας ἐν Εὐρώπῃ ἡλεκτρικῆς ἐταιρείας Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft τοῦ Βερολίνου. Αὕτη ἤρξατο τὸ 1885 διὰ μιᾶς μόνον μηχανῆς Borsig 150 ἵππων δυνάμεως, ἐνῶ σήμερον ἐν τοῖς βερολινίοις κεντρικοῖς σταθμοῖς ὑπάρχει ἐν ἐκμεταλλεύσει δυναμομηχανὴ 4000 ἵππων δυνάμεως· μέχρι τοῦ 1899 ἡ ὅλικὴ δυνάμις τῶν βερολινίων κεντρικῶν σταθμῶν ἀνῆρχετο εἰς 38000 ἵππους,

ἀλλ' ἔκτοτε ἰδρύθη δεύτερος ἡλεκτρικὸς σταθμὸς ἐν τῷ Oberspree μὲ 54000 ἵππων δύνανται καὶ τρίτος ἐν Moabit μὲ 36000 ἵππων δύνανται. Ἡ ἐν τῷ σταθμῷ Oberspree ἐν ἐκμεταλλεύσει εὐρισκομένη δύναμομηχανὴ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος 4200 ἵππων ἀρκεῖ αὐτὴ μόνη νὰ παραγάγῃ ἐνέργειαν ἡλεκτρικὴν διὰ 60000 λυχνίας, ἀνταποκρινόμενας εἰς τὰς ἀνάγκας φωτισμοῦ πόλεως ἐχούσης 200000 κατοίκους. Ἡ δύναμομηχανὴ αὕτη ἔχει 83 στροφὰς κατὰ λεπτόν, περίοδον τοῦ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος 50 (50 τουτέστιν ἐναλλαγὰς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος κατὰ δευτερόλεπτον), μαγνητικὸν πεδίων μὲ 72 πόλους καὶ διάμετρον 7,2 μέτρων, ἡλεκτρεγερτικὴν δύνανται μέχρι 6000 βόλτ, διάμετρον τοῦ περικαλύμματος 8,6 μέτρων καὶ βάρος ὀλίγον 160 τόνων. Ἡ κάτοχος τῶν ἔργων τούτων γενικὴ ἡλεκτρικὴ τοῦ Βερολίνου ἐταιρεία ἰδρύθη τὸ 1882 ὑπὸ τοῦ μηχανικοῦ Emil Rathenau, τανῦν γενικοῦ αὐτῆς διευθυντοῦ, πρὸς ἐκμετάλλευσιν ἐν Γερμανίᾳ τῶν ἐφευρέσεων Edison καὶ πρὸς διάδοσιν τοῦ διὰ λυχνιῶν πυρακτώσεως ἡλεκτρικοῦ φωτός· μετὰ τὰς ἐν χρόνῳ μικρὰς ἐπιτυχίας της, καταδειχθεῖσας ἰδίᾳ κατὰ τὴν ἐν Μονάχῳ ἐκθεσιν, μετεβλήθη εἰς «γερμανικὴν ἐταιρείαν Edison διὰ τὸν ἐφηρμοσμένον ἡλεκτρισμόν» μετὰ κεφαλαίου ἐκ 5 ἐκατομμυρίων μάρκων· τὸ 1885 ἱδρύσας τὰ ἡλεκτρικὰ τοῦ Βερολίνου ἔργα καὶ τὸ 1887 λήξαντος τοῦ συμβολαίου της μετὰ τῆς «Compagnie continentale Edison» ἐπεξέτεινε τὰς ἐργασίας της ὑπὸ τὴν σημερινὴν της μορφήν ὡς «γενικὴ ἡλεκτρικὴ ἐταιρεία» ἐφ' ὅλα τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς τὰ στάδια, ἥδη δὲ διαθέτουσα περὶ τὴν ἡμίσειαν ἑκατοντάδα ἐκατομμυρίων μάρκων ἀριθμεῖ ἐν τοῖς ποικίλοις ἡλεκτροτεχνικοῖς καταστήμασι τῆς πόλεως μόνον τοῦ Βερολίνου 18000 μηχανικοὺς, ὑπαλλήλους καὶ ἐργάτας καὶ εἶναι ἀνάδοχος οὐ μόνον τῶν βερολινίων ἔργων πρὸς ἡλεκτρικὸν τῆς πόλεως φωτισμόν καὶ τὴν κίνησιν τῶν πολυαρίθμων ἐν αὐτῇ ἡλεκτρικῶν τροχιοδρόμων, ἀλλὰ καὶ πλείστων ἄλλων γερμανικῶν καὶ εὐρωπαϊκῶν πόλεων, ἅτε ἰδρύσασα πολλαχοῦ πλείστους καὶ παμμεγίστους κεντρικοὺς ἡλεκτρικοὺς σταθμούς.

Ἐν παντὶ κεντρικῷ ἡλεκτρικῷ σταθμῷ διακρίνονται δύο μηχανημάτων συμπλέγματα, τὸ μὲν πρὸς παραγωγὴν μηχανικῆς ἐνεργείας, τὸ δὲ πρὸς μετατροπὴν τῆς μηχανικῆς ταύτης ἐνεργείας εἰς ἡλεκτρικὴν, ἥτοι ἀφ' ἐνὸς μὲν κινητήριοι μηχαναὶ (moteurs), ἀφ' ἑτέρου δὲ δυναμομηχαναί, δι' ὧν ἡ ἐν ταῖς πρώταις παραγομένη μηχανικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν ἡλεκτρικὴν. Τὰ πρὸς παραγωγὴν τῆς μηχανικῆς

ἐνεργείας μέσα εἶναι ποικίλα, οἷον τοῦ ἀνέμου ἢ δύναμις, τὸ ἀέριον, ἢ πτώσις ἐξ ὑψηλοῦ ἢ μεθ' ὀρμῆς ὕδατος, ὁ ἀτμός. Καὶ τοῦ μὲν ἀνέμου ἢ δύναμις ἐλάχιστα καὶ ὡς ὑποβοηθητικὸν μόνον μέσον πρὸς παραγωγὴν μηχανικῆς ἐνεργείας χρησιμοποιεῖται· τὸ ἀέριον ἔχει διάδοσιν μεγαλυτέραν, τόσον μᾶλλον, καθ' ὅσον ὑπάρχουσι πανταχοῦ ἱδρυμένα μεγάλα πρὸς παραγωγὴν τοιοῦτου καταστήματα, τὰ ὅποια μετὰ τὴν ὁσημέραι πλειότερον παρατηρουμένην ὑποχώρησιν τοῦ φωταερίου πρὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτός εἰσι καταδεδικασμένα εἰς ἀργίαν· ἐν τοσοῦτῳ ἡ χρήσις τοῦ ἀερίου ἐν μεγάλοις κεντρικοῖς σταθμοῖς περιορισμένην εὐρίσκει· εἰσέτι ἐφαρμογὴν, ἀρμόζουσα μᾶλλον εἰς μικρὰς καὶ ἰδωτικὰς ἐγκαταστάσεις, εἰς ἃς πλὴν τῶν γαζομηχανῶν δύνανται ἐπίσης νὰ ἐφαρμοσθῶσι καὶ μηχαναὶ διὰ πετρελαίου· ἡ κατασκευὴ γαζομηχανῶν μεγάλων διαστάσεων ἀπαντᾷ εἰσέτι δυσκολίας τινὰς τεχνικὰς, καίτοι κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη, διὰ τοῦ συστήματος ἰδίᾳ Dowson, ἐγένοντο πολλὰ βήματα πρὸς τὰ ἐμπρός, κατασκευασθεῖσων γαζομηχανῶν πολὺ τελειοτέρων. Τὸ προτιμότερον καὶ εὐθηνότερον μέσον πρὸς παραγωγὴν τῆς διὰ τὰς δυναμομηχανὰς ἀπαιτουμένης μηχανικῆς ἐνεργείας εἶναι ἀναμφιβόλως ἡ δύναμις τοῦ πίπτοντος ὕδατος, ἥτις κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐχρησιμοποιήθη πολλαχοῦ τῆς Εὐρώπης καὶ Ἀμερικῆς, ἐπιτευχθείσης καὶ τεχνητῶς τῆς πτώσεως αὐτοῦ· οὕτω σήμερον εἰς τὰς εὐτυχεῖς ἐκείνας χώρας, τὰς ὁποίας διαρρέουσι ποταμοὶ ἢ ἐν αἷς ὑπάρχουσι καταρράκται καὶ πτώσεις ὑδάτων, ἱδρυνται παμμέγιστοι κεντρικοὶ ἡλεκτρικοὶ σταθμοὶ χρησιμοποιοῦντες τὴν δωρεὰν ὑπὸ τῆς φύσεως παρεχομένην δύνάμιν τοῦ ὕδατος· τοιοῦτοι πελώριοι σταθμοὶ πρὸς ποικίλας ἡλεκτρικὰς ἐκμεταλλεύσεις ὑπάρχουσι πολυαριθμότατοι, ἰδίᾳ ἐν Ἑλβετίᾳ καὶ ἐν Νορβηγίᾳ, καθὼς καὶ ἐν Ἀμερικῇ· συνήθως χρησιμοποιοῦνται ἐν αὐτοῖς δίνειν ὑδραυλικαὶ μὲ ἀριθμὸν περιστροφῶν μέγαν καὶ μὲ ὀριζόντιον ἄξονα πρὸς ἄμεσον μετὰ τῶν δυναμομηχανῶν συγκοινωνίαν· κατὰ τὴν ἐκ μεγάλου ὕψους πτώσιν μικροτέρας ποσότητος ὕδατος ἐχρησιμοποιήθησαν λίαν ἐπιτυχῶς κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη δίνειν συστήματος Pelton· ἐν τοσοῦτῳ δυσκολίας πολλὰς παρέχει ὁ τρόπος τῆς ρυθμίσεως τῆς περιστροφικῆς κινήσεως, ἐπιτυγχανόμενος συνήθως κατὰ μὲν τὴν περίπτωσιν ποσότητος ὕδατος μικρᾶς καὶ ὕψους ἐπομένως μεγαλυτέρου διὰ μέσων μηχανικῶν, κατὰ δὲ τὴν περίπτωσιν τῶν χαμηλῶν πτώσεων διὰ τῆς εἰς θερμότητα μεταβολῆς κατὰ τὴν τρίτῃν μέρους τῆς ἐνεργείας. Τὸ προχειρότατον ὁμῶς καὶ συνηθέστατον μέσον πρὸς

