

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΙΣ 9ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

(Συσκευή: Έκπαιδευτικόν Σύστημα PT 326 Σχ. 2)

1. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΓΝΩΣΕΙΣ

- (I) Αυτόματος έλεγχος φυσικών και χημικών διεργασιών
- (II) Έλεγχος ενός, δύο και τριών όρων.
- (III) Απόκρισις κατά συχνότητα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Σπ. Τζαφέστα: Θέματα Βιομηχανικών ΣΑΕ (Αυτόματος Έλεγχος 2 και 3 όρων φυσικών και χημικών διεργασιών)-Σημειώσεις Παραδόσεων.
- 2) Σπ. Τζαφέστα: Συστήματα Αυτόματου Έλέγχου I (Διαγράμματα Nyquist και Bode)-Σημειώσεις Παραδόσεων
- 3) T.Weber: An Introduction to process dynamics and Control, Κεφ. 14 (J.Wiley, 1973).

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ PT326

Η διάταξις PT326 (Process Trainer) περιλαμβάνει τό υπό "έλεγχον θερμικόν σύστημα" και τήν "μονάδα έλέγχου". Έχει τά χαρακτηριστικά μιās μεγάλης έγκαταστάσεως, ήτοι περιέχει καθαράν χρονικήν καθυστέρησιν μεταφοράς, σταθεράν χρόνου, μονάδα αναλόγου έλέγχου, μονάδα έλέγχου δύο όρων κτλ. θέτοντες τόν διακόπτην είς τήν θέσιν FAST έχομεν ταχεία λειτουργίαν, αι δέ μεταβολαί τής SET VALUE (τιθεμένης τιμής) και τής MEASURED VALUE (μετρουμένης τιμής) δύνανται νά παρατηρηθοῦν διά παλμογράφου.

Είς τήν διάταξιν αυτήν ό άήρ όδηγεῖται τῇ βοηθεία φυσητήρος από τήν άτμόσφαιραν είς έν στοιχείον θερμάνσεως και έν συνεχεία τῇ βοηθεία ενός άγωγοῦ επαναφέρεται είς τήν άτμόσφαιρα.

Η Διεργασία συνίσταται είς τήν θέρμανσιν τοῦ άέρος μέχρις μιās επιθυμουμένης θερμοκρασίας, ό δέ σκοπός τής μονάδος έλέγχου είναι νά μετρά τήν θερμοκρασίαν τοῦ άέρος, νά τήν συγκρίνη μέ τήν SET VALUE και νά παράγη έν σήμα έλέγχου τό όποιον νά καθορίζη τό ποσόν τής ήλεκτρικῆς ένεργείας τό άπαιτούμενον από τό διορθωτικόν στοιχείον.

Η σχηματική παράστασις τοῦ συστήματος και ή πρόσοψις (ταμπλώ) τής διατάξεως PT326 δεικνύονται είς τά Σχ. 1 και 2. Η διάταξις περιλαμβάνει τελεστικούς ένισχυτάς ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ώς και όλα τά άπαιτούμενα τροφοδοτικά.

Κατωτέρω δίδομεν μιάν σύντομον περιγραφή τών βασικῶν στοιχείων τής διατάξεως.

Στοιχείον άναδείξεως σφάλματος (DETECTING ELEMENT)

Τοῦτο άποτελεῖται από έν θερμίστορ τό όποιον τίθεται είς τό άκρον ενός άκροδέκτου (probe) δυναμένου νά εισέρχεται έντός τοῦ άεραγωγοῦ και

είς αποστάσεις 1.1 in, 5.5 in καί 11 in από τό στοιχείον θερμάνσεως.

Στοιχείον μετρήσεως (MEASURING ELEMENT)

Τούτο αποτελείται από μίαν γέφυραν συνεχούς ίσορροπούσα είς τούς 40°C. Ἡ έξοδος τῆς γεφύρας ἐφαρμόζεται είς ἕνα ἐνισχυτήν συνεχούς παράγοντα τάσιν 0 ἕως +10 διά μεταβολήν θερμοκρασίας 30° ἕως 60°C. Ἡ έξοδος τοῦ στοιχείου μετρήσεως λαμβάνεται ἀπό τό σημεῖον Y τοῦ ταμπλώ.

Μετρουμένη τιμή θ_o (MEASURED VALUE)

Αὕτη εἶναι τό σῆμα ἐξόδου τοῦ στοιχείου μετρήσεως.

Τιθεμένη τιμή θ_i (SET VALUE)

Αὕτη εἶναι ἡ τιμή εἰσόδου ἡ ὁποία τίθεται είς τήν μονάδα ἐλέγχου. Ἡ τιθεμένη τιμή χρησιμοποιεῖται διά τήν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος είς τούς 60° C καί δύναται νά ρυθμισθῇ ἐξωτερικῶς δι' ἐφαρμογῆς είς τό σημεῖον D τοῦ ταμπλώ τάσεως 0 ἕως 10 V. Ἀρνητική μεταβολή τῆς τάσεως προκαλεῖ αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας τῆς διεργασίας.

Ἀπόκλισις (DEVIATION)

Ἀπόκλισις εἶναι ἡ διαφορά μεταξύ τῆς μετρουμένης καί τιθεμένης τιμῆς ἤτοι $\theta = \theta_o - \theta_i$.

Διαταραχή τῆς τιθεμένης τιμῆς (SET VALUE DISTURBANCE)

Στρέφοντες τόν διακόπτην τοῦ SET VALUE DISTURBANCE είς τήν θέσιν INTERNAL ἐπέρχεται μία σταθερά μεταβολή είς τήν τιθεμένην τιμήν.

Συγκοῖνον στοιχείον (COMPARING ELEMENT)

Διά τήν σύγκρισιν τῆς μετρουμένη τιμῆς μέ τήν τιθεμένην τιμήν χρησιμοποιεῖται τελεστικός ἐνισχυτής. Ἡ έξοδος αὐτοῦ παριστᾷ ἀπόκλισιν ἡ ὁποία δύναται νά ληφθῇ ἀπό τό σημεῖον B τοῦ ταμπλώ.

Στοιχείον ἐλέγχου (CONTROLLING ELEMENT)

Εἰς τό στοιχείον ἐλέγχου ἐφαρμόζεται ἕν σῆμα ἀνάλογον τῆς ἀποκλίσεως τό ὁποῖον παράγει τό σῆμα ἐλέγχου τό τροφοδοτούμενον είς τό διορθωτικόν στοιχείον. Τό στοιχείον ἐλέγχου δύναται νά ἀσῆῃ ἀνάλογον ἔλεγχον ἢ ἔλεγχον δύο ὄρων. Τό σῆμα ἐλέγχου λαμβάνεται ἀπό τό σημεῖον C τοῦ ταμπλώ.

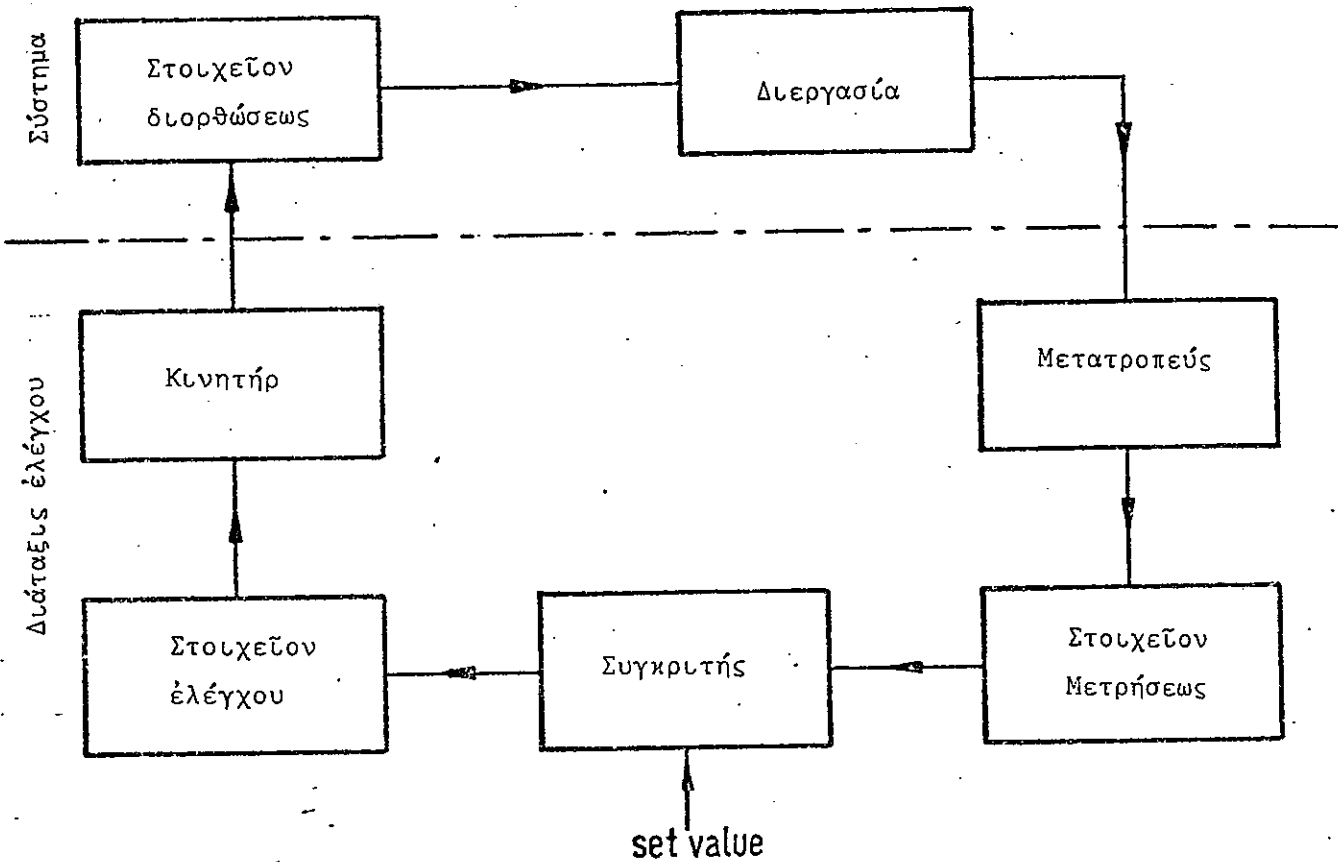
Στοιχείον κινητήρος (MOTOR ELEMENT)

Εἰς τήν παροῦσα διάταξιν PT326 τό στοιχείον κινητήρος, εἶναι ἕν τροφοδοτικόν τό ὁποῖον δίδει ἠλεκτρικήν έξοδον 15 ἕως 80 Watts. Ἐν γένει είς τήν πρᾶξιν ἡ έξοδος τοῦ στοιχείου τούτου δύναται νά ληφθῇ ὡς ἠλεκτρική τάσις, μηχανική μετατόπισις κτλ.

