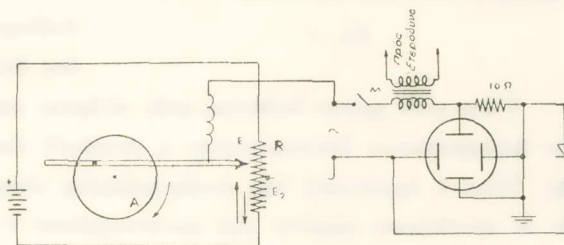


ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΜΗ ΜΕΛΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΟΝΤΙΚΗ. — Παλμογραφική μελέτη τῆς ἀνωμάλου ἀνορθώσεως ἀνορθωτικῶν συστημάτων θειούχου χαλκοῦ, ὑπὸ Μιχ. Ἀναστασιάδου καὶ Δ. Ἡλία*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Βασ. Αἰγινήτου.

Εἰς παλαιότερας ἀνακοινώσεις ὁ ἕτερος ἐξ ἡμῶν ἐμελέτησε τὸν μηχανισμόν ἀνορθώσεως τοῦ συστήματος Mg/Cu_2S CuS/Pb καὶ Cu, Cu_2S CuS/Cu ὅπως καὶ τὴν ἐπίδρασιν τῆς συχνότητος ἐπὶ τῆς ἀνορθωτικῆς συμπεριφορᾶς τῶν ἀνορθωτικῶν συστημάτων¹⁾. Κατὰ τὴν μελέτην ἐκείνην ἀπεδείχθη ὅτι ἐσημειοῦντο χαρακτηριστικά τινα φαινόμενα. ἅτινα λόγῳ τῆς γοργότητος ἐμφανίσεως αὐτῶν διέφευγον τὴν παρατήρησιν. Πρὸς τὸν σκοπὸν πληρεστερας μελέτης τῶν φαινομένων αὐτῶν ἐξελέξαμεν τὴν ἀπλουστάτην δυνατὴν τῶν διατάξεων ἀνορθώσεως, ἥτοι ἀκίδα ἐφαπτομένην κρυστάλλου φερομένου εἰς κατάλληλον ὑποδοχέα. Τὴν διὰ τοῦ

φωρατοῦ τούτου ἀνορθωσιν ἐμελετήσαμεν παλμογραφικῶς λόγῳ τῆς εὐκινήσιας τῆς καθοδικῆς δέσμης ἀφ' ἐνὸς καὶ τῶν εὐχερειῶν ὀργανώσεως τῆς παλμογραφικῆς μεθόδου ἀφ' ἑτέρου. Οὕτω διὰ τῆς παλμογραφικῆς μεθόδου ἀναδει-



Σχ. 1.

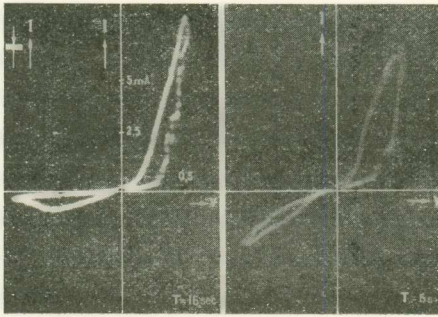
κνύονται φαινόμενα, ἅτινα διὰ τῶν συνήθων διατάξεων παρήρχοντο ἀπαράτηρητα. Κατὰ τὸν πειραματισμὸν τοῦτον ἐχρησιμοποιήθη διαδοχικῶς κρυστάλλος χαλκοσίνου (Cu_2S) καὶ δισκίον ἐκ πεπιεσμένης κόνεως χημικῶς καθαροῦ θειούχου χαλκοῦ (CuS). Κατὰ τὴν παλμογραφικὴν ταύτην μελέτην ἐπεχειρήθη ἐν πρώτοις ἡ στατικὴ χάραξις τῆς καμπύλης $I=f(V)$, ὅπου V ἡ τιμὴ τῆς ἐπὶ τοῦ συστήματος ἐφαρμοζομένης συνεχοῦς τάσεως. Παρατηρήθη ὅμως ὅτι ἡ στατικὴ χάραξις τοιαύτης καμπύλης ὀδηγεῖ εἰς ποικιλίαν τιμῶν καὶ εἰς ἀβέβαια ἀποτελέσματα. Ὅθεν προετιμήσαμεν ἀντὶ τῆς στατικῆς νὰ χαράξωμεν τὴν δυναμικὴν χαρακτηριστικὴν τοῦ συστήματος ἀλλὰ διὰ τόσον χαμηλᾶς συχνότητος, ὥστε ἡ οὕτω λαμβανομένη δυναμικὴ χαρακτηριστικὴ νὰ συγγενεύῃ καὶ νὰ συμπίπτῃ σχεδὸν πρὸς τὴν στατικὴν.

Πρὸς ἐπιτυχίαν τάσεων λίαν χαμηλῆς συχνότητος κατεσκευάσθη εἰδικὴ διάταξις, τῆς ὁποίας τὸ γενικὸν διάγραμμα παρέχει ἡ ἀνωτέρω εἰκὼν (σχ. 1).

* MICHEL ANASTASSIADÈS et DÉMÉTRIUS ILIAS, Étude oscillographique de la rectification anormale d'un redresseur à sulfure cuivrique.

¹⁾ Μ. Anastassiades, «Sur la double rectification des redresseurs a couche d'arrêt». Πρακτικὰ Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν 9 (1934) 336 κ. ἐξ.