παραγωγήν τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας ἐν τοῖς κεντρικοῖς ἡλεκτρικοῖς σταθμοῖς τυγχάνουσιν αἱ ἀτμομηχαναί· τοιαῦται π. χ. κατὰ τὰ ἔτη 1891—1897 ἀνῆρχοντο ἐν Πρωσσίᾳ διὰ τοὺς κεντρικοὺς αὐτῆς ἡλεκτρικοὺς σταθμοὺς εἰς τὸν ἀριθμὸν 2840 μὲ 192000 ἵππων δύναμιν, ἥδη δὲ διὰ τοὺς ἐν Βερολίνῳ μόνον σταθμοὺς κατεσκευάσθησαν ἀτμομηχαναὶ ἀναβιδάσασαι τὴν παροχὴν αὐτῶν εἰς 150000 ἵππων δύναμιν περίπου. Κατ' ἀρχὴν ἡ ἐγκατάστασις ἀτμομηχανῶν δι' ἡλεκτρικὰς ἐκμεταλλεύσεις δὲν διαφέρει τῆς δι' ἄλλους σκοποὺς ἐγκαταστάσεως, καθ' ὅσον καὶ ἡ ἐγκατάστασις αὕτη ἀποτελεῖται 1) ἀπὸ τοὺς λέβητας, 2) ἀπὸ τὴν ἀτμομηχανήν, 3) ἀπὸ τοὺς ἀποκαθιστῶντας τὴν μεταξὺ τῶν λεβήτων καὶ τῆς ἀτμομηχανῆς συγκοινωνίαν ἀτμοσωλήνας καὶ 4) ἀπὸ τὰ συμπληρωτικὰ δευτερεύοντα μέρη· ἐν τούτῳ ἡ ἐκλογὴ τοῦ καταλληλοτέρου συστήματος ἐξαρτᾶται ἐν ταῖς τῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν ἐγκαταστάσεσιν ἐκ διαφόρων παραγόντων· οὕτω προτιμῶνται λέβητες κατέχοντες πλείοτερον ἢ ὀλιγώτερον χῶρον ἀναλόγως τῆς θέσεως τῶν σταθμῶν ἐντὸς ἢ ἐκτὸς τῆς πόλεως, διότι κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ ζήτημα τοῦ χῶρου ἐντὸς πόλεως πυκνῶς κατωκημένης ἔχει μεγίστην διὰ τὴν ἡλεκτρικὴν ἐπιχείρησιν σπουδαιότητα, ἐνῶ κατὰ τὴν δευτέραν περίπτωσιν, τῆς ἀνεγέρσεως τουτέστι τῶν σταθμῶν ἐκτὸς τῆς πόλεως τὸ ζήτημα τοῦ χῶρου δευτερεύουσαν κατέχει σπουδαιότητα· πρὸς ἐκλογὴν δὲ ἐν γένει τοῦ καταλληλοτέρου συστήματος ἀτμομηχανῶν δεόν νὰ συσχετισθῶσι πλείστα ζητήματα, οἷον αἱ τιμαὶ τῶν λεβήτων, τῶν μηχανῶν καὶ τῶν ἀνθρώκων ἐπὶ τοῦ τόπου τῆς χρησιμοπορήσεως, τὰ ἐξοδα τοῦ οἰκοπέδου καὶ τῆς οἰκοδομήσεως, τὸ ζήτημα τοῦ ἀναγκαιοῦντος ὕδατος, ὁ ἀριθμὸς καὶ τὸ μέγεθος τῶν ἀτμομηχανῶν, καὶ τέλος ἡ διάρκεια τῆς ἐπιχειρήσεως· αἱ μονοκύλινδροι μηχαναὶ μέχρι 50 ἵππων δυνάμεως, εὐρίσκονται ἐν μεγάλῃ διαδόσει ὡς ἐκ τῆς ἀπλότητός των, τοῦ εὐώνου καὶ τῆς ἀπαιτήσεως ὀλίγου χῶρου· διὰ μεγαλύτερας παροχὰς ἀπὸ 30 μέχρι 1000 ἵππων δυνάμεως χρησιμοποιοῦνται δικύλινδροι μηχαναί, αἵτινες ἐπιτρέπουσιν ἐν παραβολῇ πρὸς τὰς μονοκύλινδρους μηχανὰς οἰκονομίαν ἐν τῇ χρήσει τοῦ ἀτμοῦ 15—20 τοῖς $\frac{0}{100}$, ὡς ἐκ τοῦ ὁποῖου δύναται ὁ λέβης νὰ κατασκευασθῇ μικρότερος· περιττὸν νὰ προσθέσωμεν ὅτι τὴν σήμερον ἰδρυνταὶ ἡλεκτρικοὶ σταθμοί, ἐν οἷς εἰσιν ἐγκατεστημέναι ἀτμομηχαναὶ πολὺ τελειότεραι. Ἰδιαζούσης σπουδαιότητος διὰ τὰς ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις τυγχάνει ὁ τρόπος τῆς ρυθμίσεως, καθ' ὅσον ἡ ἐπενέργεια τοῦ ρυθμιστοῦ πρέπει

νά ἢ τοιαύτη, ὥστε ἀφ' ἐνὸς μὲν νὰ μὴ ἐπιτρέπη τὴν ὑπέρβασιν τοῦ ὠρισμένου ὁρίου ταχύτητος, ἀφ' ἑτέρου δὲ νὰ ἐξασφαλίζῃ τὴν ἐντὸς τοῦ ὁρίου τούτου εἰς ἐκάστην ταχύτητα ἀνταποκρινομένην παροχὴν. Ὅσον δ' ἀφορᾷ εἰς τὴν σύζευξιν τῶν ἀτμομηχανῶν πρὸς τὰς δυναμομηχανάς, προτιμᾶται σήμερον γενικῶς ἡ ἀπ' εὐθείας σύνδεσις, ἐν τῇ περιπτώσει δὲ ταύτῃ χρησιμοποιοῦσι συνήθως ἐλαστικόν τινα σύνδεσμον συστήματος Raffard, ὅστις συνενοῖ πρὸς ἀλλήλους τὸν κορμὸν τῆς ἀτμομηχανῆς πρὸς τὸν κορμὸν τῆς δυναμομηχανῆς.

Τὸ δεύτερον τῶν μηχανημάτων σύμπλεγμα, ἥτοι αἱ δυναμομηχαναί, εἶναι ποικίλον ἐν τοῖς διαφόροις κεντρικοῖς σταθμοῖς, ἀναλόγως τῆς χρησιμοποίησεως ἐν αὐτοῖς δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ἢ δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος, μονοφασικοῦ ἢ πολυφασικοῦ. Αἱ συνηθέστερον χρησιμοποιούμεναι σήμερον δυναμομηχαναὶ ἀνήκουσιν εἰς τὴν τελευταίαν κατηγορίαν, διότι αὗται εἶναι ἀρμοδιώτεραι πρὸς παραγωγὴν ρεύματος δυναμένου εὐκολώτερον καὶ εὐωνότερον νὰ μεταβιβασθῇ εἰς μακροτάτας ἀποστάσεις. Αἱ δυναμομηχαναὶ ρεύματος συνεχοῦς εὐρίσκουσιν ὀλιγώτερον ἐκτεταμένην ἐφαρμογὴν, διότι κυρίως ἡ ἡλεκτρογενετική δύναμις τοῦ δι' αὐτῶν παραγομένου ρεύματος εἶναι χαμηλὴ, μόλις δυναμένη νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὰς τελειοτέρας ἐξ αὐτῶν εἰς 2000 βόλτ· κέκτληται ἐν τοσοῦτῳ καὶ αὗται ἐν μέγα πλεονέκτημα, τὸ νὰ δύνανται τουτέστι νὰ φορτίζωσιν ἡλεκτρικοὺς συλλεκτῆρας, ἐξ ὧν δύναται νὰ μεταφερθῇ κατὰ τὴν ἐκφόρτωσιν εἰς τοὺς τόπους τῆς χρησιμοποίησεως ἢ ἐν αὐτοῖς ἐναποταμιευομένη ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια· τὸ πλεονέκτημα τοῦτο εἶναι τόσῳ μᾶλλον σπουδαῖον, καθ' ὅσον ἡ φόρτωσις τῶν ἡλεκτρικῶν συλλεκτῆρων δύναται νὰ λαμβάνῃ χώραν καθ' ἃς ὥρας αἱ δυναμομηχαναὶ θὰ ἦσαν ὑπόχρεοι νὰ μὴ εὐρίσκωνται εἰς λειτουργίαν διαρκῇ, οὕτω δὲ τὰ κεφάλαια τῆς ἐπιχειρήσεως θὰ ἐθεωροῦντο ὡς μένοντα ἀργά· διὰ τοῦ συνδυασμοῦ τούναντίον τῶν δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος μετὰ τῶν ἡλεκτρικῶν συλλεκτῆρων δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ οἰκονομία σπουδαία, κατασκευαζομένων δυναμομηχανῶν μικροτέρων διαστάσεων. Εἶδομεν ἄνωτέρῳ ὅτι οἱ ἡλεκτρικοὶ συλλεκτῆρες εἶναι συστοιχίαι ἐκ μολυβδίνων πλακῶν ἐμβεβαπτισμένων ἐντὸς ἡραιωμένου θειικοῦ ὀξέος, ὅτι δὲ κατὰ τὴν φόρτωσιν αὐτῶν, ἐπιτυγχανομένην διὰ τῆς ἐκ τῆς δυναμομηχανῆς μεταφορᾶς ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου σχηματίζεται ὑπεροξειδίου μολύβδου, ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου ἐνεκα τοῦ ἐκλυομένου ὑδρογόνου σχηματίζεται σπογγώδης μολύβδος, μέρους τῶν

δύο αερίων, όξυγόνου και ύδρογόνου, συνενωμένον εις ύδωρ, και μέρος του θειικοϋ όξέος έλευθερουμένου· κατά την φόρτωσιν ούτω των συλλεκτήρων το ειδικόν βάρος του ύγρου ανέρχεται από 1,147 μέχρι 1,157, όταν δέ ή ενεργός των ήλεκτροδίων μάζα δέν εύρίσκηται πλέον εις θέσιν να συνενώση εις ύδωρ τα δύο αέρια τα κατά την διάδον του ρεύματος εκλυόμενα, μέρος μέν αυτών εκφεύγει, μέρος δέ καλύπτει όλονέν δια παχείος στρώματος τας πλάκας, ενώ συγχρόνως το όξύ αναπτύσσει όλονέν μεγεθυνομένας φυσαλίδας· ούτως ή ήλεκτρεγερτική δύναμις αύξάνει ταχέως από 2 εις 2,05 βόλτ και είτα διαδοχικώς μέχρι 2,35 βόλτ· τότε άρχεται ζωηρά ανάπτυξις αερίων, αύξάνεται ή έσωτερική αντίστασις και ή ήλεκτρεγερτική δύναμις φθάνει εις το μέγιστον της αξίας αυτής 2,7 βόλτ. Κατά την εκφόρτωσιν δια του διαδοχικοϋ σχηματισμοϋ θειικοϋ μολύβδου επ' άμφοτέρων των πλακών σχηματίζεται θεικόν όξύ και έλευθεροϋται ύδωρ, ούτω δέ το ειδικόν του θειικοϋ όξέος βάρος κατέρχεται μέχρι 1,138· επίσης ή ήλεκτρεγερτική δύναμις έν τοίς πόλοις κατέρχεται από 2 βόλτ κατ' αρχάς ταχέως μέχρι περίπου 1,95 βόλτ και είτα βαθμυδόν μέχρι 1,75 ή 1,8 βόλτ, όποτε ή εκφόρτωσις δέον να διακοπή, διότι ή ήλεκτρεγερτική δύναμις άρχεται ταχέως καταπίπτουσα, ή δέ ενεργός μάζα ένεκα των μεταβολών του όγκου κυρτοϋται. Τοιαύτη είναι ή πορεία της φορτώσεως και εκφορτώσεως των ήλεκτρικων συλλεκτήρων, οίτινες κατά τας περιπτώσεις ιδίαι της διαταράξεως των δυναμομηχανών και της εκ διαφόρων λόγων αίφνιδίας διακοπής της λειτουργίας αυτών, δύνανται, έφ' όσον ή ήλεκτροχωρητικότητα των έπιτρέπει, να αντικαταστήσωσι την προς παροχήν ήλεκτρικοϋ ρεύματος πηγήν, μέχρι της επανορθώσεως των γενομένων εις τας δυναμομηχανάς βλαβών· προς τοϋτο όμως δέον αι συστοιχίαι των συλλεκτήρων να ώσιν όσον ένεστι μεγαλύ-τεραι και περισσότεραι. Έν αντιπαραβολή όμως προς τας δυναμομηχανάς συνεχοϋς ρεύματος υπερτεροϋσι σήμερον έν ταίς ήλεκτρικαίς εγκαταστά-σεσι των κεντρικων σταθμών αι δυναμομηχαναι ρεύματος έναλλακτικοϋ, του όποιου ή ήλεκτρεγερτική δύναμις ποικίλλει μεταξύ 2000 και 6000 βόλτ· ρεύμα μεγάλης ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως μεταφέρεται πολϋ εύω-νότερον και απλούστερον, διότι ή αντίστασις των άγωγών έξαρτάται εκ της έντάσεως και ούχι εκ της ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως, ούτω δέ ή άπώλεια της ήλεκτρικής ενεργείας είναι πολϋ όλιγωτέρα· κυρίως όμως την διάδοσιν των δυναμομηχανών ρεύματος έναλλακτικοϋ έπιβάλλει ή εύκολος δια των μεθαρμωστών έν τω τόπω της χρησιμοποιήσεως μετα-