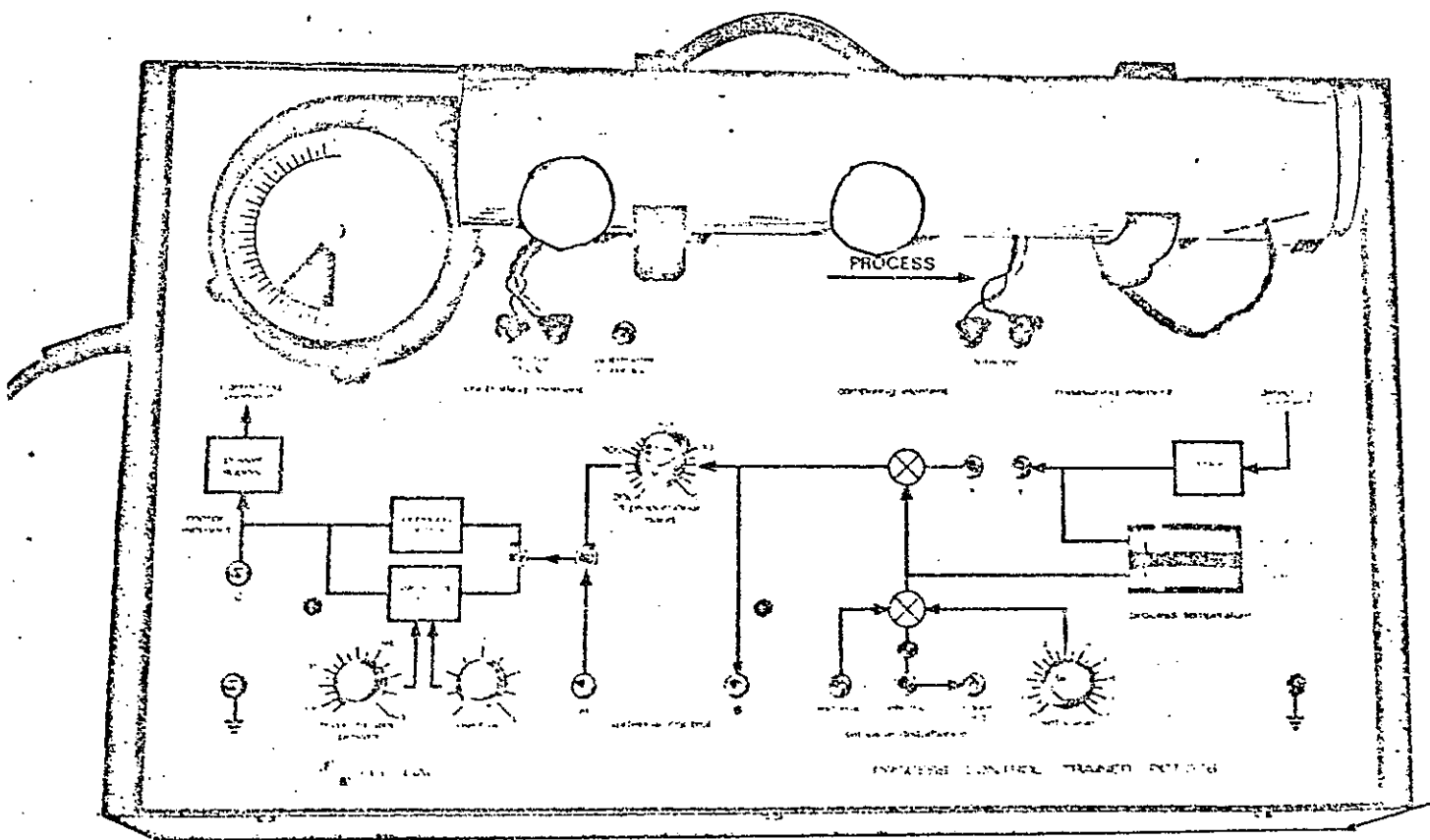
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μέρος 1: Προκαταρκτικά

1. Ἐκτελοῦμεν τὰς συνδέσεις τοῦ Σχ.3 καί ἀκολούθως συνδέομεν τήν διάταξιν μέ τήν τροφοδοσίαν (ὁ διακόπτης εὐρίσκεται είς τό πλάγιον ἀριστερόν μέ-



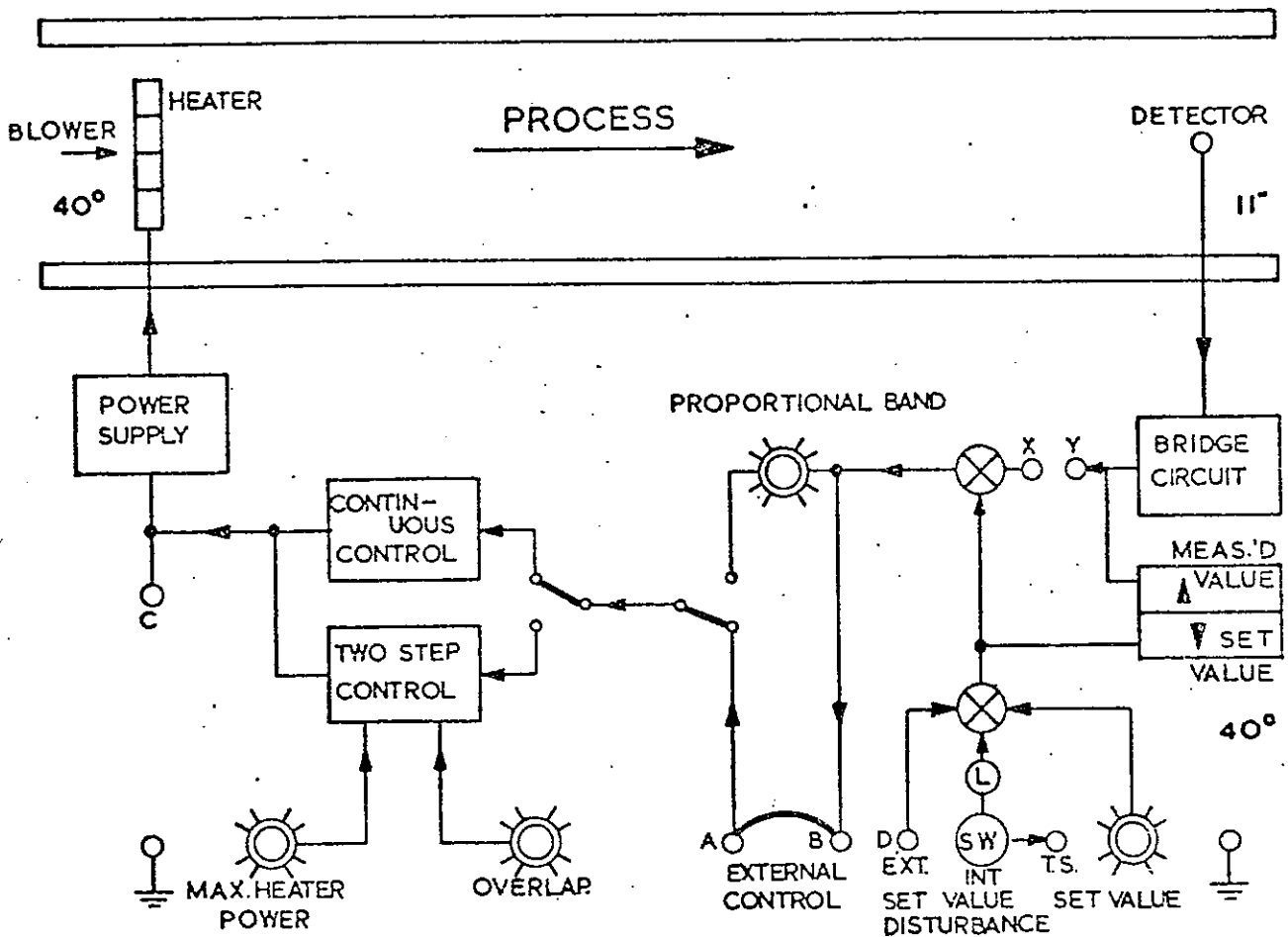
Σχ.1:



Σχ.2:

ρος αυτής).

2. Αναμένομεν μέχρις ότου ή συσκευή θερμανθή (διά χρονικόν διάστημα μέχρι 30 λεπτά τής ώρας).
3. Μέ τήν βοήθειαν του διακόπτου έλέγχομεν εάν μεταβολή τής SET VALUE επιφέρη μεταβολήν εις τήν set value και measured value του διπλου όργάνου μετρήσεως.
4. θέτομεν τον διακόπτην διαταραχής τής τιθεμένης τιμής (SET VALUE DISTURBANCE) εις τήν θέσιν ON και έλέγχομεν εάν πυρακτούται ή διατιθεμένη ένδεικτική λυχνία και εάν αύξάνουν αι ένδείξεις τής SET VALUE και τή MEASURED VALUE.



Σχ. 3. Συνδεσμολογία προκαταρκτικής εργασίας.

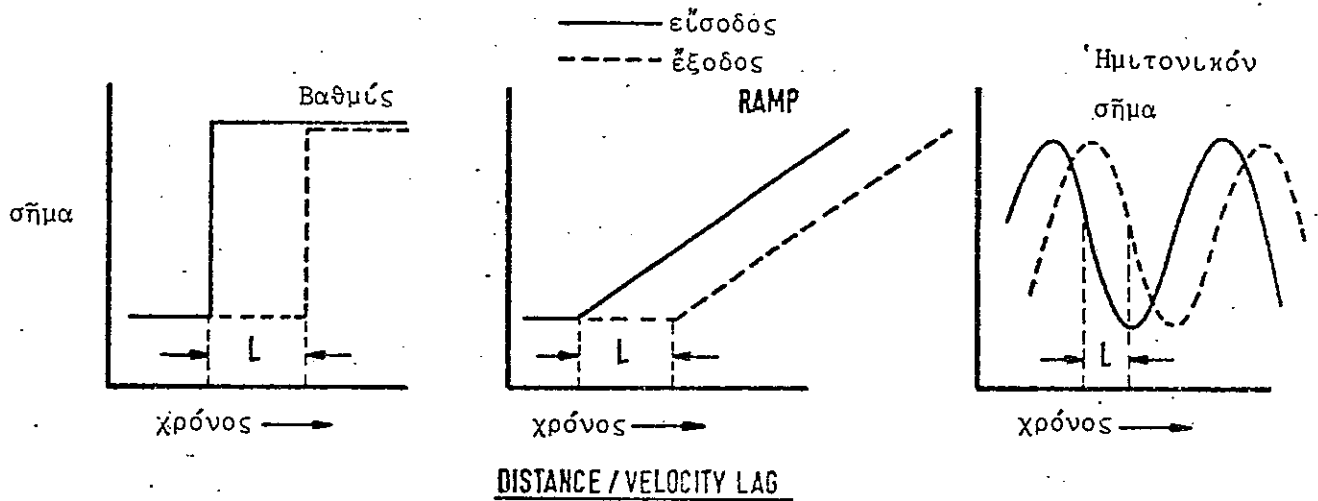
Μέρος 2= Καθαρά Χρονική Καθυστέρησης (απόστασις/ταχύτης)

Μία μεταβολή τής συνθήκης λειτουργίας του υπό έλεγχον συστήματος επιδρά επί του στοιχείου αναδείξεως σφάλματος (DETECTING ELEMENT) μετά πάροδον ενός χρονικού διαστήματος τό όποϊον έξαρτάται από τήν ταχύτητα τής διεργασίας και τήν απόστασιν του σημείου εις τό όποϊον έλαβεν χώραν ή μεταβολή και του στοιχείου αναδείξεως σφάλματος (σχ. 4).