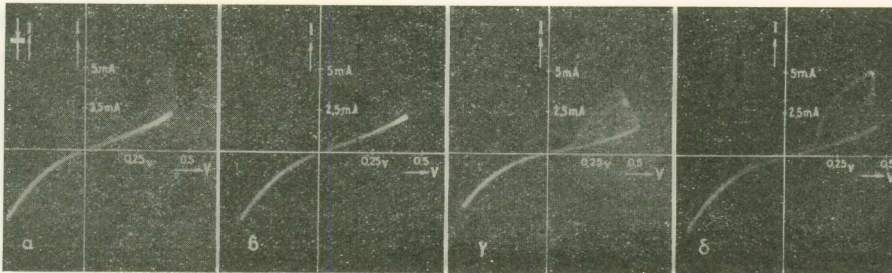
Ἡ βραδεία κίνηση τοῦ τυμπάνου Α, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν τῆς ἐπαφῆς E_1 ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως R , ἐρρυθμίζετο διὰ συστήματος μηχανικοῦ ὑποπολλαπλασιασμοῦ μεταβλητῆς γωνιώδους ταχύτητος, δημιουργουμένης οὕτω ἐναλλασσομένης τάσεως λίαν χαμηλῆς συχνότητος.



Εἰκ. 2

Τὸ κύκλωμα συνδεσμολογίας πρὸς τὸν παλμογράφον παρίσταται ἐπίσης ὑπὸ τῆς αὐτῆς εἰκόνας. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ἐχαράχθησαν αἱ σχεδὸν στατικαὶ καμπύλαι τοῦ ἀνορθωτικοῦ συστήματος οἷα αἱ τῆς εἰκόνας 2. Ἡ εἰκὼν αὕτη δὲν ἐπιτυγχάνεται παρὰ μόνον τῇ βοήθειᾳ φωτογραφικῆς διατάξεως ἀποτυπώσεως προοδευτικῶς τὰς διαδοχικὰς θέσεις τῆς φωτεινῆς κηλίδος ἐπὶ τῆς ὀθόνης.

Οὕτω μετὰ χρόνον ἐκθίσεως μιᾶς πλήρους περιόδου διαρκείας συνήθως πολλῶν δευτερολέπτων ἀναπαρίσταται ἡ συνολικὴ εἰκὼν τῆς στατικῆς χαρακτηριστικῆς. Τέλος ἡ ὀργάνωσις τῆς συνδεσμολογίας εἶναι τοιαύτη, ὥστε νὰ εἶναι δυνατόν δι' οἰονδήποτε σημεῖον τῶν συντεταγμένων V καὶ I νὰ ἐπιπροστίθεται μέσῳ τοῦ μετασχηματιστοῦ M μικρὰ ἐναλλασσομένη τάσις πολὺ ὑψηλοτέρας συχνότητος,

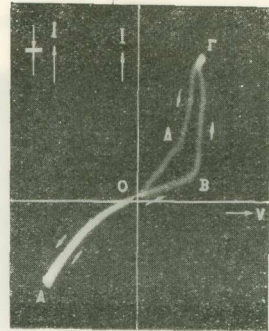


Εἰκ. 3.

ὥστε νὰ καθίσταται δυνατὴ ἡ σπουδὴ τῆς δυναμικῆς χαρακτηριστικῆς εἰς τὰς μᾶλλον ἐνδιαφερούσας περιοχὰς τῆς σχεδὸν στατικῆς καμπύλης.

Ἦδη ἀπὸ τῶν πρώτων πειραματισμῶν ἀπεδείχθη τὸ ἀκόλουθον οὐσιῶδες σημεῖον: ἡ λαμβανομένη χαρακτηριστικὴ ἀνορθώσεως παρουσιάζετο κανονικὴ καὶ ἄνευ ἰδιαιτέρων ἀνωμαλιῶν ἐξ ὑστερήσεως ὡς συνήθης χαρακτηριστικὴ ἀνορθωτοῦ, ἐφ' ὅσον δὲν ὑπερέβαινέ τις ὡς ἔγγιστα τὴν τιμὴν ἐναλλασσομένης τάσεως 0,3V (εἰκ. 3α, 3β).