τροπή ρεύματος μεγάλης ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως και μικρᾶς ἐντάσεως εἰς ρεῦμα μεγαλυτέρας ἐντάσεως καὶ μικροτέρας ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ὁποίων δέονται αἱ πλειότεραι τῶν ἐφαρμογῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ· οὕτω π. χ. κατὰ μέσον ὅρον διὰ τὰς λυχνίας διαπυρακτώσεως ἀρκεῖ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις 110 ἢ 220 βόλτ, διὰ τοὺς τοξοειδεῖς λαμπτήρας 50 βόλτ, διὰ τὴν κίνησιν τῶν τροchioδρόμων 500 βόλτ καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Οἱ μεθαρμοσται εἶναι ὄργανα ἐπαγωγῆς, στηριζόμενα κυρίως ἐπὶ τῆς ιδιότητος αὐτῆς, καθ' ἣν ἡ ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ ἐπὶ τοῦ δευτερογενεοῦς πηνίου παραγομένου ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματος ἔχει τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ηλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τοῦ ἐν τῷ πρωτογενεῖ πηνίῳ ἐπάγοντος ρεύματος, ὅποιον λόγον ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους οἱ ἀριθμοὶ τῶν ἐν ἐκάστῳ πηνίῳ συσπειρώσεων τῶν ἄγωγῶν συρμάτων· ἐλαττοῦντες οὕτω τὸν ἀριθμὸν τῶν συσπειρώσεων ἐν τῷ δευτερογενεῖ πηνίῳ, ἐν ᾧ χρησιμοποιεῖται σύρμα παχύτερον, καὶ αὐξάνοντες τὸν ἀριθμὸν τῶν συσπειρώσεων τοῦ λεπτοτέρου σύρματος τοῦ πρωτογενεοῦς πηνίου, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα ἐν τῷ δευτερογενεῖ πηνίῳ μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως· περιττόν νὰ σημειώσωμεν ὅτι πρέπει ἐν ἐκάστῳ μεθαρμοστῇ νὰ ὑπολογισθῶσιν ἀκριβῶς ἐκ τῶν προτέρων αἱ συσπειρώσεις, νὰ ληθῶσι δὲ καὶ πάντα τὰ ἀπαιτούμενα μέτρα πρὸς ἀποφυγὴν ἀπωλείας τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἰδίᾳ διὰ τελειοτάτης ἀπομονώσεως καὶ διὰ τῆς ἀποφυγῆς ὅσον ἔνεστι τῶν ἐπιρρευσμάτων. Ἐκ πάντων τῶν διαφορῶν τύπων δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος τῶν ἐν τοῖς κεντρικοῖς ηλεκτρικοῖς σταθμοῖς χρησιμοποιουμένων, τὴν νικῶσαν θέσιν κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη κατέλαβον δυναμομηχαναὶ πολυφασικοῦ καὶ ἰδίᾳ τριφασικοῦ ρεύματος, τούτων δὲ ἡ διάδοσις τείνει νὰ γενικευθῇ ἀφ' ἧς ἰδίᾳ κατασκευάσθησαν ἡλεκτροκινητήριοι μηχαναί, αἵτινες ἐν τῷ τόπῳ τῆς χρησιμοποίησεως ἀπ' εὐθείας τροφοδοτοῦμεναι διὰ τριφασικοῦ ρεύματος δύνανται νὰ μεταβάλῃσι τὴν ηλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς μηχανικὴν καὶ νὰ παράσχῃσιν οὕτω δυνάμιν κινήριον.

Ἡ πρὸς ἀλλήλας σύζευξις δύο ἢ πλειότερων δυναμομηχανῶν δύναται νὰ γίνῃ ὅπως καὶ ἐν ταῖς ηλεκτρικαῖς στήλαις κατὰ δύο τρόπους, εἴτε τουτέστιν ἐν τάσει, εἴτε ἐν ποσότητι· κατὰ τὴν σύζευξιν ἐν τάσει αἱ ηλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις καὶ αἱ ἐσωτερικαὶ ἀντιστάσεις προστίθενται, ἐνουμένων πρὸς ἀλλήλων τῶν ἀντιθέτων πόλων τῶν δυναμομηχανῶν· κατὰ τὴν ἐν ποσότητι σύζευξιν ἐνοῦνται πρὸς ἀλλήλους ὅλοι οἱ θετικοί

καὶ ὅλοι οἱ ἄρνητικοὶ πόλοι, ἐὰν δὲ αἱ οὕτω συνενούμεναι δυναμομηχαναὶ εἶναι ὁμοίαι ἐντελῶς καὶ περιστρέφονται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ ὅλου συμπλέγματος εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τῆς μιᾶς δυναμομηχανῆς, ἀλλ' ἡ ἔντασις τοῦ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ κυκλώματι κυκλοφοροῦντος ρεύματος εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων ἐκάστης τῶν δυναμομηχανῶν. Ἡ ἐν τάσει σύζευξις κατορθοῦται γενικῶς πολὺ εὐκολώτερον ἢ ὅσον ἡ κατὰ ποσότητα σύζευξις, διότι αἱ δυναμομηχαναὶ οὐδέποτε εἶναι ἐντελῶς ὁμοίαι διὰ τὰ ἔχουσιν ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν εἰς τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Ἀλλως τε ὁ τρόπος τῆς συζεύξεως διὰ τὰς δυναμομηχανὰς συνεχοῦς ρεύματος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ τρόπου τῆς διεγέρσεως αὐτῶν· συνήθως αἱ ἐν σειράν δυναμομηχαναὶ συνδέονται ἐν τάσει, αἱ κατὰ παραγωγὴν δυναμομηχαναὶ συζεύγνυνται ἐν ποσότητι, καὶ αἱ τῆς συνθέτου διεγέρσεως δυναμομηχαναὶ οὔτε ἐν τάσει οὔτε ἐν ποσότητι δύνανται ἀρκούντως ἐπιτυχῶς νὰ συζευχθῶσι. Προκειμένου δὲ περὶ τῶν δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σύζευξις αὐτῶν παρουσιάζει συνήθως περισσοτέρας δυσκολίας ἢ ὅσον ἡ σύζευξις δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος· ἐπειδὴ οἱ πόλοι τῶν δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος δὲν εἶναι ὠρισμένοι, εἶναι ἐνδεχόμενον νὰ ἐνωθῶσιν αἱ δυναμομηχαναὶ διὰ τῶν ἀντιθέτων αὐτῶν πόλων, ὁπότε τὸ ρεῦμα θὰ ἐκλείετο ἐν βραχείᾳ κλείσει, ἐνῶ ἡ κατὰ ποσότητα (ἄλλως καὶ παράλληλος λεγομένη) σύζευξις ἡ μόνη διὰ τὴν συνένωσιν τῶν δυναμομηχανῶν ρεύματος ἐναλλακτικοῦ κατάλληλος ἀπαιτεῖ τὴν πρὸς ἀλλήλους συνένωσιν τῶν ὁμωνύμων πόλων. Ἡ δυσκολία λοιπὸν συνίσταται εἰς τὸ νὰ ἀποκαταστῇ ἡ συνένωσις τῶν δύο δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος καθ' ἣν στιγμὴν ἐν τοῖς πόλοις αὐτῶν ὑπάρχει ἀκριβοῦς σύμπτωσις τῶν σημείων, καθ' ἣν τουτέστι στιγμὴν ἀμφοτέρω τὰ συνενωθησόμενα ἄκρα εἶναι ἀκριβῶς θετικὰ ἢ ἀκριβῶς ἀρνητικά· καὶ προσαπαιτεῖται μὲν καὶ δευτέρως τις ὁρος, ἡ καθ' ὅλον τουτέστι τὸ διάστημα τῆς συζεύξεως σύμπτωσις ἐν τοῖς συνηνωμέναις ἄκροις τῶν αὐτῶν σημείων, τοῦθ' ὅπερ ὡς προαπαιτοῦν τὴν ἀκριβῆ ἀμφοτέρων τῶν δυναμομηχανῶν ἰσότητα ταχύτητος, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθῇ μηχανικῶς· ἀλλ' ὁ ὁρος οὗτος ἐπιτυγχάνεται αὐτομάτως, διότι ἡ πείρα δεικνύει ὅτι εὐθὺς ὡς ἡ σύζευξις γίνῃ συμφώνως πρὸς τὸν ὅρον τῆς ἀκριβοῦς τῶν σημείων συμπτώσεως ἐν τοῖς πόλοις, γίνονται ἡλεκτρικαὶ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι ἀναγκάζουσι

τὰς δύο δυναμομηχανὰς νὰ περιστρέφονται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, οὕτω δὲ ἡ σύμπτωσις τῶν σημείων τῶν πόλων ὑφίσταται ἐξακολουθητικῶς καὶ αἱ συζευγνύμεναι δυναμομηχαναὶ λειτουργοῦσιν ὑπὸ καλᾶς συνθήκας μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν παύσει ἡ περιστροφή των. Τὸ ζήτημα ὅθεν τῆς κατὰ ποσότητα ἢ παραλλήλου συζεύξεως τῶν δυναμομηχανῶν ἐναλλακτικοῦ ρεύματος περιορίζεται εἰς τὸν πρῶτον μόνον ὅρον, εἰς τὴν ἐκλογὴν δηλονότι ἀκριβοῦς τῆς στιγμῆς ἐκείνης καθ' ἣν ὑπάρχει συμφωνία τῶν σημείων εἰς τὰ ἐνωθησόμενα ἄκρα, ὅπως τότε ἀκριβοῦς ἐκτελεσθῇ ἡ συνένωσις αὐτῶν· ἐν τῇ πράξει κατορθοῦται τοῦτο ὡς ἐξῆς· ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δύο ἁγωγῶν, δι' ὧν συνδέονται αἱ δυναμομηχαναί, παρεμβάλλονται δύο λυχνίαι πυρακτώσεως συνήθεις, ἐκάστη τῶν ὁποίων ἀπαιτεῖ ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν ἴσην πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἡλεκτροδυναμητικῶν τῶν πόλων ἐκάστης τῶν δυναμομηχανῶν· ἐὰν αἱ λυχνίαι ἀναφθῶσιν, αἱ δυναμομηχαναὶ συνηνώθησαν ἐν σειρᾷ· τοῦναντίον ἐὰν αἱ λυχνίαι εἰσὶν ἐντελῶς ἐσθεςμέναι, αἱ δυναμομηχαναὶ συνηνώθησαν ἐν ποσότητι· ἐπὶ τῇ βάσει ταύτῃ τῶν ἐνδείξεων τῶν δύο λυχνιῶν εἶναι δυνατόν νὰ ἐνδειχθῇ ἡ στιγμή τῆς ἀκριβοῦς συμφωνίας τῶν πρὸς ἀλλήλους συνενουμένων πόλων.