Τό χρονικόν τουτο διάστημα L ίσοϋται προς

$$L = (\text{Απόστασις} / \text{Ταχύτης})$$

καί καλεῖται "καθαρά χρονική καθυστέρησης" (μεταφορᾶς).

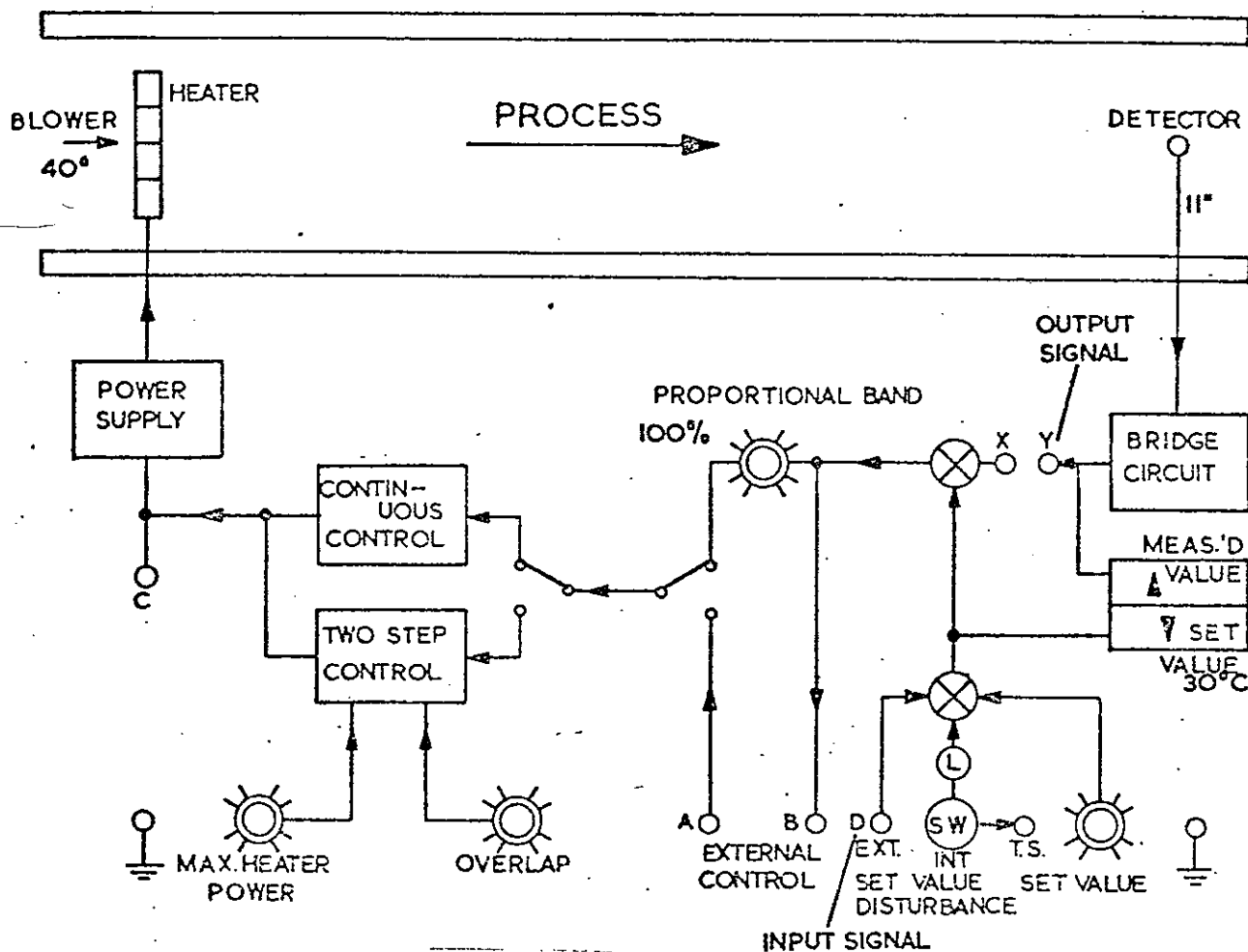


Σχ.4:

Σχ. 4. Ἐπίδρασις καθαρᾶς χρονικῆς καθυστέρησεως ἐπὶ διαφόρων σημάτων.

Πρὸς μέτρησιν τοῦ L ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς:

1. Προετοιμάζομεν τὴν διάταξιν ὡς εἰς τὸ Σχ. 5.
2. Ρυθμίζομεν τὴν SET VALUE εἰς τοὺς 30° C καὶ τὴν εἴσοδον τοῦ φουσητήρος εἰς τὴν θέσιν 40° .
3. Θέτομεν τὸν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τὴν θέσιν 11".
4. Ἐφαρμόζομεν εἰς τὴν θέσιν D ἓν τετραγωνικὸν σῆμα πλάτους 2 Volts καὶ συχνότητος 0.1 Hz.
5. Συνδέομεν τὴν θέσιν Y τοῦ θερμικοῦ συστήματος, μὲ τὸ κανάλι Y_1 , (1 Volt ὑποδιαίρεσιν) τοῦ παλμογράφου (ἢ εἰς τὸ EXTERNAL TRIGGER ἂν εἶναι μονοκαναλικόν), ρυθμίζοντες τὴν χρονικὴν κλίμακα αὐτοῦ εἰς 0.1 sec/ὑποδιαίρεσιν.
6. Θέτομεν εἰς λειτουργίαν τὴν ὅλην διάταξιν.
7. Ἡ μορφή τῆς MEASURED VALUE δεικνύεται εἰς τὸ Σχ. 6α. Ἡ μεταβολή τῆς MEASURED VALUE ἐπέρχεται μὲ καθυστέρησιν 0.18 sec. Ἄρα διὰ τὰς ἐπιλεγείσας τιμὰς ταχύτητος εἰσορῆς τοῦ ἀέρος καὶ ἀποστάσεως μεταξύ θερμαντικοῦ στοιχείου καὶ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος ἔχομεν $L=0.18$ sec.
8. Ἐπαναλαμβάνομεν τὴν ἀνωτέρω ἐργασίαν μὲ τὸν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τὴν θέσιν 1.1". Σχεδιάζομεν τὴν λαμβανομένην ἀπόκρισιν ἀπὸ τὸ σημεῖον Y.
9. Ἐπαναλαμβάνομεν τὰς ἐργασίας 1. ἕως 8. μὲ ἔνδειξιν φουσητήρος 60° (ἀντὶ 40°). καὶ ἀναφέρομεν τὰ συμπεράσματά μας σχεδιάζοντες τὴν ἀπόκρισιν εἰς τὸ σημεῖον Y.



Σχ.5: Συνδεσμολογία διά τήν μέτρησην τής καθαρᾶς χρονικῆς καθυστερήσεως.

Μέρος 3: Σταθεραί χρόνου

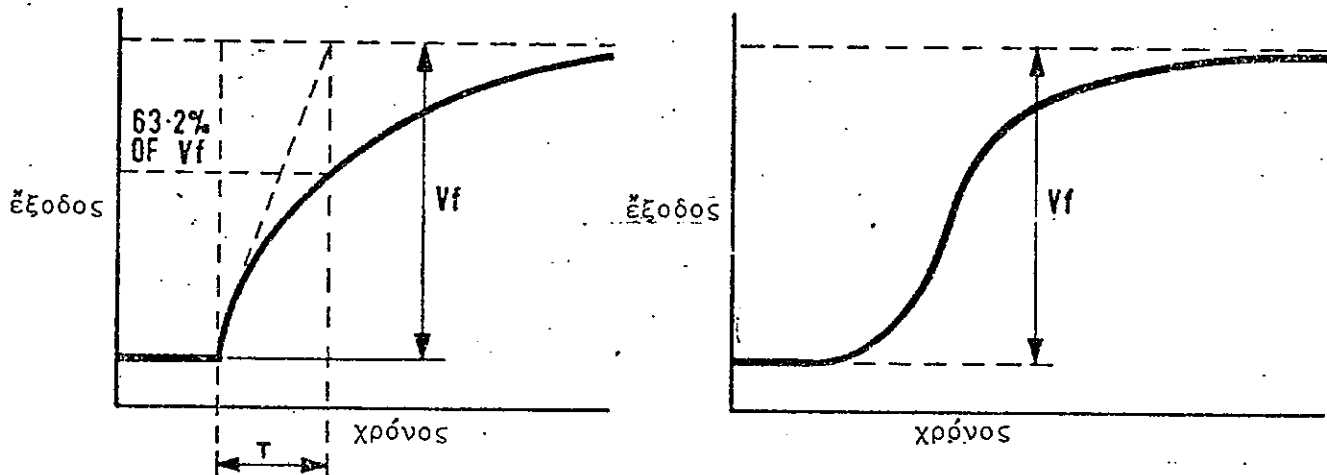
Πλήν τής καθαρᾶς χρονικῆς καθυστερήσεως (μεταφορᾶς) ἡ ὁποία οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἔχει ἐπί τής μορφῆς τοῦ σήματος εἰσόδου ἔχομεν καί τήν "καθυστερήσιν ὀλοκληρώσεως" (σταθεράν χρόνου) ἡ ὁποία ἐπιδραῖ ἐπί τής μορφῆς τοῦ σήματος. Εἰς ἐκάστην βαθμίδα μιᾶς θερμικῆς διεργασίας εἰς τήν ὁποίαν ἔχομεν μεταφοράν θερμότητος μέσω μιᾶς θερμικῆς ἀντιστάσεως, ἡ μεταβολή τής θερμοκρασίας ἡ ὀφειλομένη εἰς μίαν βηματικὴν μεταβολήν τής εἰσόδου εἶναι ἐκθετική ὡς δεικνύει τό Σχ. 6α καί φθάνει εἰς τὰ 63,2% τής τελικῆς τιμῆς τῆς V_F μετά πάροδον χρόνου τ ὁ ὁποῖος ἐκφράζει τήν "καθυστερήσιν ὀλοκληρώσεως" (ἢ ἄλλως τήν σταθεράν χρόνου) τῆς βαθμίδος ταύτης.