Ἡ εὐκόλος διάβασις τοῦ ρεύματος διὰ τὴν περιοχὴν ταύτην κάτω τῶν 0,3V ἦτο ἀπὸ τῆς ἀκίδος πρὸς τὸν ἡμιαγωγόν, ἀπολύτως ταυτόσημος δηλονότι πρὸς τὴν ἀντίστοιχον φορὰν εὐκόλου διαβάσεως τοῦ Ge. Οὕτως ἀποδεχόμεθα διὰ τὰ χαμηλὰ ταῦτα δυναμικὰ ἀγωγιμότητα τύπου N, ἥτοι κίνησιν ἠλεκτρονίων καὶ οὐχὶ ὀπῶν. Αὐξανόμενου τοῦ δυναμικοῦ πέραν τῆς κρισίμου τιμῆς τῶν 0,3V (εἰκ. 3γ καὶ 3δ), παρατηρεῖται χαρακτηριστικὴ ἀναστροφὴ συμπεριφορᾶς. Τὸ ἀνορθωτικὸν σύστημα παρουσιάζει φορὰν εὐκόλου διαβάσεως τοῦ ρεύματος ἀντίθετον τῆς προηγουμένης, ἥτοι ἀπὸ τοῦ ἡμιαγωγοῦ πρὸς τὴν ἀκίδα, ἥτις χαρακτηρίζει ἡμιαγωγὸς μὲ ἀγωγιμότητα τύπου P. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης καὶ ἐπέκεινα, ἥτοι διὰ δυναμικὰ ἀνώτερα τοῦ 0,3V, τὰ παλμογραφήματα χάνουν τὴν ὁμαλὴν αὐτῶν ἐμφάνισιν παρουσιάζοντα λίαν χαρακτηριστικὰς περιοχὰς ὑστερήσεως, ἥτοι τιμὰς ἐντάσεως δι' ἀνερχόμενα δυναμικὰ μικροτέρας ἢ διὰ τὰ κατερχόμενα (εἰκ. 4). Ἡ συμπεριφορὰ αὕτη ὑστερήσεως μελετηθεῖσα δι' ἄλλα ἀνορθωτικὰ συστήματα καὶ ὑπὸ ἄλλων ἐρευνητῶν¹⁾ ἀπεδόθη εἰς δευτερογενῆ θερμοηλεκτρικὰ ἢ θερμοχημικὰ φαινόμενα ἀδρανεῖας. Ἡ ὑστέρησις αὕτη συνδέεται μὲ δύο ἄλλα ἀκόμη χαρακτηριστικὰ φαινόμενα, ἀφ' ἑνὸς τὸν ἐρπυσμὸν καὶ ἀφ' ἑτέρου τὴν ἐμφάνισιν ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως. Τόσον τὴν ὑστέρησιν ὅσον καὶ τὰ δύο ἕτερα φαινόμενα ἐμελετήσαμεν συστηματικῶς διὰ τῆς παλμογραφικῆς μεθόδου ὡς ἔπεται :



Εἰκ. 4.

Υ Σ Τ Ε Ρ Η Σ Ι Σ

Ἡ ὑστέρησις συνοδεύει πάντοτε τὴν ἀνόρθωσιν κατὰ τὴν φορὰν ἡμιαγωγὸς - μέταλλον, οὐχὶ σπανίως δὲ καὶ τὴν ἀνόρθωσιν κατὰ τὴν φορὰν μέταλλον - ἡμιαγωγός (εἰκὼν 2).

Συγκρινόμενοι ἀπὸ πλευρᾶς ἐμβοδοῦ οἱ κατὰ τὰς δύο διευθύνσεις λαμβανόμενοι βρόχοι ὑστερήσεως παρουσιάζουν εὐρὴ ἐμβοδὸν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν (ἡμιαγωγός - μέταλλον) καὶ πολὺ πλέον ἠλαττωμένον κατὰ τὴν ἀντίθετον φορὰν.

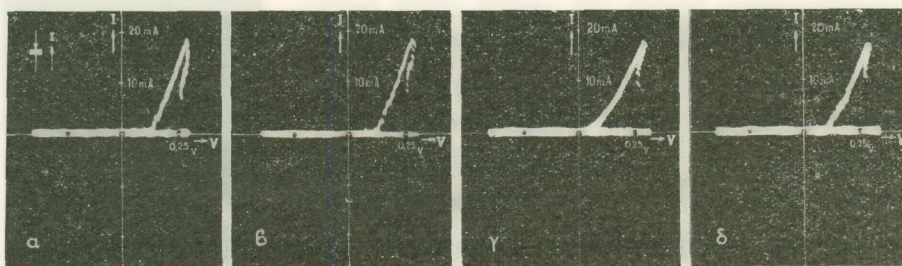
Οἱ διαγραφόμενοι βρόχοι ὑστερήσεως καθὼς καὶ τὰ σύνδρομα πρὸς αὐτὴν φαινόμενα τοῦ ἐρπυσμοῦ καὶ τῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως ἐμφανίζονται ἀπὸ τινος δυναμικοῦ κρισίμου καὶ ἐπέκεινα, δηλαδὴ μετὰ τὸ δυναμικὸν ἀναστροφῆς.

Ἐκ τῆς διαθεσίμου βιβλιογραφίας συνάγομεν ὅτι φαινόμενα ὑστερήσεως ἀνα-

¹⁾ A. Braun et G. Busch, Helv. Phys. Acta, vol. 15, 1942, p. 571.

φέρονται και διὰ τὸ Ge καὶ τὸ Se, ὅπου κατ' ἀνάλογον τρόπον ἢ ὑστέρησις ἐμφανίζεται ἀπὸ τινος δυναμικοῦ καὶ ἐπέκεινα καὶ δὴ κατὰ τὴν φορὰν ἡμιαγωγὸς - μέταλλον. Αἱ παρεχόμεναι ἐξηγήσεις ἐπὶ τῆς ὑστερήσεως ταύτης τοῦ Ge καὶ τοῦ Se ἀποδιδόμεναι εἰς μίαν οἶονεὶ ἀποκάθαρσιν τοῦ ἀνασταλτικοῦ στρώματος δὲν κρίνονται ὡς πειστικά¹⁾. Κάτω τοῦ κρισίμου δυναμικοῦ ἀναστροφῆς ὑστέρησις δὲν ὑφίσταται.