Πλὴν τῶν μηχανῶν πρὸς παροχὴν τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας καὶ πρὸς μετατροπὴν αὐτῆς εἰς ἡλεκτρικὴν, ἀναπόσπαστα παντὸς κεντρικοῦ ἡλεκτρικοῦ σταθμοῦ ἐξαρτήματα τυγχάνουσι διάφορα ὄργανα πρὸς μέτρησιν, κλεισιν ἢ διακοπὴν, ρύθμισιν, διανομὴν καὶ ἀσφάλειαν κλπ.· ταῦτα τοποθετοῦνται συνήθως ἐπὶ μεγάλου μαρμαρίνου πίνακος (γαλλ. tableau de distribution, γερμ. Schaltbrett, ἀγγλ. switch board), ὅπως ὧσιν ὑπὸ τὴν διηνεκῇ ἐποπτείαν καὶ ἐπιτήρησιν τοῦ οἰκείου ὑπαλλήλου. Τῶν ἐξαρτημάτων τούτων τὰ σπουδαιότερα εἶναι 1) ἀμπεόμετρα πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, παρεμβαλλόμενα ἐν σειρᾷ ἐπὶ τοῦ κυρίου κυκλώματος· 2) βόλτιμετρα πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως τοῦ ρεύματος τῆς δυναμομηχανῆς, παρεμβαλλόμενα κατὰ παραγωγὴν· 3) ρυθμισταὶ τοῦ ρεύματος ἢ ρεοστάται, δι' ὧν παρέχεται τῷ ρεύματι κατὰ βούλησιν μεγαλυτέρα ἢ μικροτέρα ἀντίστασις, ὅτε διερχομένῳ διὰ μεγαλυτέρου ἢ μικροτέρου ἀριθμοῦ σπειρῶν σύρματος μεταλλικοῦ· 4) διακοπιῆρες (γαλλ. disjoncteur, γερμ. Auschalter, ἀγγλ. cut out), δι' ὧν δύναται νὰ διακοπῇ ταχέως ἢ νὰ κλεισθῇ ἀσφαλῶς τὸ κύκλωμα· τὰ ὄργανα ταῦτα κατασκευάζονται ὑπὸ ποικίλην μορφήν, τινὰ δὲ τού-

των ἐνεργοῦσιν αὐτομάτως, διακόπτοντα τὸ ρεῦμα καθ' ἣν στιγμὴν τοῦτο διέρχεται ὠρισμένον τι ὄριον, πέρα τοῦ ὁποίου ὑπάρχουσι φόβοι κινδύνου τινὸς πυρκαϊᾶς ἢ καταστροφῆς τῶν μηχανημάτων. 5) συσκευῆς, δι' ὧν τὸ ρεῦμα δύναται ἀπὸ ἐνὸς μέρους τοῦ δικτύου τῶν ἀγωγῶν νὰ μεταβιβασθῇ εἰς ἕτερον μέρος τοῦ δικτύου καὶ νὰ ἀλλάξῃ ἐπομένως τὴν πορείαν αὐτοῦ ἀπὸ ἐνὸς εἰς ἕτερον ἐξωτερικὸν κύκλωμα. 6) ἀσφαλιστῆρες διάφοροι σκοποῦντες τὴν ἀπομάκρυνσιν παντὸς κινδύνου πυρκαϊᾶς· εἶναι οὗτοι συνήθως σύρματα ἢ ἐλάσματα μολύβδινά τοποθετούμενα εἰς πολλὰ τοῦ ἀγωγοῦ μέρη καὶ τηκόμενα εὐθὺς ὡς τὸ ρεῦμα καταστῇ ἐντατικώτερον τοῦ θέοντος, ὡς συμβαίνει κατὰ τὴν βραχεῖαν κλείσιν, οὕτω δὲ διακόπτοντα τὴν συνέχειαν τῆς ἀγωγῆς. Βραχεῖα κλείσεις, (γαλλ. court-circuit, γερμ. Kurzschluss, ἀγγλ. short circuit) λαμβάνει χώραν, ὅταν τὸ ρεῦμα ἕνεκα προσεγγίσεως πρὸς τὸν κύριον ἀγωγὸν ἑτέρου ἀγωγοῦ σώματος δὲν ἐξακολουθῇ τὴν προτέραν του πορείαν, ἀλλὰ λαμβάνῃ τὴν πρὸς τὸν πλησιάσαντα ἀγωγὸν ἄγουσαν· τοῦτο π. χ. συμβαίνει, ὅταν ἐν τῷ κυκλώματι παρεμβάλωμεν ἀντιστάσεις, λυχνίας, ἡλεκτροκινητήριους μηχανὰς κλπ. ἢ ὅταν τυχαίως ἀγωγὸν τι σῶμα ἅπτηται τοῦ κυρίου ἀγωγοῦ· τὸ βραχέως κλειόμενον ρεῦμα ἕνεκα τοῦ μικροτέρου τῶν ἀγωγῶν μήκους πολλάκις καθίσταται ἐπικίνδυνον. Τοιοῦτος π. χ. κίνδυνος δύναται νὰ προέλθῃ κατὰ τὴν ἐκμετάλλευσιν ἡλεκτρικῶν τροχιοδρόμων μετ' ἐναερίων ἀγωγῶν, ἐὰν τις εὕρισκόμενος ἐπὶ τῶν σιδηρῶν ῥάβδων ἐράπτηται τοῦ ἐναερίου ἀγωγοῦ, ὅποτε τὸ ρεῦμα κλείεται διὰ τοῦ σώματος αὐτοῦ· ἡ βραχυτέρα κλείσις τοῦ ρεύματος τῆς δυναμομηχανῆς γίνεται, ἐὰν ἐνωθῶσι διὰ μικροῦ ἀγωγοῦ οἱ δύο αὐτῆς πόλοι.

Μεταφορὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας (γαλλ. transmission électrique, γερμ. Kraftübertragung, ἀγγλ. electric transmission). Ἡ ἐν κεντρικῷ ἡλεκτρικῷ σταθμῷ παραγομένη ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια μεταφέρεται διὰ καταλλήλων ἀγωγῶν περαιτέρω εἰς τοὺς τόπους τῆς ἐφαρμογῆς, ἐνθα διὰ καταλλήλων συσκευῶν καὶ μηχανημάτων μετατρέπεται εἰς ἄλλην ἐνεργείας μορφήν, εἰς θερμαντικὴν π. χ. διὰ τῶν λυχνιῶν πυρακτώσεως καὶ διὰ τῶν λαμπτήρων τόξου βολταϊκοῦ, εἰς μηχανικὴν διὰ τῶν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν κ.λ.π. Ἡ τοιαύτη ἐνεργείας μεταφορὰ προτιμᾶται τὴν σήμερον παντὸς ἄλλου εἶδους, καθ' ὅσον παραβαλλομένη πρὸς τὰ ἄλλα ταῦτα εἶδη εὕρισκεται ἐνέχουσα πλεονεκτήματα ἀκατάβλητα, οὔσα ἀθόρυβος, ἀκίνδυνος, οἰκονομικωτέρα καὶ ἐν πολλοῖς ἡ μόνη

ἀρμόδιος· ἐπεξετάθη δὲ ἰδίᾳ, ἀφ' ἧς ἐφευρέθησαν καὶ ἐτελειοποιήθησαν αἱ ἡλεκτροκινητήριοι μηχαναὶ (électromoteurs), δι' ὧν κατορθοῦται ἡ ἐν τῷ τόπῳ τῆς ἐφαρμογῆς μεταβολὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς ἐνέργειαν μηχανικὴν. Τῶν μηχανῶν τούτων ἡ ἀνακάλυψις ὀφείλεται εἰς τυχαίαν ὁλως σύμπτωσιν· ἐν τοῖς ἐν Παρισίοις ἐργαστασίοις τῆς ἐταιρείας Gramme ὑπῆρχον δύο δυναμομηχαναὶ προωρισμέναι εἰς παραγωγὴν ρεύματος δι' ἡλεκτρικὸν φῶς, ἐξ ὧν ἡ μία μόνον εὕρισκετο ἐν λειτουργίᾳ· εἰς τοῦ καταστήματος ἐργάτης παρατηρήσας ἐπὶ τοῦ ἐδάφους κείμενα δύο σύρματα καὶ νομίσας ὅτι ταῦτα ἀνήκον εἰς τὴν μὴ ἐν λειτουργίᾳ μηχανὴν προσέδεσεν αὐτὰ εἰς τοὺς δύο αὐτῆς πόλους· ἀλλ' εὐθὺς ἀμέσως πρὸς ἐκπληξιν πάντων τῶν παρόντων ἡ οὕτω διὰ τῶν δύο συρμάτων ἐφοδιασθεῖσα δυναμομηχανὴ ἤρξατο περιστρεφομένη, ἐξετασθέντος δὲ τοῦ αἰτίου τῆς αἰφνιδίας ταύτης περιστροφικῆς κινήσεως εὗρέθη ὅτι διὰ τῶν συρμάτων ἐκείνων συνήνωσεν ὁ ἐργάτης πρὸς ἀλλήλας τὰς δύο δυναμομηχανὰς καὶ ὅτι ἐπομένως ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ ὀπλισμοῦ τῆς δευτέρας ὠφείλετο εἰς τὸ ἀπὸ τῆς πρώτης μεταβιβασθὲν εἰς αὐτὴν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα· ὄντως δὲ κατ' ἀρχὴν οὐδαμῶς διαφέρουσιν αἱ δυναμομηχαναὶ τῶν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν. Ἡ μεγίστη σπουδαιότης τῆς παρατηρήσεως ταύτης ἐγένετο εἰς εὐρύτερον κύκλον γνωστὴ διὰ τοῦ Hippolyte Fontaine κατὰ τὴν ἐν Βιέννῃ ἐκθεσιν τοῦ 1873, ὅτε καὶ ἐγένετο δοκιμαστικῶς μεταφορὰ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς ἀπόστασιν 2 χιλιομέτρων. Ὁ Γάλλος ἡλεκτρολόγος Marcel Deprez ἐργασθεὶς φιλοπόνως ἐπὶ τοῦ θέματος τούτου παρουσίασε κατὰ τὴν ἐν Μονάχῳ ἐκθεσιν τοῦ 1882 διάφορα πειράματα, τὰ ὅποια ἀπεδείκνυσαν μὲν τὸ δυνατόν τῆς τεχνικῆς τοῦ προβλήματος λύσεως, δὲν ἐξετόπιζον ἐν τούτοις πάσας τὰς παρουσιαζομένας δυσχερείας· ὁ Deprez κατώρθωσε νὰ μεταβιβάσῃ ἀπὸ τὴν πολίχνην Miesbach εἰς τὸ κατάστημα τῆς ἐκθέσεως εἰς ἀπόστασιν 57 χιλιομέτρων ἐνέργειαν 10 ἵππων, μεταχειρισθεὶς ἀγωγὸν 4 χιλιοστομέτρων διαμέτρου καὶ ρεῦμα 1500 βόλτ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως. Αἱ γενόμεναι ἐκτοτε τελειοποιήσεις ἐν τῇ κατασκευῇ τῶν δυναμομηχανῶν καὶ ἡ πείρα τῶν ἐπανειλημμένων ἐγκαταστάσεων συνετέλεσαν εἰς τὴν εὐρυτάτην ἐξάπλωσιν τῆς μεταφορᾶς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἡ μεταφορὰ δι' ἀγωγῶν εἰς πολὺ ἀπομεμακρυσμένας ἀποστάσεις ρευμάτων ἐχόντων μεγάλην ἔντασιν παρουσιάζει μεγίστας δυσκολίας· ἐὰν π. χ. ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τινα ἀπὸ τοῦ κεντρικοῦ ἡλεκτρικοῦ σταθμοῦ ὠρισμένην ἀπόστασιν ἀπαιτεῖται ὠρισμένη τις ἔντασις

τοῦ ρεύματος, εἶναι φανερόν ὅτι διὰ τὴν μεταφορὰν ρεύματος τῆς αὐτῆς ἐντάσεως εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν πρέπει ὁ ἀγωγὸς νὰ ἔχῃ διπλασίαν διάμετρον, ἵνα ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ μείνῃ ἡ αὐτή· ἀλλὰ μὲ τὴν αὐξήσιν τῆς διαμέτρου τοῦ ἀγωγοῦ τὰ ἐξοδα αὐξάνουσι κατὰ τὸ τετράγωνον, οὕτω δὲ αἱ δαπάναι δι' ἀποστάσεις πολὺ ἀπομεμακρυσμένας φθάνουσι μέχρι ὁρίου τινός, καθ' ὃ ἡ ἐγκατάστασις ὑπὸ ἐποψίν οἰκονομικὴν εἶναι ἀσύμφορος. Εὐτυχῶς ὁμως δὲν πρόκειται περὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἢ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς αὐτοῦ ἐντάσεως, ἀλλὰ περὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἥτις εἶναι γινόμενον τῶν δύο τούτων παραγόντων, καὶ τὴν ὁποίαν πρόκειται νὰ μεταφέρωμεν διὰ τῆς γραμμῆς ἄνευ μεγάλης ἀπωλείας· μένει δὲ ἡ ἐνέργεια ἡ αὐτὴ εἰάν ἐλαττωθῇ ἡ ἐνταση καὶ αὐξηθῇ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἀρκεῖ νὰ λαμβάνηται πάντοτε ἐκ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ ἀμφοτέρων τὸ αὐτὸ γινόμενον· ἐλέγομεν καὶ ἀλλαχοῦ ὅτι ἐν τῷ τόπῳ τῆς χρησιμοποίησεως θὰ ἔχωμεν τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν τῶν 20000 π. χ. βὰτ εἰάν μεταφέρωμεν αὐτὴν εἴτε διὰ ρεύματος ἔχοντος 200 ἀμπέρ ἐνταση καὶ 100 βόλτ ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, εἴτε διὰ ρεύματος ἔχοντος 20 μόνον ἀμπέρ ἐνταση καὶ 1000 βόλτ ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μεταφορὰ ρεύματος μὲ ὑψηλὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν εἶναι εὐκόλος καὶ εὐωνος, προτιμᾶται ἡ παραγωγὴ καὶ μεταφορὰ τοιοῦτου ρεύματος, τὸ ὁποῖον ἐν τῷ τόπῳ τῆς χρησιμοποίησεως δύναται καταλλήλως διὰ τῶν μεθαρμωστῶν νὰ μετατραπῇ εἰς ρεῦμα μικροτέρας ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ μεγαλυτέρας ἐντάσεως.