Εἰς μίαν πλήρη διεργασίαν ὑπάρχουν πολλαί σταθεραί χρόνου αἱ ὁποῖαι τροποποιοῦν τήν ἀπόκρισιν ὡς δεικνύει τό Σχ. 6β καί ἰσοδυναμοῦν μέ μίαν ὀλικήν χρονικὴν καθυστέρησιν καλουμένην "καθυστερήσιν βηματικῆς ἀποκρίσεως" τῆς διεργασίας.

Πρός μέτρησιν ταύτης ἐργαζόμεθα ὡς ἔξῃς.

1. Ἐκτελοῦμεν τήν συνδεσμολογίαν τοῦ Σχ.7.
2. Ρυθμίζομεν τήν SET VALUE εἰς τοὺς 30°C καί τήν εἰσοδον τοῦ φουσητήρος εἰς τοὺς 40°C καί θέτομεν τόν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τήν θέσιν 11".

3. Έφαρμόζομεν εἰς τό σημεῖον D ἕν τετραγωνικόν σῆμα (2 Volts, 0.1 Hz)
4. Συνδέομεν τό Y μέ τό Y_1 ἑνός δικαναλικοῦ παλμογράφου (ἢ εἰς τό EXTERNAL TRIGGER ἑνός μονοκαναλικοῦ τοιούτου), ρυθμίζοντες τās ἐνδείξεις εἰς τὰ 1 Volt/ὑποδ. καί 0.5 sec/ὑποδ.
5. Θέτομεν εἰς λειτουργίαν τήν ὄλην διάταξιν καί τὰ βοηθητικά ὄργανα. Ἡ μορφή τῆς MEASURED VALUE ἔχει ὡς εἰς τό Σχ. 7β.
6. Ἐπαναλαμβάνομεν τήν ἀνωτέρω ἐργασίαν μέ τόν φουσητήρα εἰς τήν ἐνδειξίν 60° .
Σχεδιάζομεν τήν ἀπόκρισιν καί ἐκθέτομεν τās παρατηρήσεις μας.



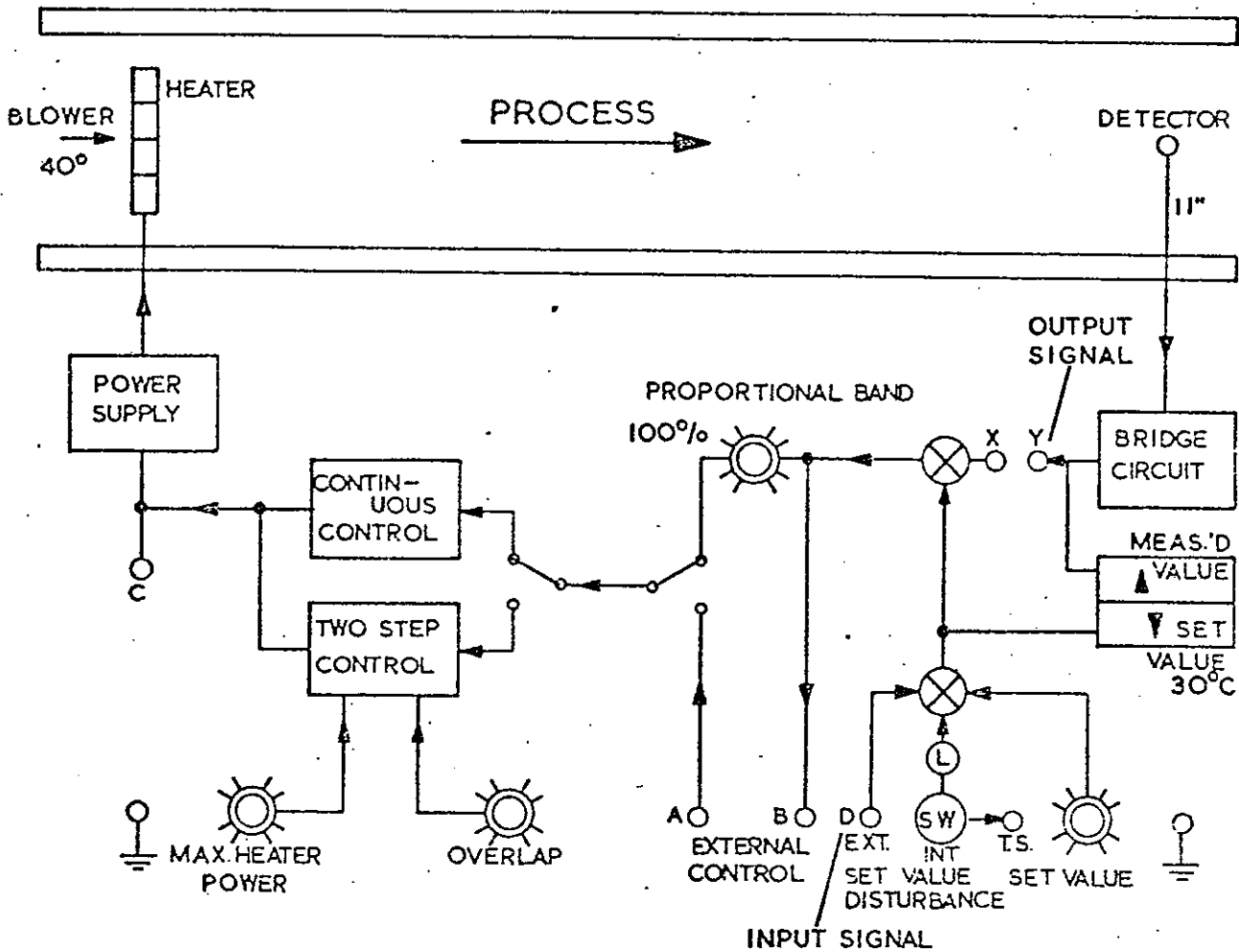
Σχ.6: Καθυστέρησις βηματικῆς ἀποκρίσεως τοῦ συστήματος. α) Μία σταθερά χρόνου β) Πολλά σταθερά χρόνου.

Μέρος 4: Βαθμονόμησις

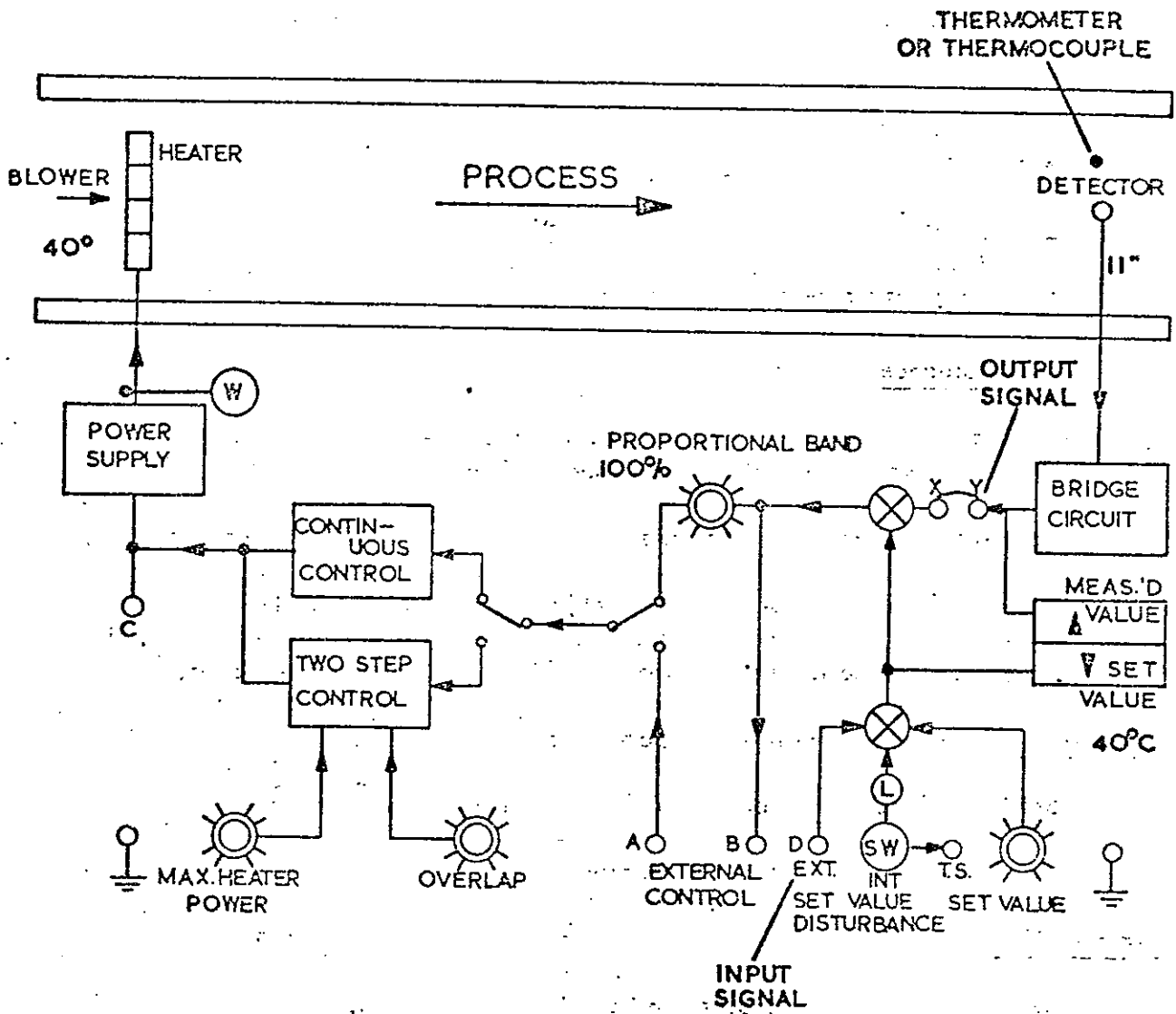
Αἱ στάθμαι τῶν σημάτων μονίμου καταστάσεως εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ συστήματος δύνανται νά μετρηθοῦν καί νά χρησιμοποιηθοῦν πρός εὑρεσιν τῆς σχέσεως μεταξύ τῆς μετρομένης τιμῆς, τῆς ἰσχύος τῆς θερμινούσης πηγῆς, τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος κτλ.

Πρός τοῦτο ἐκτελοῦμεν τὰ ἑξῆς.