Συνάγομεν συνεπῶς ὅτι ἡ ἀλλαγὴ φορᾶς, ἢ ὑστέρησις καὶ τὰ σύνδρομα πρὸς αὐτὴν φαινόμενα τοῦ ἐρπυσμοῦ καὶ τῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως ἀποτελοῦν συνάρτησιν τοῦ δυναμικοῦ ἀναστροφῆς ἐμφανιζόμενα ἀπὸ τῆς κρισίμου ταύτης τιμῆς καὶ ἐπέκεινα. Ἡ παρατήρησις αὕτη ὀδηγεῖ εἰς τὸ νὰ δεχθῶμεν ὅτι ὀφείλει νὰ συν-



Εἰκ. 5.

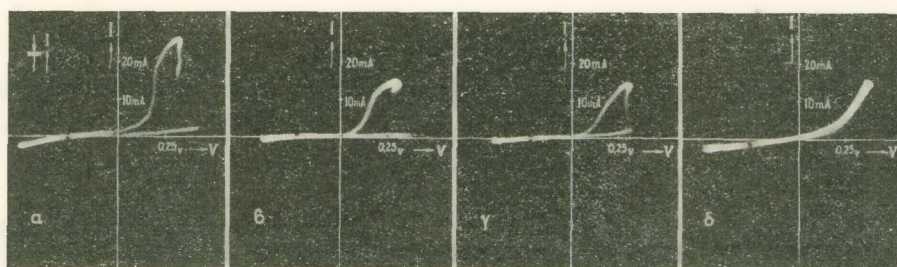
δυσασθῆ πρὸς τὸν οἰονδήποτε μηχανισμόν ἀνορθώσεως καὶ ἕτερος συμπαραμορτωτῶν μηχανισμὸς ἐξ ἄλλης αἰτίας, εἰς τὸν ὁποῖον καὶ ὀφείλονται τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα· τοῦτο δὲ διότι οὐδεμία τῶν ἐν ἰσχύϊ θεωριῶν ἐρμηνεύσεως τῶν ἀνορθωτικῶν φαινομένων (Mott, Schottky κλπ.) δέχεται ὅτι αὐξανόμενου τοῦ δυναμικοῦ ἐπέρχεται τοιαύτη ριζικὴ μεταβολὴ τῆς συστάσεως τοῦ ἡμιαγωγοῦ, ὥστε οὗτος νὰ μεταπίπτῃ ἀπὸ τύπου N εἰς τύπον P, νὰ ἐμφανίζῃ ὑστέρησιν κλπ.

Ὡς ἐμφαίνεται ἀπὸ τὰ παλμογραφήματα τῆς εἰκ. 5 (α,β,γ,δ) τὸ δυναμικὸν ἀναστροφῆς ἐπιβραδύνεται χαρακτηριστικῶς αὐξανόμενης τῆς συχνότητος. Ἡ τοιαύτη ἐπιβράδυνσις παρατηρήθη δικαιολογηθεῖσα καὶ παλαιότερον διὰ συχνότητας ἀπὸ 100 - 2000 c.s²⁾. Καὶ εἰς τὴν παροῦσαν μελέτην ἐπιληθεύθη ἡ χαρακτηριστικὴ αὕτη ἐπιβράδυνσις ἀκόμη καὶ διὰ συχνότητας κλάσματος τοῦ κύκλου ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω εἰκόνων ἀναφερομένων εἰς περιόδους διαρκείας 2-9 δευτερολέπτων. Ἡ συχνότης φαίνεται ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ ἐμβαδοῦ τοῦ βρόχου ὑστε-

¹⁾ Tesner, «Semi conducteurs électroniques», 1950 p. 60.

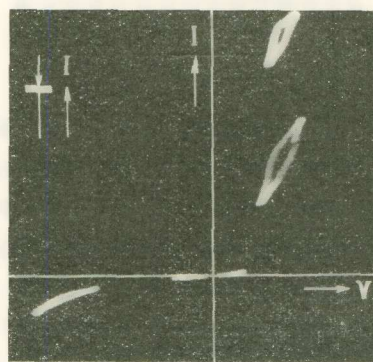
²⁾ M. Anastassiades, «Sur la double rectification des redresseurs a couche d'arrêt», Πρακτικά Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν 9 (1934) 336 κ.ἐξ.

ρήσεως. Έσημειώθη πράγματι μείωσις τοῦ (μεγίστου) ἀνορθουμένου ρεύματος διὰ τὰς ὑψηλοτέρας συχνότητας ἐξικνουμένη μέχρι καταρρήσεως τοῦ βρόχου ὑστερήσεως ὡς σαφῶς ἐμφαίνεται ἐκ τῆς κατωτέρω εἰκόνας 6 (α,β,γ,δ), ἥτις εἰκονίζει τὴν μορφήν τῆς καμπύλης εἰς 25, 250, 2500 καὶ 25000 c/s. Τὸ φαινόμενον συνδυάζεται στενῶς μὲ τὴν ἐμφάνισιν καὶ διάρκειαν τῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως.



Εἰκ. 6.