Πρὸς μεταφορὰν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος χρησιμοποιοῦνται σύρματα ἐκ μετάλλων ὅσον ἐνεστί τελειότερον ἀγόντων τὸν ἡλεκτρισμὸν, οἷον ἐκ χαλκοῦ· ὅπως δὲ ὁ ἀγωγὸς μεταφέρῃ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀπὸ σημείου εἰς σημεῖον ἄνευ τινὸς ἐν τῷ μεταξὺ ἐξασθενήσεως, ὀφείλει νὰ εἶναι καθ' ὁδὸν ἀπομεμονωμένος διὰ μὴ ἀγωγῶν (διηλεκτρικῶν, ἀπομονωτικῶν) σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἐμποδίζουσι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα νὰ ἀκολουθήσῃ ἄλλην ὁδόν. Ὁ ἀὴρ εἶναι ἐκ τῶν καλυτέρων διηλεκτρικῶν σωμάτων καὶ δύναται ἐν σύρμα περιβαλλόμενον πανταχόθεν ὑπὸ τοῦ ἀέρος νὰ εἶναι τεταμένον ἐν αὐτῷ, ἀπομονούμενον δι' ἄλλων διηλεκτρικῶν σωμάτων εἰς τὰ σημεῖα μόνον ἐκεῖνα, καθ' ἃ στηρίζεται ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς ἀπόστασιν ἐπὶ στύλων ἢ ἄλλων ἀγωγῶν σωμάτων· τοιοῦτοι ἀγωγοὶ καλοῦνται ἐναέριοι. Ἀλλ' οἱ ἀγωγοὶ δύνανται νὰ διέρχωνται τοὺς ἐσωτερικοὺς χώρους οἰκοδομημάτων ἐφαπτόμενοι τῶν τοίχων ἢ τῆς ὀροφῆς αὐτῶν ἢ νὰ μεταβιβάζωνται ὑπογείως ἀνασκαπτομένων

τῶν ὁδῶν ἢ τέλος νὰ μεταφέρωσι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δι' ὕδατος· ἐν πάσαις ταύταις ταῖς περιστάσεσιν οἱ ἄγωγοί περιβάλλονται καθ' ὅλην αὐτῶν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν διὰ σώματος ἀπομονωτικοῦ, οἷον μεταξίνων νημάτων, καουτσούκ κλπ. καὶ ὀνομάζονται ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς μεταφορᾶς αὐτῶν ὑπόγειοι, ὑποθαλάσσιοι κλπ. ἢ ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς ἀπομονώσεως αὐτῶν καλωδία κλπ. Πολὺ πρὸ τῆς ἀναπτύξεως τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς μέχρι τοῦ σημείου τῆς μεταφορᾶς ἐνεργείας ἡλεκτρικῆς διὰ φῶς ἢ κίνησιν, οἱ ἡλεκτρικοὶ ἄγωγοί εἶχον ἀναπτυχθῆ εἰς κύκλον εὐρύν χάρις εἰς τὴν ἐν τῇ ἡλεκτρικῇ τηλεγραφίᾳ χρησιμοποίησιν αὐτῶν· ἀλλ' αὕτη μεταχειρίζεται ρεύματα ἡλεκτρικὰ ἐλαχίστης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ὅποια τὰ δι' ἡλεκτρικῶν στηλῶν παραγόμενα, ἐνῶ ἡλεκτρικὰ ρεύματα πρὸς μεταφορὰν ἐνεργείας ἔχουσι πολλάκις ἔντασιν ἑκατοντάδων ἀμπέρ καὶ ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν χιλιάδων βόλτ· ὁ τρόπος ἐν τοσούτῳ τῆς μεταφορᾶς ἔμεινεν ὁ αὐτός, οὕτω δὲ τὰ ἐκ τῆς τηλεγραφίας περὶ τῶν ἡλεκτρικῶν ἀγωγῶν διδάγματα ἐχρησίμευσαν πολὺ ἐν τῇ τεχνικῇ τῶν ἰσχυρῶν ρευμάτων. Τὴν πρώτην ἀρχὴν τῆς κατασκευῆς ἀγωγῶν ἀποδίδουσιν εἰς τὸν Grey, ὅστις κατεσκεύασε γραμμὴν 250 μέτρων ἐν ἔτει 1727, ὅπως ἐξετάσῃ τὸν τρόπον τῆς μεταφορᾶς ἡλεκτρισμοῦ παραγομένου ἐκ τριβομένης ὑελίνου ράβδου· τὸ 1773 ὁ Schilling μετεχειρίσθη ἐν Πητροπόλει καλωδίων ὑπὲρ τὸν ποταμὸν Νέβαν τοποθετηθὲν πρὸς ἡλεκτρικὴν ἀνατίναξιν ἐν μεταλλεῖῳ, τὸ 1833 δὲ ὁ Weber ἐν Γοτίγγῃ μετέθετο ἐκ τοῦ ἀστεροσκοπείου δι' ἀγωγοῦ σήματα ἡλεκτρικά. Μετὰ τὰς πρώτας ταύτας ἐφαρμογὰς ἐπὶ 50 ὁλκ ἔτη ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς διαρκῶς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρομαγνητικῆς τηλεγραφίας ἡ κατασκευὴ τῶν ἡλεκτρικῶν ἀγωγῶν ἔλαβε μεγίστην πρὸς τὰ ἐμπρὸς ὠθησιν, ἀφ' ἧς ἰδίᾳ ἐποχῆς ἐλύθησαν τὰ τεχνικὰ προβλήματα τῆς δι' ὑποθαλασσίων καλωδίων συνενώσεως πόλεων καὶ ἡπείρων· μετὴν ἀνακάλυψιν ἐν τούτοις καὶ ἀνάπτυξιν τῆς τηλεφωνίας ἀφ' ἑνὸς καὶ μετὴν πρώτην τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτός ἀφ' ἑτέρου διάδοσιν ἐμελετήθησαν νέαι συνθήκαι τοῦ τρόπου τῆς ἀγωγῆς, τῶν μελετῶν δὲ τούτων ἀποτέλεσμα ὑπῆρξεν ἡ κατασκευὴ μεγάλων ἐναερίων γραμμῶν καὶ πολυπληθῶν δικτύων ὑπογείων καλωδίων πρὸς μεταφορὰν ρευμάτων ὑψηλῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως· ἀφ' ἧς τέλος ἐποχῆς ἐλύθησαν τὰ διάφορα ζητήματα πρὸς μεταφορὰν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἐνεργείας ἡλεκτρικῆς καὶ τῆς χρησιμοποίησεως αὐτῆς πρὸς κίνησιν ἡλεκτρικῶν τροχιο-

δρόμων καὶ σιδηροδρόμων, ἡ ἐκλογή τοῦ καταλληλοτέρου συστήματος δικτύου ἀγωγῆς καὶ ὁ τρόπος τῆς κατασκευῆς αὐτοῦ καὶ ἐγκαταστάσεως ἠρευνήθησαν διὰ πολυπληθῶν καὶ ἀκριβῶν παρατηρήσεων καὶ διδαγμάτων τῆς πείρας, εἰς τρόπον ὥστε τὴν σήμερον τὰ ζητήματα ταῦτα θεωροῦνται ἐντελῶς λελυμένα.

Ὡς ἀγωγοὶ διὰ τὴν μεταφορὰν ἰσχυρῶν ρευμάτων χρησιμοποιοῦνται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς σύρματα ἐκ χαλκοῦ, σπανιώτερον ἐκ κραμάτων τινῶν αὐτοῦ, καί, κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη, ἐξ ἀργιλίου. Ὁ ἀγοραῖος χαλκὸς ἐνέχει συνήθως διαφόρους ἄλλας χημικὰς οὐσίας, οἷον ὁ τῆς Χιλῆς ἵχνη βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου καὶ ἐλάχιστα μέρη ἀρσενικοῦ καὶ σιδήρου, ὁ τοῦ περιφήμου καταστήματος Lake superior ἵχνη ἀρσενικοῦ καὶ ἀργύρου, ὁ τοῦ ἀγγλικοῦ καταστήματος best selected ἵχνη ἀργύρου, ἀρσενικοῦ, ἀντιμονίου, βισμούθιου καὶ σιδήρου· ἡ ἀνάμιξις τῶν ξένων τούτων οὐσιῶν παραβλάπτει πολὺ τὴν ἀγωγιμότητα τοῦ χαλκοῦ, ὡς τὸ πρῶτον κατεδείχθη ἐκ τῶν πειραμάτων τοῦ W. Thomson, ἐξετάσαντος ἐπὶ τῇ εὐκαιρίᾳ τῆς πρώτης τοποθετήσεως ὑποθαλασσίου καλωδίου διάφορα χαλκοῦ δείγματα· μέχρι τοῦ 1866 ἡ κατεργασία τῶν δι' ἀγωγὴν συρμάτων τοῦ χαλκοῦ ἐγένετο μόνον μεταλλουργικῶς· ἐκτοτε ὁμως διὰ τῶν πρώτων τοῦ Elkington ἐργασιῶν ἤρξατο γινομένη αὕτη ἠλεκτρολυτικῶς, οὕτω δὲ ἐπληρώθη ὁ πρῶτος ὅρος διὰ τὴν ἐκλογήν τοῦ πρὸς ἀγωγὴν ὑλικοῦ, ἦτοι ὁ τῆς τελειοτέρας ἀγωγιμότητος αὐτοῦ. Δευτερεύοντες τοιοῦτοι ὅροι τυγχάνουσιν αἱ μηχανικαὶ τοῦ ἀγωγοῦ ιδιότητες, ἦτοι ἡ τῆς ἀπολύτου αὐτοῦ στερεότητος, ἡ τῆς ἐλαστικότητος, ἡ τῆς εὐκαμψίας καὶ ἡ τοῦ βάρους· ἐπεζητήθη διὰ τοῦτο ἡ κατασκευὴ ἀγωγῶν ἐκ δύο μετάλλων, τοῦ μὲν παρέχοντος μείζονα ἀγωγιμότητα, τοῦ δὲ παρουσιάζοντος εὐνοϊκωτέρας μηχανικὰς ιδιότητας· οὕτω τὸ 1859 ὁ Rosenkrantz ἐν Νέϋ Ὕρκη ἔλαβε προνόμιον συνθέτου σύρματος, μὲ πυρῆνα ἐσωτερικὸν ἐξ ἀργύρου καὶ μὲ ἐξωτερικὸν περικάλυμμα ἐκ χαλκοῦ, τὸ δὲ 1861 ὁ Parkes ἐν Birmingham κατεσκεύασε σύρμα ἐκ κράματος ἀργιλίου ἢ χάλυβος καὶ χαλκοῦ, καὶ ἐν γένει πλείσται ἄλλαι ἐπὶ τοῦ θέματος τούτου ἐγένοντο δοκιμαί, μέχρις οὗ ἐδείχθη ὅτι ἡ μεγάλη διαφορὰ τῆς ἀγωγιμότητος ἐν τῷ χαλκῷ ὠφείλετο κυρίως εἰς τὸν εὐκόλον σχηματισμὸν ὀξειδίων χαλκοῦ, πρὸς ἐκτόπισιν τῶν ὁποίων ἐχρησιμοποιήθη ὁ φωσφοροῦχος χαλκὸς παρέχων καὶ στερεότητῃ μείζονα· ὀλίγα ὁμως ἔτη μετὰ ταῦτα ἐφευρέθη ὑπὸ τοῦ Weiler ἕτερον κράμα χαλκοῦ παρουσιάζον πλείότερα

πλεονεκτήματα καὶ ἐνέχον τοῖς ἑκατὸν τρία μέρη κασσιτέρου. Ἐν τοσοῦτῳ καὶ τὸ κράμα τοῦτο ἐλάχιστα χρησιμοποιεῖται ἐν τῇ τεχνικῇ τῶν ἰσχυρῶν ρευμάτων καὶ μόνον κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη τὸ ἀργίλιον φαίνεται διεκδικοῦν πρὸς τὸν καθαρὸν ἡλεκτρολυτικὸν χαλκὸν θέσιν πρωτεύουσιν· κατὰ τὰς ἀπλᾶς περιπτώσεις τὸ ἐξοδὸν ἀπλῆς δι' ἓν χιλίομετρον ἀγωγῆς εἶναι τὸ αὐτὸ δι' ἀμφοτέρωτα τὰ μέταλλα, διότι εἶναι μὲν ἢ κατὰ τόννον τιμὴ τοῦ ἀργιλίου μεγαλυτέρα τῆς τοῦ χαλκοῦ, ἀλλὰ τὸ ἀργίλιον πλεονεκτεῖ αὐτοῦ κατὰ τὰς ἄλλας ιδιότητας, ἰδίᾳ τοῦ εἰδικοῦ βάρους· προκειμένου ὅμως περὶ καλωδίων ἢ σχέσις αὕτη μεταβάλλεται μειονεκτοῦντος πολὺ τοῦ ἀργιλίου, ἐπειδὴ ὡς ἐκ τῆς ἀναγκαιούσης μεγαλυτέρας διαμέτρου εἰς τοὺς ἐξ ἀργιλίου ἀγωγούς, ἢ ἀπομόνωσις αὐτῶν εἶναι πολὺ δαπανηροτέρα.