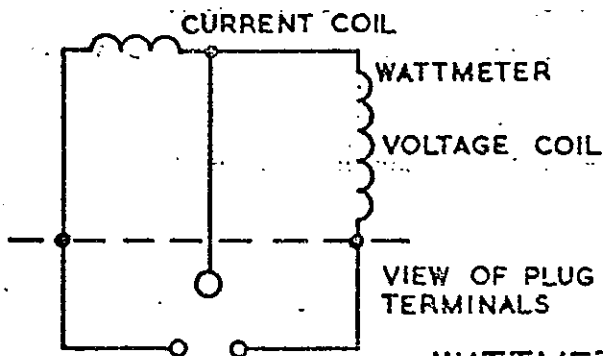
1. Ἐκτελοῦμεν τήν συνδεσμολογίαν τοῦ Σχ. 8 καί θέτομεν τήν εἴσοδον τοῦ φουσητήρος εἰς τούς 40° καί τόν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τήν θέσιν 11".
2. Θέτομεν τό PROPORTIONAL BAND εἰς τὰ 100% καί συνδέομεν τό βατόμετρον ὡς δεικνύει τό Σχ. 8.
3. Συνδέομεν ἕν βολτόμετρον μεταξύ τοῦ σημείου Y καί τῆς γῆς καί ἕν ἄλλο μεταξύ τοῦ σημείου B καί γῆς.
4. Τοποθετοῦμεν τό θερμομέτρον (κλίμαξ $0-80^\circ$ C) εἰς τό ρεῦμα ἀέρος ἐντό τοῦ ἀεραγωγοῦ πλησίον τοῦ ἀκροδέκτου τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος.
5. Θέτομεν τήν διάταξιν εἰς λειτουργίαν.



6. Μεταβάλλομεν τὴν τάσιν τοῦ SET VALUE, μετρουμένην εἰς τό σημεῖον B, ἀπὸ 0-10V κατὰ μικρά βήματα καὶ εἰς ἕκαστον βῆμα λαμβάνομεν τὰς ἐνδείξεις τῆς SET VALUE τῆς ἰσχύος τοῦ θερμαίνοντος στοιχείου, τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καὶ τῆς MEASURED VALUE.
7. Σχεδιάζομεν τὰ διαγράμματα "Ἴσχύς θερμαντικοῦ στοιχείου-SET VALUE" καὶ "θερμοκρασία ἀέρος-ἰσχύς θερμαντικοῦ στοιχείου".



CONNECTION DIAGRAM



WATTMETER CONNECTIONS

Σχ.8: Συνδεσμολογία διά την βαθμονόμησην του συστήματος.

Μέρος 5: 'Ανάλογος Έλεγχος

Είς μίαν μονάδα αναλόγου έλέγχου τό σήμα έξόδου είναι άκριβώς ανάλογον τής άποκλίσεως (σφάλματος) μεταξύ τής MEASURED VALUE και τής SET VALUE. 'Ο συντελεστής αναλογίας όνομάζεται ανάλογος ζώνη (PROPORTIONAL BAND) και έκφράζεται είς επί τοις έκατόν (%) τής κλίμακος τών τιμών τάς όποίας είναι κατασκευασμένη νά μετρά ή μονάς μετρήσεως. 'Όταν τό PROPORTIONAL BAND μειούται ή άπόκλισις μειούται μέχρις ενός σιμείου όπου τό σύστημα καθίσταται άσταθές

Πειραματική έργασία

1. Έκτελοϋμεν τάς συνδέσεις του Σχ. 9, ρυθμίζομεν τήν SET VALUE είς τούς 40°C, τήν είσοδον του φυσητήρος είς τούς 40° και τό PROPORTIONAL BAND είς τό 100%.
2. Θέτομεν τόν άκροδέκτην του στοιχείου αναδείξεως σφάλματος είς τήν θέσιν 11", συνδέομεν τό κανάλι Y₁ του παλμογράφου (2V/ύποδ.) με τό σημείον B τής διατάξεως, συνδέομεν τό κανάλι Y₂ (2V/ύποδ.) με τό σημείον Y και ρυθμίζομεν τήν χρονικήν κλίμακα είς τά 0.5 sec/ύποδ. (με τόν παλμογράφον είς τό EXTERNAL TRIGGER συνδέομεν με τήν ύποδοχί TRIGGER CRO τής διατάξεως).
3. Συνδέομεν τό βατόμετρον ως είς τό Σχ. 9 και θέτομεν είς λειτουργίαν τήν όλην διάταξιν.
4. Θέτομεν τό διακόπτην του SET VALUE DISTURBANCE είς τήν θέσιν INTERNAL και παρατηροϋμεν τάς μεταβολάς τών "SET VALUE", "MEASURED VALUE", "Άποκλίσεως" και "Ίσχύος θερμαντικού στοιχείου".
5. Έπαναλαμβάνομεν τήν προηγουμένην έργασίαν μεταβάλλοντες σταδιακώς τό % PB από 200% μέχρι 40%.
6. Είς κάθε βήμα λαμβάνομεν μετρήσεις τής "άποκλίσεως" και τής "Ίσχύος του θερμαντικού στοιχείου" και σχεδιάζομεν τό διάγραμμα "%PB-Ίσχύς θερμαντικού στοιχείου".

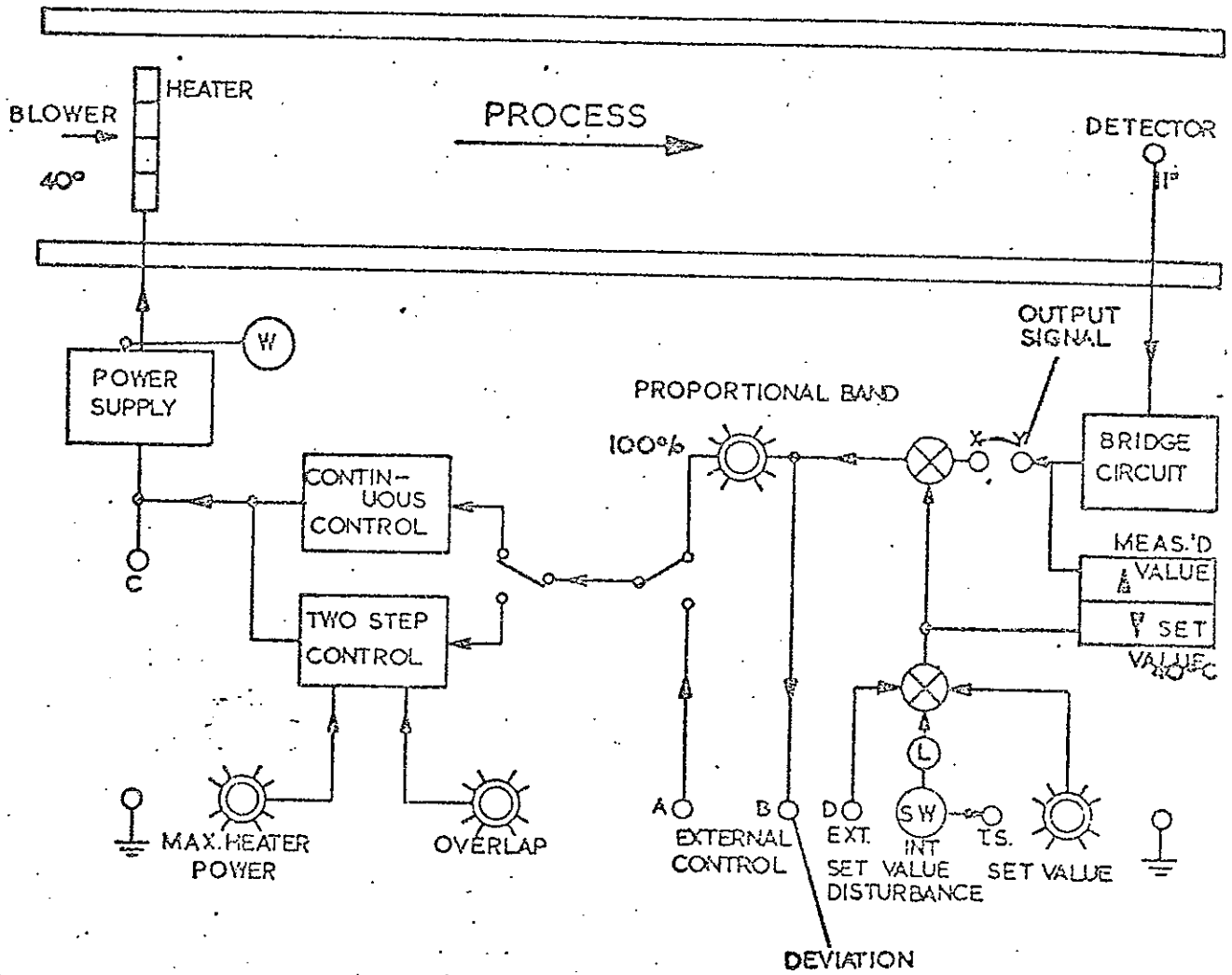
Έκθέτομεν τάς παρατηρήσεις μας.

Μέρος 6: 'Απόκρισις του συστήματος

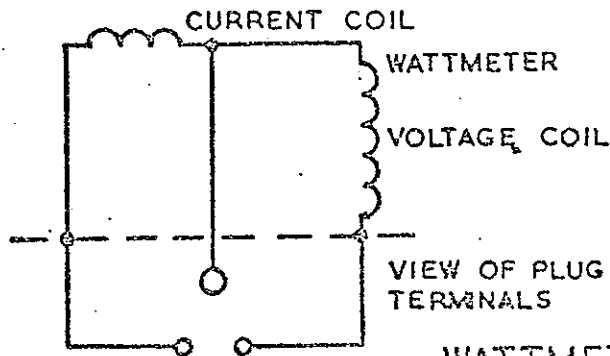
Μία οιαδήποτε διαταραχή τής διεργασίας γίνεται αίτία μεταβολής τής συνθήκης λειτουργίας της και δύναται νά παρουσιασθή είτε είς τήν πλευράν τής είσόδου ή είς τήν πλευράν τής έξόδου του συστήματος. Είς τήν μελετωμένην διεργασίαν, διαταραχαί του συστήματος τροφοδοσίας δύναται νά προκληθούν λόγω μεταβολής:

- α) του στομίου του άεραγωγού, β) τής θερμοκρασίας του άέρος και γ) τής τάσεως τροφοδοσίας του θερμαντικού στοιχείου.