Ἐκ τῶν λαμβανομένων παλμογραφημάτων ὑστερήσεως δυνάμεθα εὐχερῶς νὰ ἀναγνωρίσωμεν τέσσαρας τοὐλάχιστον διακρίτους περιοχὰς (εἰκὼν 4). Τὸ τμήμα OA, ἀντιστοιχοῦν εἰς σύστημα ἀνορθώσεως παρουσιάζον εὐκόλον διάβασιν κατὰ τὴν φορὰν μέταλλον - ἡμιαγωγός, τὸ τμήμα ΒΓ, ἐμφανίζον συνήθως σαφεῖς περιοχὰς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως καὶ τέλος τὸ τμήμα ΓΔΟΑ ἀντιστοιχοῦν εἰς ἀνορθωτικὸν σύστημα μὲ εὐκόλον διάβασιν κατὰ τὴν φορὰν ἡμιαγωγός μέταλλον. Ἡ μορφή τῆς χαρακτηριστικῆς ἐνθυμίζει τὴν ἐπιτυγχανομένην ὑπὸ συστήματος ἐκ δύο φορατῶν συνδεσμολογημένων ἐν σειρᾷ καὶ ἐν ἀντιθέσει καὶ τῶν ὁποίων ἡ ἀνορθωτικὴ ἰκανότης εἶναι διάφορος καὶ ἀντίστροφος. Ἡ συνένωσις τῶν δύο αὐτῶν στατικῶν χαρακτηριστικῶν συστημάτων ἀντιστρόφου δράσεως τελεῖται διὰ τοῦ τμήματος χαρακτηριστικῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως.



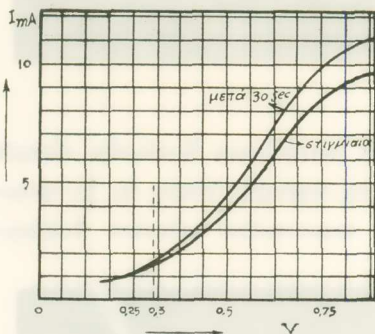
Εἰκ. 7.

Διὰ τὴν μελέτην τῆς λεπτῆς ὑφῆς τοῦ βρόχου ὑστερήσεως ἐφηρμόσθη ἡ σύνθετος μέθοδος, ἥτοι χάραξις τῆς δυναμικῆς χαρακτηριστικῆς περιὸ ὠρισμένον σημεῖον τῆς στατικῆς καμπύλης. Οὕτω ρυθμίζοντες τὸ ἀνορθωτικὸν σύστημα νὰ λειτουργῇ εἰς ἐν οἰονδήποτε σημεῖον τῆς καμπύλης OA καὶ OB καὶ ἐφαρμοζόντες βοηθητικὴν ἐναλλασσομένην τάσιν μέσῳ τοῦ μετασχηματιστοῦ M (εἰκ. 1) ὑψηλο

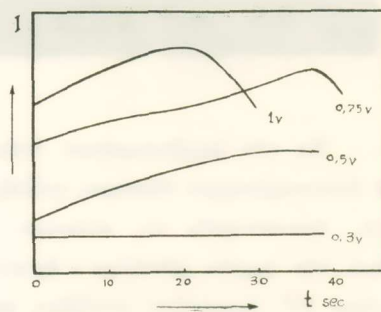
τέρας συχνότητας οὐδὲν φαινόμενον ὑστερήσεως σημειοῦμεν Ἐκ τῆς ὁμοιότητος ὅμως Β, ἀντιστοιχοῦντος εἰς τὰ ἀνερχόμενα δυναμικὰ καὶ ἐπέκεινα, ἤτοι καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν ΒΓΔ, ἐμφανίζονται διὰ πᾶν σημεῖον αὐτῆς χαρακτηριστικοὶ βρόχοι ὑστερήσεως (εἰκὼν 7), τῶν ὁποίων τὸ ἐμβαδὸν εἶναι τόσον μεγαλύτερον ὅσον ἡ ἔντασις τοῦ ἀνορθουμένου ρεύματος εἶναι μικροτέρα.

ΕΡΡΥΣΜΟΣ

Διὰ τοῦ ὄρου τούτου ἐννοοῦμεν τὴν βραδείαν ἢ γοργὴν ἀποκατάστασιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος εἰς τὴν τελικὴν τῆς τιμὴν διὰ δοθεῖσαν σταθερὰν τάσιν. Ὁ ἔρρυσμός ἐμελετήθη διὰ τὸν Cu_2S ὑπὸ τῶν Dunaev καὶ Kurtchatov ¹⁾.



Σχ. 8.



Σχ. 9.

Ὅτι ἀναφερόμενοι μόνον εἰς τὴν ὀρθὴν φορὰν διεπίστωσαν ὅτι σημειοῦται θετικὸς ἔρρυσμός, ἤτοι αἴξησις τῆς τιμῆς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος συναρτήσῃ τοῦ χρόνου. Ἐκ τῶν δημοσιευομένων παρ' αὐτῶν καμπύλων ἐμφαίνεται σαφῆς διάκρισις τῆς χαρακτηριστικῆς τάσεως-ἐντάσεως ληφθείσης στιγμιαίως καὶ τῆς χαρακτηριστικῆς ἥτις ἐλήφθη μετὰ παρέλευσιν 30 sec. Κατὰ τὰ πειράματα ἡμῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ φαινομένου ἐπηληθεύθη ἡ ὡς ἄνω μορφή τῆς καμπύλης (εἰκ. 8) καὶ ἐπεξετάθη πρὸς τὴν ἀντίστροφον φορὰν ὅπου ἐσημειώθη ἀρνητικὸς ἔρρυσμός (εἰκ. 9). Ἀναλυτικώτερον παρατηροῦμεν ὅτι τόσον κατὰ τὰς μετρήσεις τῶν Dunaev καὶ Kurtchatov ὅσον καὶ κατὰ τὰς ἡμετέρας δὲν σημειοῦται ἔρρυσμός κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν κάτω τῆς τιμῆς τοῦ δυναμικοῦ ἀναστροφῆς. Ἄνω τῆς τιμῆς ταύτης ὁ σαφῆς ἔρρυσμός δύναται ἔν τινι μέτρῳ νὰ δικαιολογήσῃ τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα ὑστερήσεως. Σημειωτέον ὅτι ἡ παρατήρησις αὕτη ἔρχεται φαινομενικῶς εἰς ἀντίθεσιν πρὸς τὴν διαπιστωθεῖσαν μείωσιν τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ὑστερήσεως, ἀξαναομένης τῆς συχνότητος.