Τὸ συνήθεις σχῆμα τῶν ἀγωγῶν εἶναι τὸ κυλινδρικόν, ἀπαιτοῦν κατεργασίαν ἀπλουστέραν καὶ ἔχον ἐν τοῖς ἐναερίοις γραμμαῖς διάμετρον μέχρι 8 χιλιοστομ., διότι παχυτέρου ἀγωγοῦ ἢ τοποθέτησις παρέχει πολλὰς δυσχερείας. Ἐν τοῖς καλωδίοις οἱ ἀγωγοὶ δὲν ἔχουσι συνήθως διάμετρον μεγαλυτέραν τῶν 6 χιλιοστομέτρων, ἢ τοποθέτησις δὲ ἐν αὐτοῖς πλειοντέρων ἀγωγῶν ἀπομεμονωμένων τῶν μὲν ἀπὸ τῶν δὲ καὶ περικαλυπτομένων ἐξωτερικῶς διὰ καλοῦ διηλεκτρικοῦ σώματος γίνεται κατὰ διαφόρους τρόπους, ἰδέαν τῶν ὁποίων δύναται τις νὰ λάβῃ ἐὼν τμήση ὀριζοντίως τεμάχιον καλωδίου· συνήθως σχηματίζονται ἐν αὐτοῖς συμπλέγματα (γαλλ. *toron*, γερμ. *Litze*, ἀγγλ. *strand*), ἕκαστον τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀριθμὸν τινα ἀγωγῶν, οὕτω δὲ ἐν ἐνὶ καλωδίῳ ἔχοντι ἐξωτερικῶς σχῆμα κυλινδρικὸν δύνανται νὰ περιληφθῶσι πλείστοι ἀγωγοί. Ἡ ἡλεκτρικὴ αὐτῶν ἀντίστασις συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ

Ohm παρέχεται διὰ τοῦ τύπου $r = \frac{l}{\sigma \theta}$, ἐν ᾧ l παριστᾷ τὸ μῆκος,

θ τὴν διάμετρον καὶ σ τὸν συντελεστὴν τῆς ἀγωγιμότητος· εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ ἀντίστασις αὕτη αὐξάνει μετὰ τῆς θερμότητος, διὸ καὶ προσδιορίζεται συνήθως ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις τῶν ἐκ χαλκοῦ ἀγωγῶν διὰ τῆς εἰς ὤμ ἀντιστάσεως τεμαχίου 1 μέτρου μήκους, 1 χιλιοστομέτρου διαμέτρου καὶ 15° Κελσίου θερμοκρασίας· τὸ πηλίκον τῆς μονάδος διὰ τῆς εἰδικῆς ἀντιστάσεως ἀποτελεῖ, ὡς γνωστόν, τὴν εἰδικὴν ἀγωγιμότητα· χαλκὸς δὲ τοῦ ὁποίου ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις εἶναι μεγαλυτέρα τῶν 0,017 τοῦ ὤμ, ἢ ἡ εἰδικὴ ἀγωγιμότης μικροτέρα τῶν 57, δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς ἀγωγὴν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ἐν τοῖς ἐναερίοις ἀγωγοῖς μεγά-

λην σπουδαιότητα ενέχει ἀφ' ἑνὸς μὲν ἡ ἐξωτερικῶς ἐπιδρῶσα ἐπ' αὐτῶν μηχανικὴ ἐνέργεια τοῦ ἀνέμου, τῆς χιόνος καὶ ἄλλων αἰτίων, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ πρὸς ἐξουδετέρωσιν αὐτῆς μηχανικὴ τοῦ ἀγωγοῦ τάσις, ἐξαρτωμένη ἀπὸ τὸν βαθμὸν τῆς στερεότητος αὐτοῦ, τὴν ἐλαστικότητα, τὴν εὐκαμψίαν καὶ τὸ βάρος· βλέπομεν οὕτω τὸν μεταξὺ δύο ἀπομονωτῆρων τεταμένον ἀγωγὸν σχηματίζοντα πρὸς τὰ κάτω τόξον ἐφ' ὅσον ἡ ἐξουδετέρωσις αὕτη ἐπιτυγχάνεται, θραυόμενον δὲ ὅταν ὑπερνικήσῃ ἡ ἐξωτερικὴ ἐπ' αὐτοῦ ἐπενέργεια. Ὑποστηρίζεται δὲ ὁ ἐναέριος ἀγωγὸς διὰ τῆς προσδέσεως αὐτοῦ ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς ἀπόστασιν ἐπὶ ἀπομονωτικῶν κωδῶνων, τῶν ὁποίων τὸ σχῆμα, ἡ κατασκευὴ καὶ ἡ ὕλη εἶναι ποικίλα καὶ οἵτινες κατὰ τὰς ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις ἐνέχουσι μεγίστην σπουδαιότητα. Διάφοροι εἶναι ἐπίσης καὶ οἱ τρόποι τῆς πρὸς ἀλλήλους συνδέσεως τῶν ἐναερίων ἀγωγῶν ἢ τῶν ἐν καλωδίῳ τοιούτων εἰς δέσμην, τῆς ὁποίας τὸ σχῆμα δεόν νὰ ἦ ὅσον ἐνεστὶν ἀπλούστερον καὶ ἡ ἔκτασις ὅσον ἐνεστὶ μεγαλυτέρα περὶ τὸ σημεῖον τῆς συνενώσεως. Ποικιλώτερα ὁμῶς πολὺ καὶ συνθετώτερα τυγχάνουσι τὰ διάφορα συστήματα τῆς διανομῆς τῶν ἀγωγῶν, ὅταν ἰδίᾳ πλείοτεροι ἐκφεύγοντες ἐξ ἑνὸς κυρίου κλάδου διακλαδίζωνται διὰ διαφόρους σκοποὺς πρὸς πλείοτερας διευθύνσεις, ἀποτελοῦντες οὕτω σύνθετα κυκλώματα. Ἀλλ' οἱ ἐναεριοὶ ἀγωγοί, οἵτινες ὡς πρὸς τὰς ὀλιγωτέρας δαπάνας κατασκευῆς, τοποθετήσεως καὶ ἀπομονώσεως εἶναι προτιμότεροι τῶν ἄλλων τῆς ἀγωγῆς εἰδῶν, ἔχουσι καὶ μειονεκτήματα ἱκανά, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων τυγχάνουσιν οἱ ἐκ τῆς ἐλευθέρας αὐτῶν ἐν τῷ ἀέρι τάσεως κίνδυνοι κατὰ τῆς ζωῆς, καθ' ἃς περιπτώσεις εἰσὶ πεφορτισμένοι διὰ ρεύματος ὑψηλῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, καὶ ἡ ἐκ τῆς δικτυώσεως αὐτῶν παρεχόμενη εἰς τὰς ὁδοὺς ἀσχημία· ἄλλως τε δὲν λείπουσι καὶ ἐχθροὶ ποικίλοι ἐκ πάντων τῶν βασιλείων τῆς φύσεως κατὰ τῶν ἐναερίων τούτων ἀγωγῶν, καὶ μεταξὺ τῶν ἐχθρῶν τούτων τὴν πρωτεύουσαν ἴσως θέσιν κατέχει ὁ ἄνθρωπος, οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ διάφορα ἄλλα ζῷα, πτηνὰ ἰδίως καὶ ἕντομα, καὶ φυτικοὶ μικροοργανισμοὶ καὶ ἀτμοσφαιρικὰ φαινόμενα, βροχαί, χιόνες καὶ κεραυνοί. Πάντα ταῦτα τὰ μειονεκτήματα αἴρονται διὰ τῆς ὑπογείου τῶν ἀγωγῶν τοποθετήσεως ἐν μορφῇ ἰδίᾳ καλωδίων, τῶν ὁποίων ὁμῶς αἱ δαπάναι ὑπερβαίνουν κατὰ πολὺ τὰς τῶν ἐναερίων ἀγωγῶν ἕνεκα ἰδίᾳ τῶν πολλῶν διὰ τὴν ἀπομόνωσιν δυσχερειῶν. Ὑπάρχουσι δὲ διάφοροι τρόποι τοποθετήσεως τῶν ὑπογείων ἀγωγῶν, δυνάμενοι νὰ συνοψισθῶσιν ὡς ἑξῆς: 1) ἐν κλειστοῖς ὀχετοῖς ἢ

τοῦνελ, ἐν οἷς οἱ ὑπόγειοι ἄγωγοί τείνονται ἄνευ περικαλύμματος ἀπομονωτικοῦ, ὡς οἱ ἐναέριοι ἄγωγοί, μεταξὺ κωδῶνων ἐκ πορσελάνης· τὸ σύστημα τοῦτο εἶναι τὸ δαπανηρότατον πάντων, διότι ἀπαιτεῖται ἡ ὑπὸ τὸ ἔδαφος κατασκευὴ ἄρκούντως εὐρυχώρου τοῦνελ ὅπως περιληφθῶσι πάντες οἱ ἄγωγοί· 2) τοποθέτησις ἄγωγῶν κεκαλυμμένων ὑπὸ ἀπομονωτικοῦ περικαλύμματος ἐντὸς κλειστῶν κιβωτίων κατασκευασμένων ἐκ πετρῶν, ἀσφάλτου, σιδήρου κ.λ.π.· 3) τοποθέτησις τῶν ἄγωγῶν ἐν σωλῆσι καὶ 4) ἀπ' εὐθείας τοποθέτησις τῶν ἄγωγῶν ὑπὸ τὴν μορφήν καλωδίων ἐντὸς τοῦ ἔδαφους, ὁπότεν οἱ ὀπλισμοὶ αὐτῶν, ἤτοι τὰ ἐξωτερικὰ περικαλύμματα, δεόν νὰ ᾧσιν ὅσον ἔνεστι τελειότερα· εἰς τὸ τελευταῖον τοῦτο σύστημα ἀνήκουσι καὶ τὰ διὰ τοῦ ὕδατος μεταβιβαζόμενα καλώδια.