Η άπόκρισις του συστήματος είς μίαν διαταραχήν έξαρτάται από τήν τιμήν του PROPORTIONAL BAND ως δεικνύει τό Σχ. 10:

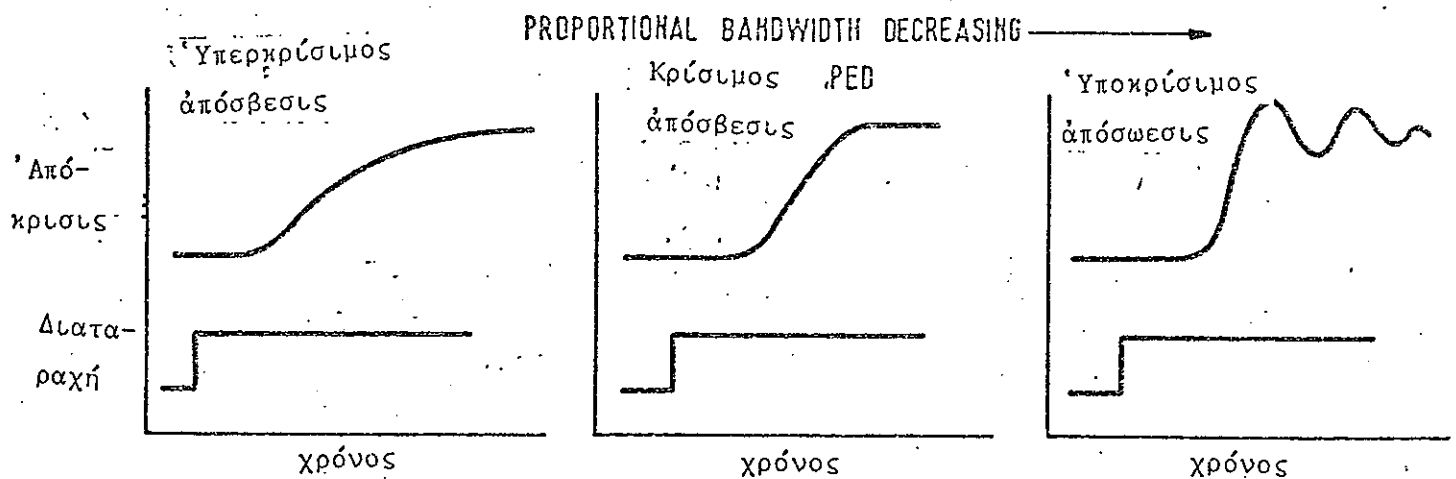


CONNECTION DIAGRAM



WATTMETER CONNECTIONS

Σχ. 9: Συνδεσμολογία δια την εφαρμογή αναλόγου έλέγχου.



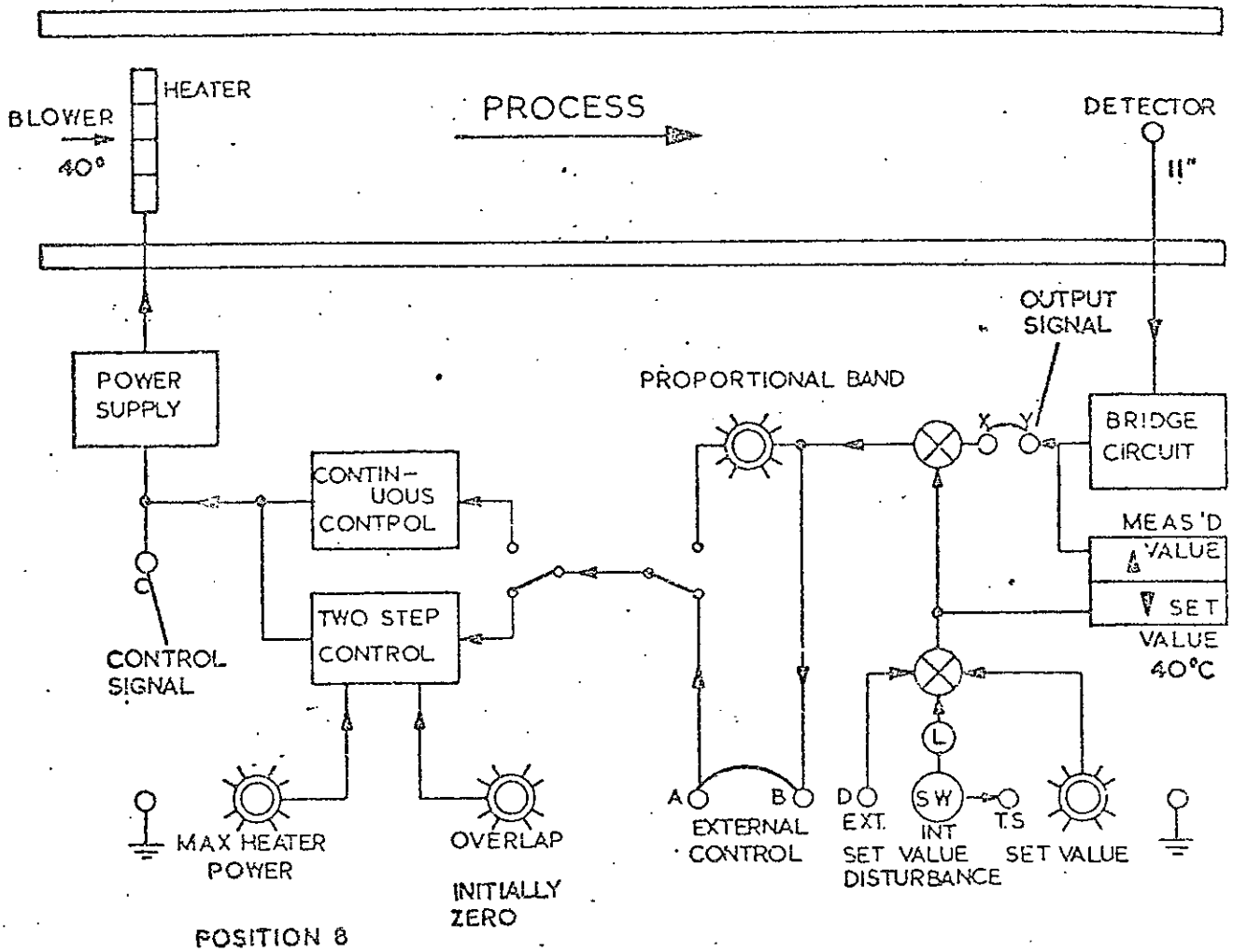
Σχ.10: Βηματική απόκριση διά διαφόρους τιμές της ένισχύσεως (PROPORTIONAL BAND).

Πειραματική εργασία

1. Εκτελούμεν τās συνδέσεις του Σχ. 11, ρυθμίζομεν τήν SET VALUE εἰς τούς 50° C, τό στόμιον του φουσητήρος εἰς τούς 40° , τό PROPORTIONAL BAND εἰς τό 100% καί τόν ἀκροδέκτην τῆς μονάδος ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τήν θέσιν 11".
2. Συνδέομεν τό κανάλι Y_1 (1V/ὑποδ.) του παλμογράφου μέ τό σημεῖον Y, τό κανάλι Y_2 , (1V/ὑποδ.) μέ τό σημεῖον C καί ρυθμίζομεν τήν χρονικήν κλίμακα του παλμογράφου εἰς τὰ 0.5 sec/ὑποδ. (μέ INTERNAL TRIGGER). Σημειοῦται ὅτι διά τήν μέτρησιν τῆς MEASURED VALUE καί τῆς ἐξόδου τῆς μονάδος ἐλέγχου δύναται νά χρησιμοποιηθῆ καί βολτόμετρον.
3. Θέτομεν εἰς λειτουργίαν τήν ὅλην διάταξιν καί (ἔχοντες τās προηγουμένης ἐνδείξεις) αὐξάνομεν ταχέως τό ἄνοιγμα του στομίου του φουσητήρος ἀπό 40° εἰς 60° .
Πρέπει νά παρατηρήσωμεν μίαν μείωσιν τῆς MEASURED VALUE καί μίαν αὐξήσιν του σήματος ἐλέγχου πρὸς ἀντιστάθμισιν τῆς διαταραχῆς.
4. Ἐπαναλαμβάνομεν τήν ὡς ἄνω ἐργασίαν θέτοντες τό PROPORTIONAL BAND εἰς τὰ 200% καί 30% ἀντιστοίχως.
5. Θέτομεν τό %PB εἰς τό 50% καί μεταβάλλοντες τό ἄνοιγμα του φουσητήρος ἀπό 20° μέχρι 80° σταδιακῶς, λαμβάνομεν τās ἐκάστοτε ἐνδείξεις τῆς MEASURED VALUE καί τῆς ἐξόδου τῆς μονάδος ἐλέγχου.
6. Σχεδιάζομεν τὰ διαγράμματα "MEASURED VALUE-ἄνοιγμα φουσητήρος", "ἔξοδος μονάδος ἐλέγχου- ἄνοιγμα φουσητήρος".

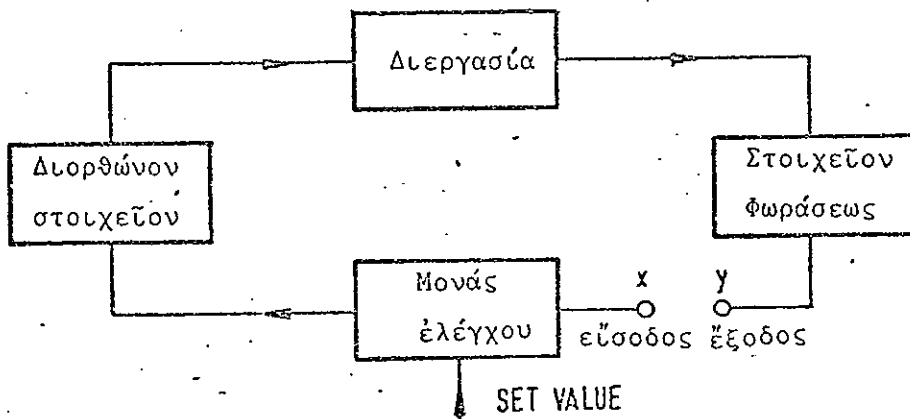
Μέρος 7: Ἀπόκρισις κατά συχνότητα

Μία φυσική διεργασία δύναται ἐν γένει νά θεωρηθῆ ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν καθαρὰν καθυστέρησιν μεταφορᾶς καί μίαν σειρὰν βαθμίδων ἐκάστη τῶν ὁποίων ἔχει ἰδίαν σταθερὰν χρόνον.



Σχ.11: Συνδεσμολογία διά τήν μέτρησην τής χρονικής ἀποκρίσεως τοῦ συστήματος

Ἡ ἀπόκρισις συχνότητος δύναται νά σχεδιασθῆ εἰς τό πολικόν διάγραμμα (Nyquist) ἢ τό διάγραμμα Bode. Πρός προσδιορισμόν τής ἀποκρίσεως συχνότητος ἀνοίγομεν τόν βρόχον ἐλέγχου ὡς δεικνύει τό Σχ. 12 καί ἐφαρμόζομεν ἄρμονικόν σῆμα μεταβλητῆς συχνότητος εἰς τήν εἴσοδον. Βασικός στόχος εἶναι ἡ εὔρεσις τῆς κρισίμου συχνότητος εἰς τήν ὁποίαν ἡ ὑπό τοῦ συστήματος εἰσαγομένη καθυστέρησις φάσεως εἶναι 180° καί ἡ μέτρησης τῆς ἐνισχύσεως εἰς τήν συχνότητα ταύτην.