¹⁾ Dunaev and Kurtchatov, «Sulphide rectifiers» J. Tech. Phys. U.S.S.R. 10, 1937.

Τοῦτο ὅμως ἀποδοτέον ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς τὴν συμπαρομαρτοῦσαν δρᾶσιν τῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως, ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς τοὺς κατὰ πολὺ βραχυτέρους χρόνους τοῦ ἐφαρμοζομένου δυναμικοῦ ὑψηλῆς συχνότητος μέσῳ τοῦ μετασχηματιστοῦ Μ. Ἡ παρατήρησις ἡμῶν κατὰ τὴν ἀνάστροφον φορὰν σημειοῖ ἐπίσης ἐρπυσμόν, δικαιολογεῖ συνεπῶς καὶ ἐδῶ τὰ φαινόμενα ὑστερήσεως. Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην δὲν ὑπάρχει ἐρπυσμός διὰ δυναμικόν τι κάτω τοῦ κρισίμου.

Ἐκ τῆς διαθεσίμου βιβλιογραφίας οὐδὲν πειστικὸν ἐπὶ τοῦ φαινομένου τούτου συνάγεται. Εἰς προσεχῆ ἀνακοίνωσιν ἐπιφυλασσόμεθα, ἐπεξεργαζόμενοι καὶ συμπληροῦντες τὸ πειραματικὸν ἡμῶν ὑλικόν, νὰ δώσωμεν τὴν εἰκόνα τοῦ ἐν προκειμένῳ μηχανισμοῦ. Μεταξὺ τῶν ὑπὸ ἐπεξεργασίαν στοιχείων κατατάσσεται καὶ ἡ παρατήρησις ὅτι κατὰ τὴν ἀνάστροφον φορὰν ὁ παρατηρούμενος θετικὸς ἐρπυσμός μεταπίπτει ἀπὸ τινος χρονικῆς στιγμῆς εἰς ἀρνητικὸν (εἰκὼν 9). Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον λαμβάνει χώραν διὰ δυναμικὰ μεγαλύτερα τοῦ 0,7V καὶ ἡ μετάπτωσις αὕτη ἐπισπεύδεται καθ' ὅσον ἀυξάνεται τὸ ἐφαρμοζόμενον ἀνάστροφον δυναμικόν.

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

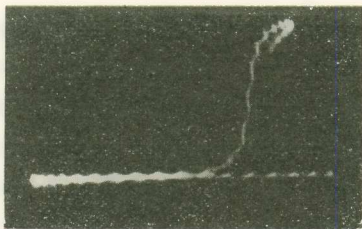
Ἡ ἐμφάνισις ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως διὰ πρώτην φορὰν ἀναφέρεται παρ' ἡμῶν διὰ τὸ ὑπὸ μελέτην ἀνορθωτικὸν σύστημα θείουχου χαλκοῦ. (Ο Benzer¹⁾ ἐμελέτησε διεξοδικῶς τὸ φαινόμενον εἰς τοὺς φωρατὰς Ge ὑψηλῆς ἀναστροφῆς τάσεως ἀποδώσας τὴν ἀπτόμοτον ἐκδήλωσιν ἠϋξημένης ἐσωτερικῆς ἀγωγιμότητος ὡς ὀφειλομένην εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας ἐπαφῆς, ἀντιστοιχοῦσας εἰς τὸ μῆμα ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως τῆς στατικῆς χαρακτηριστικῆς.

Ἐπὶ τοῦ Torrey²⁾ παρατηρήθη ὅτι ἡ ὑπόθεσις τοῦ Benzer εἶναι ἔλλιπής, διότι οὗτος δὲν λαμβάνει ὑπ' ὄψιν τοῦ τὴν θερμοκίνη ἀγωγιμότητα τῆς ἀκίδος. Οἱ ὑπολογισμοὶ τοῦ Goodman ἐπὶ τοῦ θέματος, συνυπολογίζοντος καὶ τὴν δρᾶσιν τῆς ἀκίδος, δὲν ὀδηγοῦν πάντως εἰς σαφῆ ἀποτελέσματα. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ χρονικοῦ διαστήματος κατὰ τὸ ὅποιον τὸ ἀνορθωτικὸν σύστημα ἐμφανίζεται μὲ ἀρνητικὴν ἀντίστασιν καταφεύγομεν εἰς τρεῖς διαδοχικὰς μεθόδους. Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν συνίσταται εἰς τὴν διαμόρφωσιν τῆς φωτεινότητος τῆς καθοδικῆς δέσμης τοῦ παλμογράφου ὑπὸ διαμορφώσεως ὑψηλῆς συχνότητος, ὥστε τὸ λαμβανόμενον παλμογράφημα νὰ ἐμφανίζῃ εἰκόνα διαμορφωμένου κατὰ πλάτος κύματος συνισταμένου ἀπὸ διαδοχικὰ σκοτεινὰ διαστήματα (εἰκ. 10). Ἡ χρονικὴ ἀπόστασις

¹⁾ Benzer, «The High Voltage Germanium Rectifiers» NDRC 14 - 375 Purdue Univ Dec. 26, 1944.