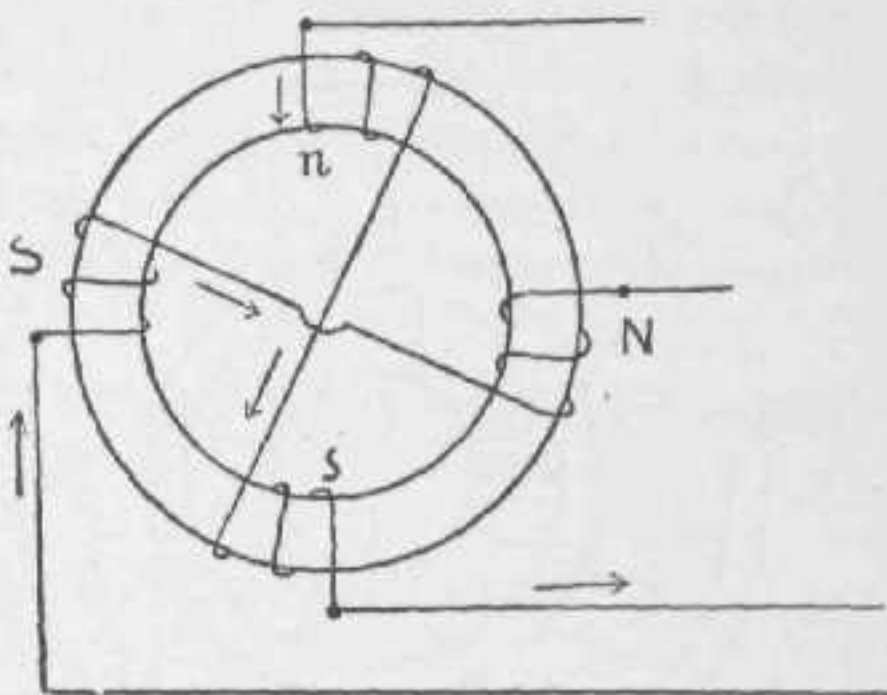
Ἡ ἐκ τῶν κεντρικῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν διὰ τῶν ἄγωγῶν μεταφερομένη ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται ἐν τῷ τόπῳ τῆς χρησιμοποιοῦσας εἰς ἄλλην ἐνεργείας μορφήν ἀναλόγως τῶν διαφορῶν ἐφαρμογῶν· μεταξὺ τῶν ἐφαρμογῶν τούτων σπουδαιοτάτη τυγχάνει ἡ πρὸς κίνησιν διαφορῶν μηχανημάτων ἐργαστασίου καθὼς καὶ τῶν σιδηροδρομικῶν καὶ τροχιοδρομικῶν ἀμαξῶν, ἐπιτυγχανομένη διὰ τῆς παρεμβολῆς τῶν ἀνωτέρω μνημονευθεισῶν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν (*électromoteurs*). Ἡ ἀρχὴ τῶν μηχανῶν τούτων εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τῶν δυναμομηχανῶν, καθ' ὅσον συνίστανται ὡς ἐκεῖναι ἐξ ἐπάγοντος καὶ ὀπλισμοῦ, τῇ διαφορᾷ μόνον ὅτι ἐν ταῖς δυναμομηχαναῖς ἡ μηχανικὴ τῆς περιστροφῆς ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν ἡλεκτρικὴν, ἐνῶ ἐν ταῖς ἡλεκτροκινητηρίοις μηχαναῖς ἀντιστρόφως ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς μηχανικὴν περιστροφικὴν ἐνέργειαν, χρησιμοποιουμένην πρὸς κίνησιν διαφορῶν μηχανημάτων συνδεομένων πρὸς τὰς ἡλεκτροκινητηρίους μηχανάς. Κατ' ἀρχὰς ὑπετέθη ὅτι συνεχοῦς μόνον ρεύματος ἡδύνατο νὰ γίνῃ χρῆσις πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον, διὸ καὶ κατασκευάσθησαν ἡλεκτροκινητήριοι μηχαναί, εἰς ἃς μετεβιβάζετο ρεῦμα συνεχές, καὶ αἱ ὁποῖαι κατὰ τὴν κατασκευὴν ἐλαχίστας μόνον ἐν ταῖς λεπτομερεῖαις παρουσίαζον πρὸς τὰς δυναμομηχανάς συνεχοῦς ρεύματος διαφοράς. Ἀποστελλομένου τοιοῦτου συνεχοῦς ρεύματος εἰς συνήθη δυναμομηχανὴν τίθεται αὕτη εἰς κίνησιν περιστροφικὴν καὶ δὴ κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον ἐκείνης τὴν ὁποίαν θὰ εἶχεν ἂν ἐχρησίμευε πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου χρησιμεύει ὁ λεγόμενος νόμος τοῦ Lenz: ἐὰν ρεῦμα ἢ μαγνήτης περιστρέ-

φηται πλησίον κυκλώματος εκ συρμάτων εν ᾧ οὐδεμία ἡλεκτρικὴ πηγὴ ὑπάρχει, ἢ, ἀντιστρόφως, ἐὰν κύκλωμα τοιοῦτον περιστρέφηται περὶ ρεῦμα ἢ μαγνήτην, θὰ παραχθῇ ἐπὶ τοῦ κυκλώματος ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, τοῦ ὁποίου ἡ ἡλεκτροδυναμικὴ ἐνέργεια εἶναι τοιαύτη, ὥστε τείνει νὰ ἐπιφέρῃ κίνησιν ἀντίθετον, ἥτοι τείνει νὰ ἐμποδίσῃ τὴν ὑπάρχουσαν κίνησιν. Ἐν ἐκάστη ἄρα ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρομένη ἡλεκτροκινητηρίῳ μηχανῇ ὑπάρχει πάντοτε ἐνεργὸς δυνάμις τις ἀντίθετος, ἥτις ἐξαναγκάζει τὸν ὀπλισμὸν νὰ κινηθῇ πρὸς διεύθυνσιν ἀντίθετον ἐκείνης τὴν ὁποίαν ἔχει καὶ ἐπομένως ἐμποδίζει μέχρι βαθμοῦ τινὸς τὴν κίνησιν τῆς μηχανῆς· τοῦτο δύναται τις εὐκόλως νὰ παρατηρήσῃ ἐπὶ μικρᾶς δυναμομηχανῆς τὴν ὁποίαν θέτει εἰς περιστροφὴν· ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα εἶναι διακεκομμένον ἢ περιστροφὴ γίνεται εὐκολώτατα, μόλις ὅμως τὸ ρεῦμα κλεισθῇ, ἰσχυρὰ ἀντίδρασις γίνεται ἐπαισθητὴ εἰς τὴν περιστροφὴν· εἶναι δὲ φανερόν ὅτι ἡ ἀναπτυσσομένη ἀντίθετος δυνάμις ἐπιζητεῖ νὰ στρέψῃ τὸν ὀπλισμὸν κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον, διότι ἐν ἡ δυνάμις αὕτη ἐνήργει ἐπὶ τοῦ ὀπλισμοῦ οὕτως ὥστε νὰ ὑποβοηθήσῃ τὴν πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν κίνησιν, θὰ ἤρκει τότε ἀπλῇ μόνον ἐπὶ τοῦ ὀπλισμοῦ ὠθησις, ὅπως οὗτος ἐξακολουθητικῶς περαιτέρω στρέφεται, ἥτοι θὰ εἶχομεν ἓν *perpetuum mobile*, ὅπερ ὅμως κατὰ τὸν νόμον περὶ διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας εἶναι ἀδύνατον. Εἶναι γνωστὸν ὅτι διὰ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ ὀπλισμοῦ ἐν δυναμομηχανῇ γεννῶνται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς· τούναντίον ἐὰν ρεῦμα διαρρέῃ ἡλεκτροκινητήριον μηχανήν, γεννᾶται ἐν αὐτῇ μαγνητικὸν πεδίου, ἔνεκα τοῦ ὁποίου τίθεται ὁ ὀπλισμὸς εἰς κίνησιν. Ἐνῶ λοιπὸν τὰ ἐν ταῖς δυναμομηχαναῖς φαινόμενα στηρίζονται ἐπὶ τῶν νόμων τῆς ἐπαγωγῆς, τὰ τῶν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν στηρίζονται ἐπὶ τῶν νόμων τοῦ ἡλεκτρομαγνητισμοῦ. Ἡ περιστροφὴ τῆς ἡλεκτροκινητηρίου μηχανῆς διαρκεῖ ἐφ' ὅσον διαρρέεται αὕτη ὑπὸ ρεύματος· ἀλλ' ἔνεκα τῆς ἐν αὐτῇ ἀναπτυσσομένης ἀντιθέτου δυνάμεως ἐξασθενίζεται τὸ ρεῦμα τοῦτο, ἡ ἐξασθένεισις δὲ αὕτη ἐπαυξάνει μὲ τὴν αὕξησιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν καὶ μὲ τὴν αὕξησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ὅπως δὲ εἶχομεν τρία εἶδη δυναμομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς διεγέρσεως αὐτῶν, οὕτω δύνανται νὰ κατασκευασθῶσι καὶ ἡλεκτροκινητήριοι μηχαναὶ καὶ τῶν τριῶν εἰδῶν· ἀλλ' αἱ μὲν σύνθετοι σχεδὸν οὐδαμῶς χρησιμοποιοῦνται, ἐκ τῶν δύο δὲ ἄλλων εἰδῶν, τῶν ἐν σειρᾷ καὶ τῶν κατὰ παραγωγὴν, προτιμῶνται αἱ κατὰ παραγωγὴν, διότι ἔχουσι

τὸ μαγνητικὸν αὐτῶν πεδίων σχεδὸν πάντοτε σταθερὸν καὶ στρέφονται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἀδιάφορον ἔαν χρησιμοποιῶνται ὡς δυναμομηχαναὶ ἢ ὡς ἡλεκτροκινητήριοι μηχαναί, καὶ τοῦτο διότι τὸ ρεῦμα διαρρέει τὰ πηνία τοῦ ἐπάγοντος κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν. Ἐν ταῖς ἡλεκτροκινητήρισις μηχαναῖς καθιστῶμεν συνήθως σταθερὰν τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, μεταβλητὴν δὲ διὰ ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως παρεντιθεμένης ἐν αὐταῖς τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, οὕτως ὥστε ἡ ὑπ' αὐτῶν παρεχομένη ἐνέργεια ἄνευ σχεδὸν ἐξαιρέσεως δὲν μένει πάντοτε ἡ αὐτὴ ἀλλ' ἄλλοτε εἶναι μεγαλυτέρα καὶ ἄλλοτε μικροτέρα. Καθ' ἣν στιγμὴν τίθεται εἰς κίνησιν ἡ ἡλεκτροκινητήριος μηχανή, ἕνεκα τῆς μὴ ὑπάρξεως οὐδεμιᾶς ἀντηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, χρειάζεται ρεῦμα ὑπερμέτρως ἰσχυρόν, ἕνεκα τοῦ ὁποίου εἶναι ἀνάγκη νὰ μὴ κλείηται εἰς τὸ κύκλωμα ἡ ἡλεκτροκινητήριος μηχανὴ ἀμέσως, ἀλλὰ τῇ βοηθείᾳ ἐπιπροσθέτων ἀντιστάσεων νὰ παρέχεται αὐτῇ κατ' ἀρχὰς μέρος μόνον τοῦ ρεύματος, βαθμηδὸν δὲ νὰ κλεισθῇ ἑντελῶς ἐν τῷ κυκλώματι. Ἡ ἀπόδοσις τῶν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν εὐρίσκεται διὰ τῆς διαιρέσεως τῆς παροχῆς αὐτῆς διὰ τῆς ἰσχύος τῆς εἰς αὐτὴν μεταφερομένης ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας· ἡ ἀπόδοσις αὕτη δύναται νὰ ἀνέλθῃ εἰς 90—92 τοῖς ἑκατόν.