Σχ.12: Ἀνοίγμα τοῦ βρόχου διά τήν μέτρησην τής ἀποκρίσεως κατὰ συχνότητα

Ἡ ἀπολαβὴ καὶ ἡ καθυστέρησις φάσεως τοῦ συστήματος δίδονται ὑπὸ τῶν τύπων

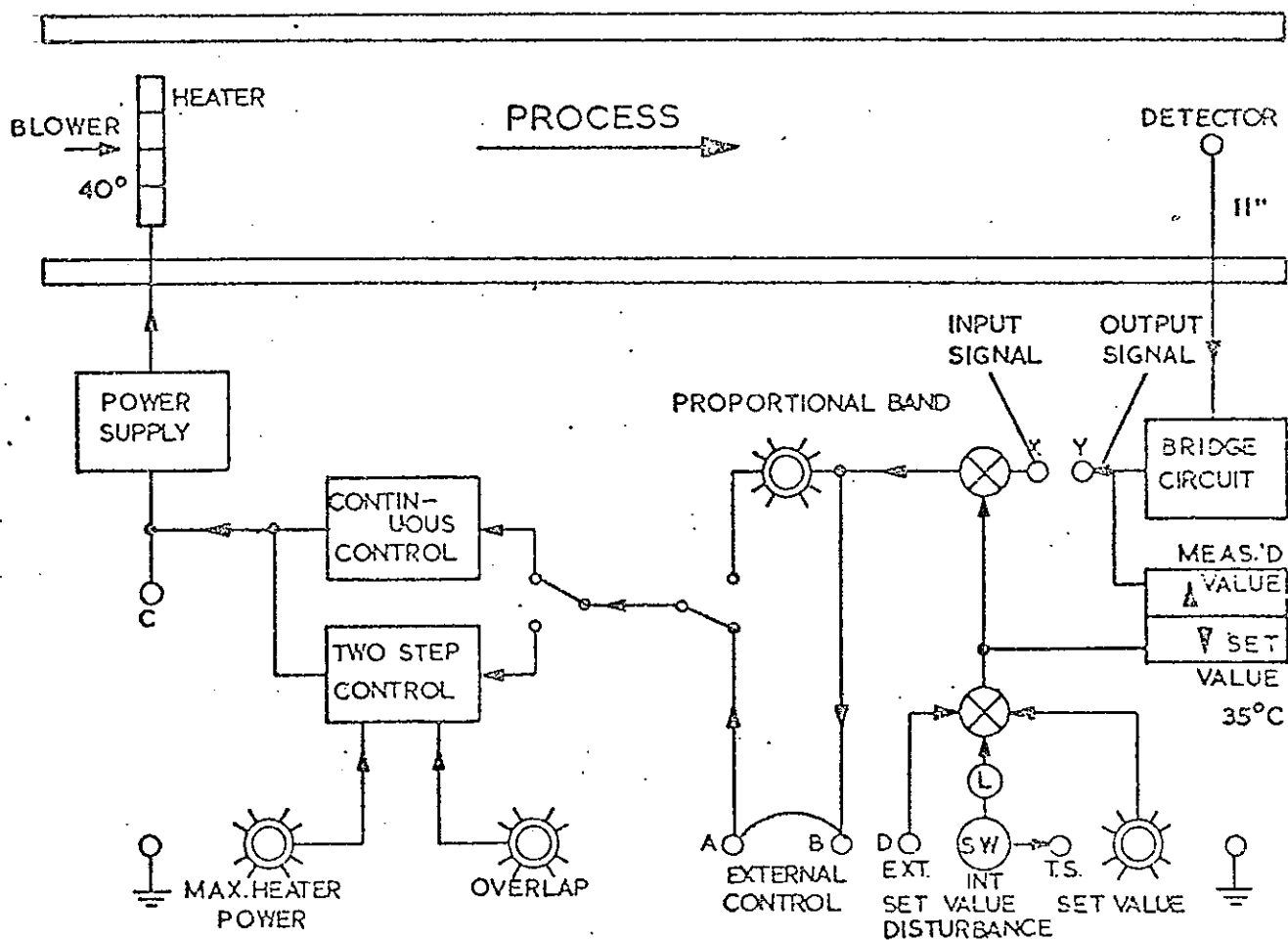
$$G = \frac{\text{Μεταβολὴ σήματος ἐξόδου}}{\text{Μεταβολὴ σήματος εἰσόδου}}$$

$$\phi = \frac{\text{Χρονικὴ καθυστέρησις, εἰσόδου-ἐξόδου, εἰς secx360}}{\text{περίοδος σήματος, εἰς sec}}$$

Ἐάν τὰ σήματα ἐξόδου καὶ εἰσόδου δέν ἔχουν τὰς αὐτὰς φυσικὰς διαστάσεις, τότε πρὸς ἀποφυγὴν συντελεστῶν μετατροπῆς χρησιμοποιοῦμεν τὴν "ἀνάλογον ζώνην" PB εἰς % τῆς περιοχῆς ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐπιτρέπεται νὰ λειτουργεῖ ἡ μονὰς μετρήσεως. Ἡ σχέσηις τῶν G καὶ PB εἶναι

$$G = 1 / (\% / PB)$$

Ἡ μονὰς ἀναλόγου ἐλέγχου δίδει ἔξοδον ἀνάλογον τῆς ἀποκλίσεως ἀλλὰ εἰς ἀντίθεσιν φάσεως πρὸς αὐτήν. Οὕτω ἐάν τὸ σύστημα εἰσάγει πρὸσθετον ὀλίγησιν φάσεως 180° καὶ κλείσῃ ὁ βρόχος ὑπάρχει μίᾳ συχνότητι εἰς τὴν ὁποίαν τὸ σῆμα διαταραχῆς καὶ ἡ ἔξοδος εὐρίσκονται ἐν φάσει. Ἐάν εἰς τὴν συχνότητα ταύτην τὸ γινόμενον τῆς ἀπολαβῆς τῆς μονάδος ἐλέγχου καὶ τοῦ ὑπὸ ἔλεγχον συστήματος εἶναι ἴση ἢ μεγαλυτέρα τῆς 1, τὸ σύστημα ἐκτελεῖ συντηρουμένας ἢ αὐξανόμενας ταλαντώσεις δηλ. ἔχομεν ἀστάθειαν.

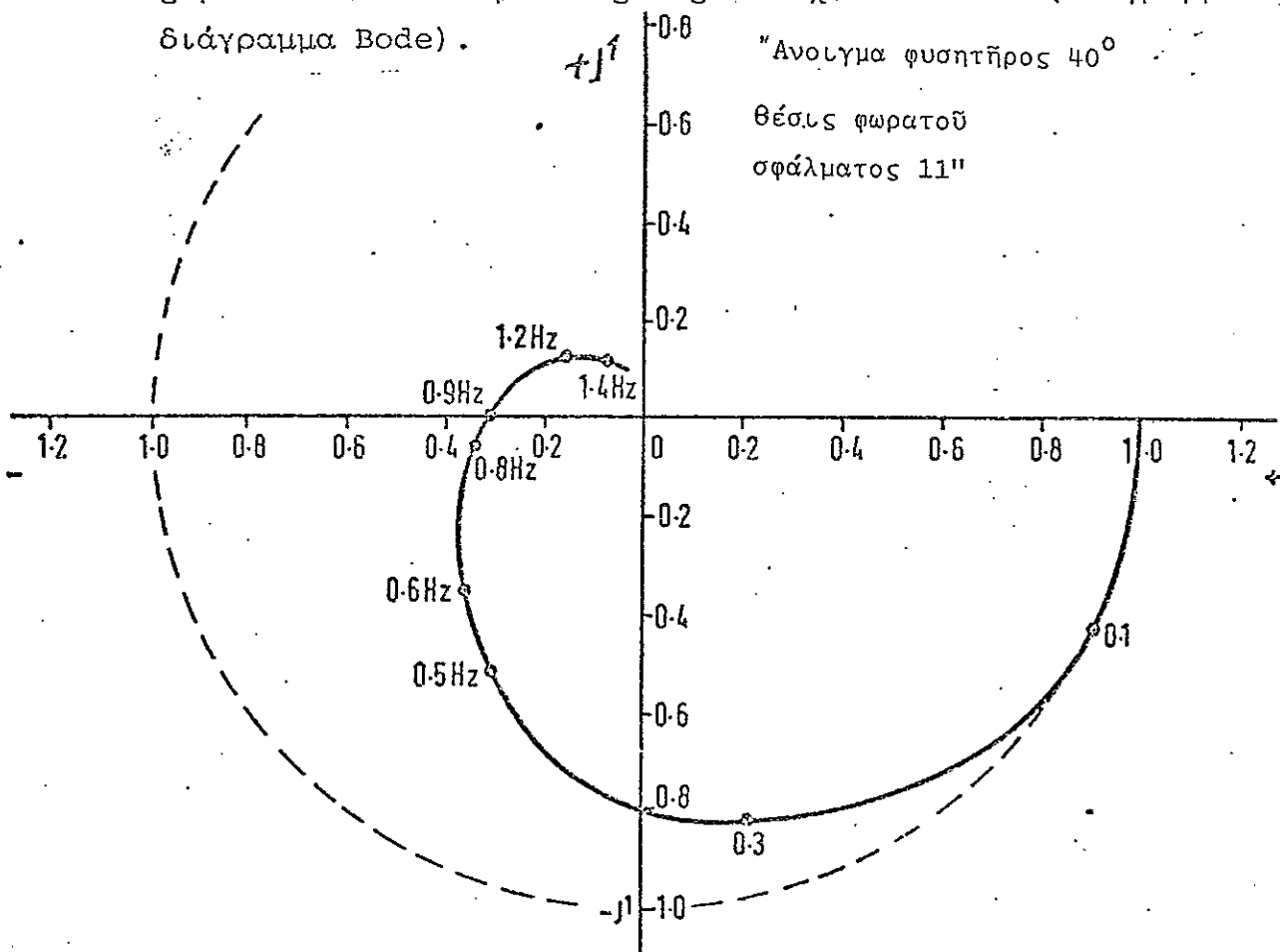


Σχ.13: Συνδεσμολογία διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἀποκρίσεως κατὰ συχνότητα.