²⁾ Torrey, «Crystal Rectifier» Torrey and Whitmer Mc Graw - Hill.

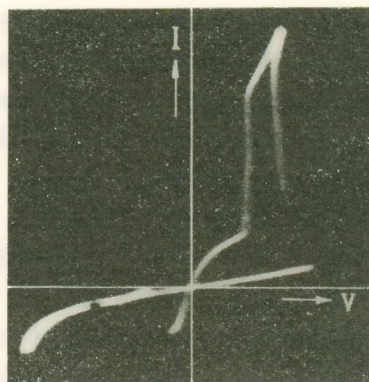
μεταξύ δύο σκοτεινῶν διαστημάτων εἶναι ἴση μετὰ τὴν περίοδον τῆς διαμορφούσης συχνότητος. Οὕτω, ἐὰν ἡ διαμορφοῦσα συχνότης ἔχη ἐκλεγεί καταλλήλως, ἐπιτρέπεται νὰ προσδιορισθῇ ἡ χρονικὴ διάρκεια τῆς ὑπὸ μορφὴν σχεδὸν σκοτεινῆς ἀσυνεχείας ἐμφανιζομένης ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως. Τὰ διὰ τῆς μεθόδου ταύτης λαμβανόμενα ἀποτελέσματα δίδουν τιμὰς χρόνου μικροτέρας τῶν 10^{-4} sec.



Εἰκ. 10.

Ἐτέρα ἀκριβεστέρα μέθοδος συνίσταται εἰς τὴν διαμόρφωσιν τῆς ἀρχικῶς ἐφαρμοζομένης τάσεως χαμηλῆς συχνότητος δι' ἑτέρας τάσεως ὑψηλῆς συχνότητος καὶ μικροῦ πλάτους. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐπιπροσθήκης τοῦ διαμορφοῦντος δυναμικοῦ ὑψηλῆς συχνότητος εἰς τὰ πλακίδια ὀριζοντίου ἀποκλίσεως τοῦ παλμογράφου. Ἡ λαμβανομένη παλμογραφικὴ εἰκὼν θὰ ὄφειλε νὰ παρουσιάσῃ τὴν

διαμόρφωσιν αὐτὴν τῆς ὑψηλῆς συχνότητος καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν τῆς καμπύλης. Λόγω ὅμως τῆς μεγάλης διαφορᾶς τῶν συχνοτήτων, διαμορφούσης καὶ διαμορφουμένης, ἀναδεικνύεται αὕτη μόνον ἐπὶ τῆς περιοχῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως παρουσιάζουσα ἐκεῖ τὸ ἀνάπτυγμα μιᾶς πλήρους περιόδου, ὅταν ὁ χρόνος διαρκείας τῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως συμπίπτῃ μετὰ τὴν περίοδον τῆς διαμορφούσης ὑψηλῆς συχνότητος. Ἡ φωτογραφικὴ ἀπεικόνισις τοῦ παλμογραφήματος ἐν προκειμένῳ εἶναι δυσχερής. Οἱ ἐκ τῆς παρατηρήσεως προσδιορισθέντες χρόνοι εἶναι τάξεως 10^{-5} sec.



Εἰκ. 11.

Ἀρνητικὴ ἀντίστασις ἐμφανίζεται οὐχὶ σπανίως καὶ κατὰ τὴν ἀνάστροφον φορᾶν.

Τρίτη τέλος μέθοδος συνίσταται εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς συχνότητος, ὥστε νὰ ἐπιτευχθῇ παλμογράφημα ἄνευ βρόχου ὑστερήσεως (εἰκ. 6). Καὶ οἱ διὰ τῆς μεθόδου ταύτης προσδιορισθέντες χρόνοι διαρκείας τῆς ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως εἶναι τῆς τάξεως 10^{-5} sec ὅπως καὶ κατὰ τὴν προηγουμένην μέθοδον. Οἱ χρόνοι οὗτοι συμπίπτουν χαρακτηριστικῶς μετὰ τοὺς ὑπὸ τοῦ Benzer ¹⁾ προσδιορισθέντας εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ Ge. Ἡ μελέτη τῆς λεπτῆς ὑφῆς τῆς περιοχῆς ἀρνητικῆς ἀντι-

¹⁾ Benzer, «The high Voltage Germanium Rectifier» NDRC Report: Purdue University 14 - 342.

στάσεως ἀποδεικνύει ὅτι ἡ μετάπτωσις ἀπὸ μιᾶς τιμῆς ἐντάσεως εἰς ἄλλην δὲν εἶναι συνεχῆς ἀλλὰ γίνεται κατὰ κλιμακώσεις σχηματιζομένων πολλῶν ἐνδιαμέσων τμημάτων ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως σχηματιζόντων τὴν συνολικὴν εἰκόνα. Τὸ τμήμα ΒΓ τῆς εἰκόνας 4 ἐπὶ παραδείγματι ἀπαρτίζεται λεπτομερῶς ἐξεταζόμενον ἀπὸ πλῆθος μικρῶν τμημάτων ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως.

Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω παλμογραφικῆς μελέτης τοῦ ὀρυκτοῦ χαλκοσίμου καὶ δικίου ἐκ κόνεως καθαροῦ θειοῦχου χαλκοῦ CuS συνάγομεν τὰ κάτωθι συμπεράσματα.

1. Ὅτι τὰ ἀνορθωτικά ταῦτα συστήματα ἀνορθώνουν κατὰ τὴν φορὰν μέταλλον – ἡμιαγωγὸς μέχρι κρίσιμου τινὸς τιμῆς δυναμικοῦ ἴσης περίπου πρὸς 0,3V. Κατὰ τὴν ἀνόρθωσιν ταύτην οὐδεμία ἐμφανίζεται ἀνωμαλία ἐξ ὑστερήσεως, ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως ἢ ἐρπυσμοῦ.

2. Ὑπερβαίνοντες τὴν κρίσιμον τιμὴν τῶν 0,3V ἀναδεικνύομεν ἐν πρώτοις ἀναστροφὴν τῆς φορᾶς τοῦ ἀνορθουμένου ρεύματος, συνοδευομένην ἀπὸ χαρακτηριστικὰ φαινόμενα ὑστερήσεως, ἐρπυσμοῦ καὶ ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως.

3. Ὁ ἐρπυσμὸς διεπιστώθη ὅτι δὲν σημειοῦται μόνον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἀνάστροφον. Δυνατὸν ὁ ἐρπυσμὸς οὗτος ἀπὸ τινος δυναμικοῦ καὶ ἄνω νὰ μεταπέση ἀπὸ θετικοῦ εἰς ἀρνητικὸν συναρτήσῃ τοῦ χρόνου.

4. Οἱ βρόχοι ὑστερήσεως μειοῦνται κατ' ἐμβαδὸν ἀξανομένης τῆς συχνότητος. Ἡ μείωσις αὕτη δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι καταργήσεως τῶν βρόχων, ὅταν ἡ συχνότης εἶναι πολὺ ὑψηλὴ.

5. Αἱ περιοχαὶ ἀρνητικῆς ἀντιστάσεως διαρκοῦν ἐπὶ χρόνον περίπου ἴσον πρὸς 10^{-5} sec. Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ Ge καὶ τοὺς λοιποὺς ἀνορθωτὰς οἷτινες ἐμελετήθησαν ἀπὸ τῆς πλευρᾶς ταύτης, ὁ ἀνορθωτὴς θειοῦχου χαλκοῦ ἐμφανίζει ἀρνητικὴν ἀντίστασιν διὰ τάσεις κατὰ πολὺ μικροτέρας. Ἡ παρατήρησις ἔχει ἰδιόζουσαν ἀξίαν διὰ τὴν δικαίωσιν τῶν θεωριῶν, αἷτινες ἀποδέχονται τὴν ὑπαρξιν καὶ συμπεριφορὰν ἀνασταλτικοῦ στρώματος εἰς τὰ ἀνορθωτικά συστήματα.

6. Ἐκ τῆς γενικῆς μελέτης τῶν ἀνορθωτικῶν συστημάτων προκύπτει ἡ ὑπόθεσις ὅτι πᾶν ἀνορθωτικὸν σύστημα ἄρχεται ἀνορθοῦν κατὰ τὴν μίαν φορὰν, ἀκολούθως δὲ ἡ δρᾶσις του ἀναστρέφεται. Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ἡμιαγωγοῦ (τύπος N ἢ P καὶ λοιπαὶ φυσικαὶ ἰδιότητες) ἢ ἀρχικὴ φορὰ ἀνορθώσεως ὅπως καὶ ἡ τιμὴ τοῦ κρίσιμου δυναμικοῦ ἀναστροφῆς.

R É S U M É

Les auteurs ont entrepris une étude oscillographique du système redresseur metal — chalcosine et metal — poudre comprimé de CuS chimiquement pur.

Les résultats de cette étude peuvent se resumer de la façon suivante:

1. Les redresseurs au chalcosine ou au CuS redressent dans le sens metal - semi conducteur jusqu'à une valeur critique de la d. d. p. appliquée ($\sim 0,3$ Veff.). Ensuite leur sens du courant moyen redressé s'inverse. Jusqu'à la valeur critique aucun phénomène d'hystérésis, de résistance négative, ou de trainage du courant ne se remarque.

2. La valeur critique dépassée et après inversion du courant redressé on remarque une hystérésis bien caractéristique suivie d'une résistance négative et d'un trainage.

3. Le trainage se remarque dans les deux sens du courant. Il est possible d'observer à partir d'une d. d. p. la transformation en fonction du temps du trainage positif en trainage négatif.

4. Les boucles d'hysteresis diminuent quand on augmente la fréquence, jusqu'à leur disparition pour une fréquence élevée.

5. Les régions de la résistance négative apparaissent pour un temps approximativement égal à 10^{-5} sec. Contrairement au germanium et les autres systèmes redresseurs, la résistance négative du système au sulfure cuivrique s'observe pour un d.d.p. bien moindre. En se basant sur ce fait on peut justifier les théories qui expliquent les phénomènes du redressement en admettant la formation d'une couche d'arrêt.

6. Suivant l'étude générale de ces systèmes on peut admettre l'hypothèse que tout système redresseur commence à la température ordinaire par redresser dans un sens et puis dans le sens contraire.

Le sens du redressement et la d. d. p. d'inversion depend uniquement de la nature du semi - conducteur (type N ou P).