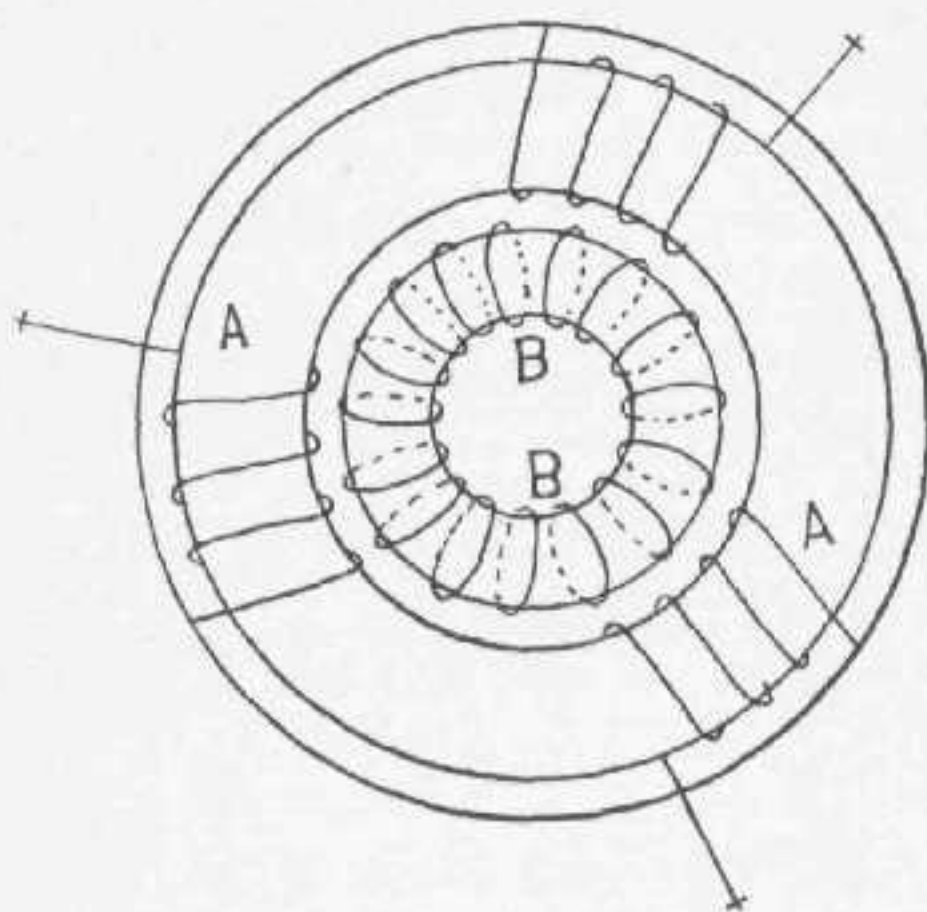
Ἐπὶ χρόνον μακρὸν ἐθεωρεῖτο ἀδύνατος ἡ μετατροπὴ εἰς κινητήριον ἐνέργειαν τῆς δι' ἐναλλακτικοῦ ρεύματος παραγομένης ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας· τὴν σήμερον ὁμῶς κατέστη τοῦτο κατορθωτόν, οὕτω δὲ χάρις εἰς τὴν χρησιμοποίησιν ἡλεκτροκινητηρίων μηχανῶν δι' ἐναλλακτικοῦ ρεύματος λειτουργουσῶν ἐπεξετάθη εἰς εὐρύτατον κύκλον καὶ ἐν τέλει ὑπερενίκησεν ἡ τεχνικὴ τῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων· καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν κατεσκευάσθησαν ἡλεκτροκινητήριοι μηχαναὶ διὰ τριφασικὸν ρεῦμα, εἶτα δὲ καὶ διὰ σύνηθες ἐναλλακτικὸν ρεῦμα. Ὅπως καταστήσωμεν εὐληπτον τὴν βᾶσιν, ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ κατασκευὴ αὐτῶν, λάβωμεν ὡς παράδειγμα τὸ διφασικὸν ρεῦμα καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι τὰ δύο τῆς δυναμομηχανῆς κυκλώματα φέρονται εἰς σιδηροῦν δακτύλιον, εἰλιγμένον μὲ δύο ζεύγη πηνίων ἀπεχόντων ἀνὰ 90° ἀλλήλων (Σχ. 1). Ἐὰν εἰς τὸν δακτύλιον μετεφέρετο συνεχὲς ρεῦμα, θὰ ἐγεννῶντο ἐν αὐτῷ εἰς ὠρισμένας θέσεις δύο μόνον πόλοι, εἰς βόρειος καὶ ἀντικρὺ αὐτοῦ εἰς νότιος, θὰ ἔμενε δὲ ἡ θέσις τῶν δύο τούτων πόλων ἀμετάβλητος, ἐφ' ὅσον τὸ συνεχὲς ρεῦμα κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν διέρρει τὰ πηνία τοῦ δακτυλίου· ἀλλ' ἑντελῶς διαφόρως συμβαίνει ἔαν τὰ 4 ἄκρα τῶν

δύο ζευγῶν τῶν πηνίων ἐνωθῶσι μὲ τοὺς ἀγωγοὺς δι' ὧν μεταφέρεται τὸ ρεῦμα δυναμομηχανῆς διφασικῆς, καθ' ὅσον ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ γεννῶνται δύο βόρειοι (N, n) καὶ δύο νότιοι (S, s) πόλοι, τούτων δὲ αἱ θέσεις διαρκῶς ἐναλλάσσουσιν, οὕτως ὥστε παράγεται σιρφερόμενον μαγνητικὸν πεδίου, περὶ οὗ ὠμιλήσαμεν ἐν τοῖς ἀνωτέρω. Ἐὰν ἐν τῷ μέσῳ τοῦ δακτυλίου τεθῇ κινητὸς μαγνήτης θέλει καὶ οὗτος διὰ τῆς ἐναλλαγῆς τῶν μαγνητικῶν πόλων περιστραφῇ· ἀλλὰ καὶ ἐὰν ἀντὶ μαγνήτου τοποθετήσωμεν τεμάχιον μὴ μαγνητικοῦ σιδήρου, δίσκον π. χ. σιδηροῦν, διὰ τῆς μαγνητικῆς ἐπιδράσεως ἐκ τῶν μαγνητικῶν πόλων θέλει καταστῇ καὶ οὗτος μαγνητικὸς καὶ ἐπομένως θέλει τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν· ἐὰν δὲ ἐν τῷ μέσῳ τοῦ δακτυλίου θέσωμεν κύκλωμα ἐκ συρμάτων, θέλει καὶ τοῦτο περιστραφῇ, διότι ἐπ' αὐτοῦ θὰ γεννηθῶσι ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. Αὕτη εἶναι ἡ ἀρχὴ τῶν λεγομένων ἐξ ἐπαγωγῆς ἠλεκτροκινητηρίων μηχανῶν, ὀφειλομένων εἰς τὸν Ἀμερικανὸν ἠλεκτρολόγον Tesla, καὶ τελειοποιηθεισῶν ἰδίᾳ ὑπὸ τῆς Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft τοῦ Βερολίνου καὶ τοῦ ἐλβετικοῦ καταστήματος Oerlikon. Ἐὰν τὸ ἐντὸς τῶν πηνίων τοῦ δακτυλίου στεφόμενον σῶμα σύγκειται ἐκ σιδήρου ἄνευ περιελίξεως συρμάτων, ἡ περιστροφή αὐτοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ ἀκριβῶς πρὸς τὴν ἐναλλαγὴν τῶν μαγνητικῶν πόλων καὶ αἱ τοιαῦται ἠλεκτροκινητήριοι μηχαναὶ καλοῦνται συγχρονικαί. Ἀλλ' ἐν τῇ πράξει χρησιμοποιοῦνται αἱ λεγόμεναι ἀσύγχρονοι ἠλεκτροκινητήριοι μηχαναί, τοιαῦται δηλονότι ὥστε ἡ στροφή νὰ μὴ γίνηται ἐν ἴσῳ ἀκριβῶς πρὸς τὴν ἐναλλαγὴν τῶν μαγνητικῶν πόλων χρόνῳ. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται συνήθως ἠλεκτροκινητήριοι μηχαναὶ τριφασικοῦ ρεύματος, διάγραμμα δὲ τοιούτων ἀσυγχρόνων ἠλεκτροκινητηρίων μηχανῶν τριφασικοῦ ρεύματος παρέχει τὸ παρατιθέμενον σχῆμα (Σχ. 2). Τὰ ἐκ δυναμομηχανῆς τριφασικῆς τρία ἐναλλακτικὰ ρεύματα διαφόρου



Σχ. 1.

φάσεως ἄγονται εἰς τρία συμπλέγματα περὶ τὸν ἀκίνητον δακτύλιον, ἀπέχοντα ἀλλήλων ἀνὰ 120° καὶ τὰ μὲν ἀρχόμενα ἄκρα τῶν συρμάτων συνδέονται ἀπ' εὐθείας μετ' ἀλλήλων ἐν βραχείᾳ κλείσει, ἐνῶ τὰ τρία ἕτερα ἐλεύθερα ἄκρα συνδέονται μὲ τοὺς τρεῖς ἄγωγους τοὺς μεταφέροντας τὸ τριφασικὸν ρεῦμα. Ἐν τῷ δακτυλίῳ λαμβάνομεν ἐπίσης στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον, τὸ ὅποιον παρέχει τὴν περιστροφικὴν κίνησιν εἰς δεύτερον ἐσωτερικὸν δακτύλιον Β, ἥτοι κινητὸν ὄπλισμὸν



Σχ. 2.

περιελιγμένον διὰ συρμάτων, ἐν ᾧ γεννῶνται ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα. Αἱ τοιαῦται ἠλεκτροκινητήριοι μηχαναὶ περιστρέφονται τόσον ταχύτερον, ὅσον ὀλιγωτέραν παροχὴν ἐξωτερικῶς παρέχουσιν. Ἐὰν δὲν εἶναι πεφορτισμένοι, ἡ περιστροφή τοῦ ἐσωτερικοῦ δακτυλίου γίνεται ἐν τῷ αὐτῷ σχεδὸν χρόνῳ ἐν ᾧ καὶ ἡ ἐναλλαγὴ τῶν μαγνητικῶν πό-

λων ἐν τῷ ἀκινήτῳ δακτυλίῳ· κατὰ τὴν φόρτωσιν ὁμοῦς αὐτῶν τὸ ἀσύγχρονον ἐπαυξάνει, χωρὶς ἐν τοσοῦτῳ ἡ διαφορὰ τῆς ταχύτητος νὰ ἀνέλθῃ τὰ 10 τὸ πολὺ τοῖς ἑκατόν. Ὡς μειονέκτημα τῶν μηχανῶν τούτων δεόν νὰ θεωρήσωμεν ὅτι δὲν δύναται νὰ ρυθμισθῇ βαθμιαίως ἡ κλείσις αὐτῶν ἐν τῷ κυκλώματι, οὕτω δὲ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐνάρξεως τῆς περιστροφῆς ἀπαιτοῦσι ρεῦμα ἰσχυρόν. Ἀλλὰ καὶ δι' ἀπλοῦν ἥτοι μονοφασικὸν ἐναλλακτικὸν ρεῦμα κατασκευάσθησαν ἠλεκτροκινητήριοι μηχαναί, αἵτινες ὁμοῦς δὲν δύνανται ἀφ' ἑαυτῶν νὰ τεθῶσιν εἰς κίνησιν, ἐὰν δι' οἰουδήποτε τρόπου δὲν δοθῇ εἰς αὐτάς ἡ πρώτη πρὸς κίνησιν ὥθησις, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται κυρίως δι' ἰδιαιτέρας διατάξεως τῆς τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν συσπειρώσεως.

Οἷαν σημασίαν διὰ τὴν μετατροπὴν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς μηχανικὴν ἐνέχουσιν αἱ ἐν τοῖς ἀνωτέρω περιγραφεῖσαι ἠλεκτροκινητή-

ριοι μηχαναί, τοιαύτην κέκτληνται διὰ τὴν μετατροπὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς ἄλλην ἐνεργείας μορφήν καὶ ἄλλαι ἐν ταῖς ἐφαρμογαῖς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ χρησιμοποιούμεναι συσκευαί· οὕτω π. χ. διὰ τῶν λυχνιῶν πυρακτώσεως ἢ τῶν τοξοειδῶν λαμπτήρων παρεντίθενται ἐν τῷ κυκλώματι τοῦ ἐκ τῶν κεντρικῶν ἡλεκτρικῶν σταθμῶν μεταφερομένου ρεύματος ὄργανα σκοποῦντα τὴν μετατροπὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς θερμαντικὴν, τῆς ὁποίας μέρος μὲν ἀπόλλυται ὡς ἐκ τῆς ἀνακλάσεως αὐτῆς, μέρος δὲ ἀποδίδεται εἰς φῶς. Κύριος οὕτω σκοπὸς τῆς ἡλεκτροτεχνικῆς, καὶ ἰδίᾳ τῆς τεχνικῆς τῶν ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων, τυγχάνει ἡ παραγωγὴ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἡ μεταφορὰ αὐτῆς καὶ ἡ ἐν τῷ τόπῳ τῆς χρησιμοποιήσεως ἐφαρμογὴ πρὸς διαφόρους σκοπούς.

ΕΠΑΜ. Θ. ΚΥΡΙΑΚΙΔΗΣ