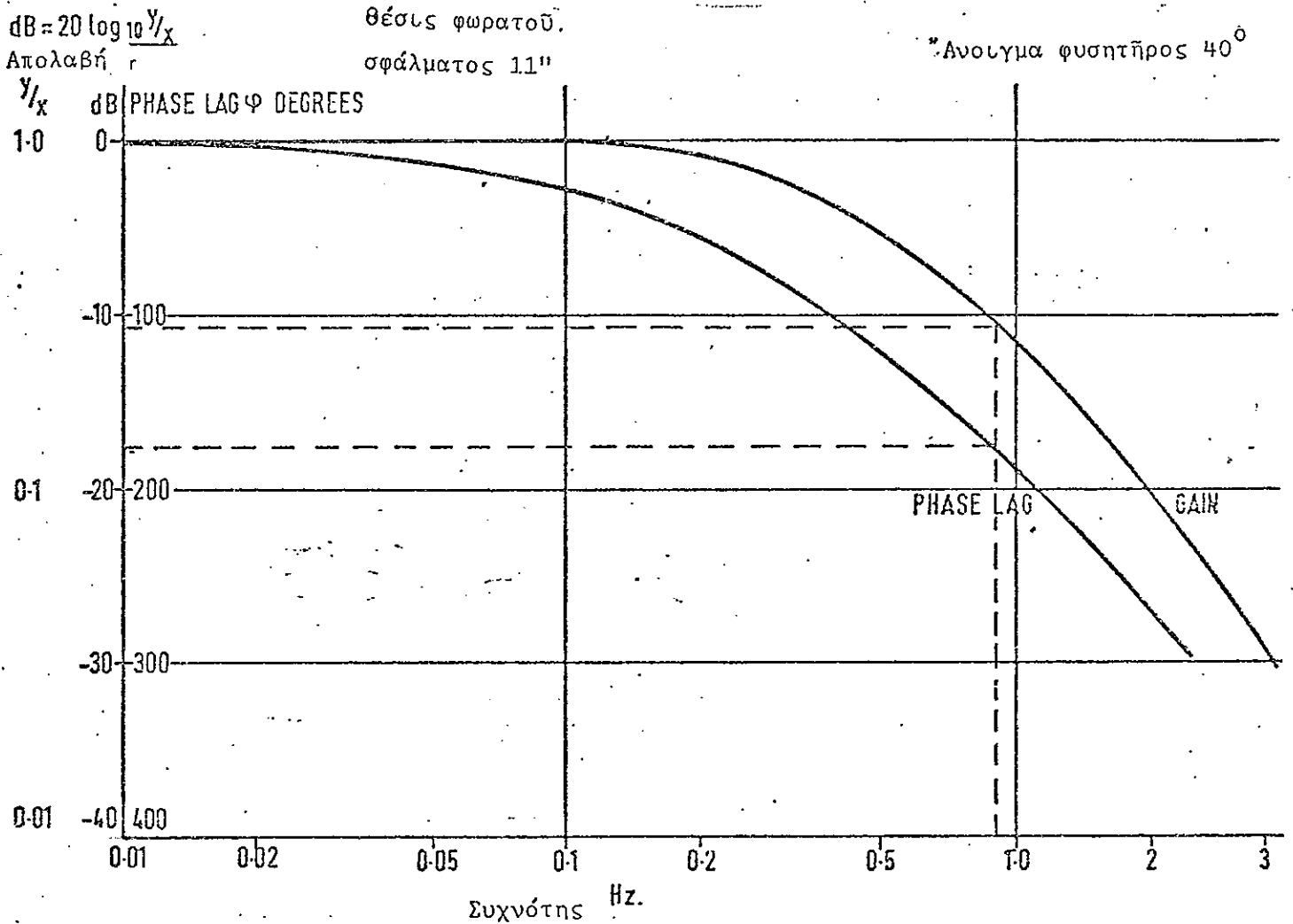
Πειραματική εργασία

A. Απόκρισις συχνότητας

1. Έκτελοῦμεν τὰς συνδέσεις τοῦ Σχ. 13.
2. Ρυθμίζομεν τὸ SET VALUE εἰς τοὺς 35° C.
3. Ρυθμίζομεν τὴν εἴσοδον τοῦ φουσητήρος εἰς τὰς 40° .
4. Θέτομεν τὸν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τὴν θέσιν 11".
5. Θέτομεν τὸ κανάλι Y1 τοῦ παλμογράφου εἰς τὸ 2V/ὑποδιαίρεσιν καὶ τὸ συνδέομεν μὲ τὴν ὑποδοχὴν X τοῦ θερμικοῦ συστήματος.
6. Θέτομεν τὸ κανάλι Y2 εἰς τὸ 2V/ὑποδιαίρεσιν καὶ τὸ συνδέομεν μὲ τὴν ὑποδοχὴν Y τοῦ θερμικοῦ συστήματος.
7. Θέτομεν τὴν χρονικὴν κλίμακα εἰς τὸ 1.0 sec/ὑποδιαίρεσιν (INTERNAL TRIGGER).
8. Ἐφαρμόζομεν εἰς τὴν ὑποδοχὴν X τοῦ θερμικοῦ συστήματος μίαν ἡμιτονικὴν τάσιν πλάτους 2V καὶ συχνότητος 0.1 Hz.
9. Θέτομεν εἰς λειτουργίαν τὸ θερμικὸν σύστημα καὶ τὰ ὄργανα μετρήσεως.
10. Διὰ συχνότητα εἰσόδου 0.1 Hz μετροῦμεν τὸ πλάτος καὶ τὴν διαφορὰν φάσεως εἰσόδου-ἐξόδου.
11. Ἐπαναλαμβάνομεν τὰ ἀνωτέρω διὰ συχνότητας μέχρις 3 Hz καὶ σχεδιάζομεν τὰ ἀποτελέσματα ὡς εἰς τὰ Σχ.14 καὶ 15 (διάγραμμα Nyquist καὶ διάγραμμα Bode).



Σχ.14: Διαγράμματα Nyquist.



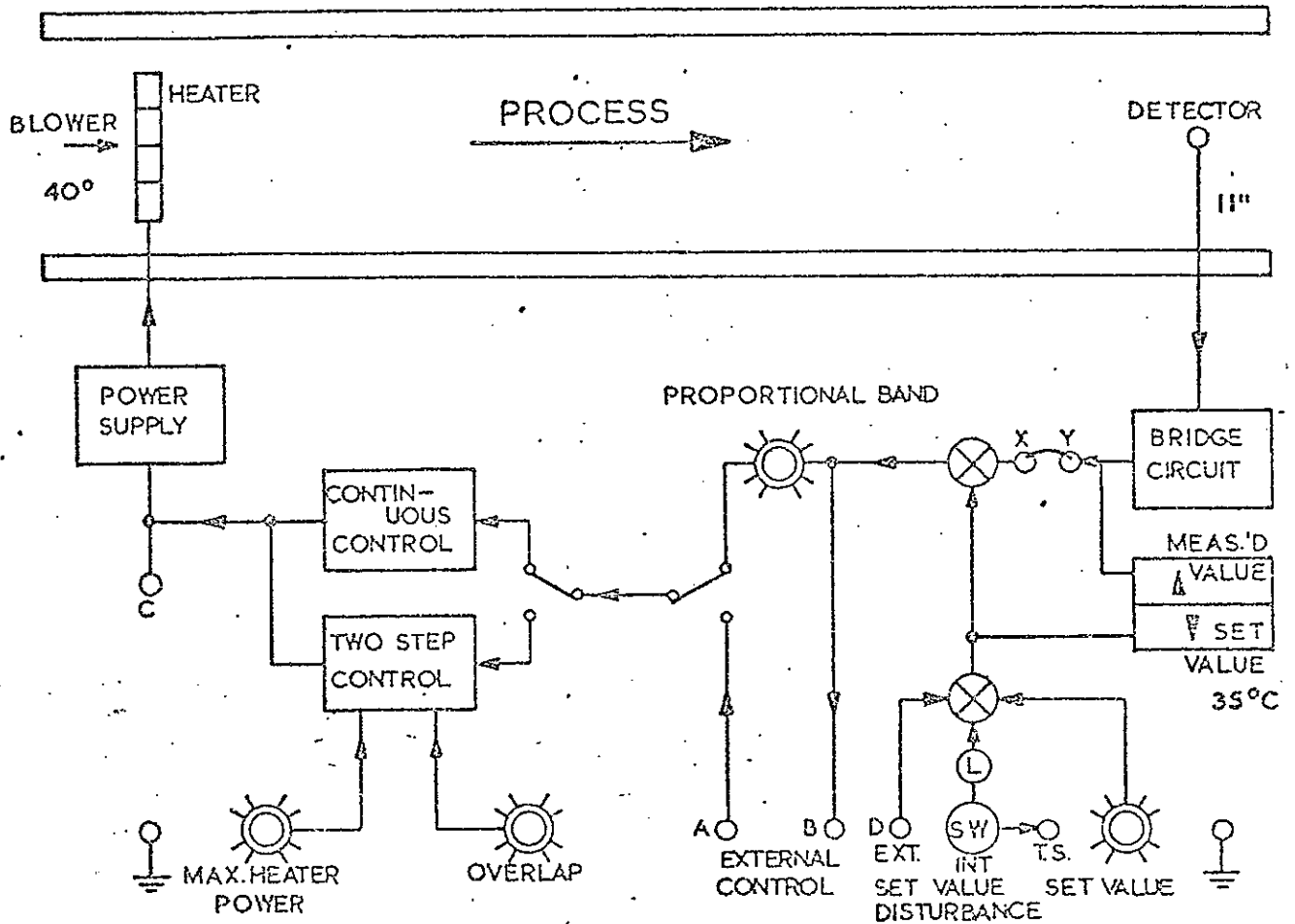
Σχ.15: Διάγραμμα Bode

B. Έκλογή ενισχύσεως της μονάδος ελέγχου

1. Έκτελοῦμεν τὰς συνδέσεις τοῦ Σχ. 16, ρυθμίζομεν τὸ SET VALUE εἰς τοὺς $35^\circ C$, τὴν εἴσοδον τοῦ φουσητήρος εἰς τοὺς 40° καὶ θέτομεν τὸν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τὴν θέσιν 11".
2. θέτομεν τὸ κανάλι Y1 τοῦ παλμογράφου εἰς τὸ 2V/ὑποδιαίρεσιν καὶ τὸ συνδέομεν μὲ τὴν ὑποδοχὴν Y τοῦ θερμικοῦ συστήματος. Ἀκολουθῶν θέτομεν τὴν χρονικὴν κλίμακα εἰς τὸ 1 sec/ὑποδιαίρεσιν διεγειρομένην ὑπὸ γεννητρίας σήματος.
3. Ἐφαρμόζομεν εἰς τὴν ὑποδοχὴν D τετραγωνικὸν σήμα πλάτους 2V καὶ συχνότητος 0.2Hz.
4. θέτομεν τὰς διατάξεις εἰς λειτουργίαν
5. ρυθμίζομεν τὴν "ἀνάλογον ζώνην" %PB εἰς τὴν τιμὴν ἣ ὅποια εὐρέθη διὰ τῆς ἀποκρίσεως συχνότητος, βάσει τῆς ἐξισώσεως

$$\%PB = (\text{Κρίσιμος ἀπολαβή}) \times 100\%$$
καὶ ἐλέγχομεν ἐάν εἶναι ἀρκετὴ διὰ νὰ ἀναγκάσῃ τὸ σύστημα εἰς ταλαντώσεις

6. Διπλασιάζομεν τήν τιμήν τοῦ %PB καί ἐπαληθεύομεν ὅτι τό σύστημα εἶναι εὐσταθές.



Σχ.16: Συνδεσμολογία διά τήν ἐκλογήν τῆς ἐνισχύσεως τῆς μονάδος ἐλέγχου.

Μέρος 8: Ἐλεγχος δύο καί τριῶν ὀρων

Διά τόν ἔλεγχον δύο καί τριῶν ὀρων τῆς θερμικῆς διεργασίας PT326 χρησιμοποιοῦμεν τόν προσομοιωτήν ἐλέγχου PCS327 τῶν ἀσκήσεων 3 καί 4 (βλ. Ἔργαστ. Ἀσκήσεις Συστ. Αὐτομ. Ἐλέγχου-Σειρά I)

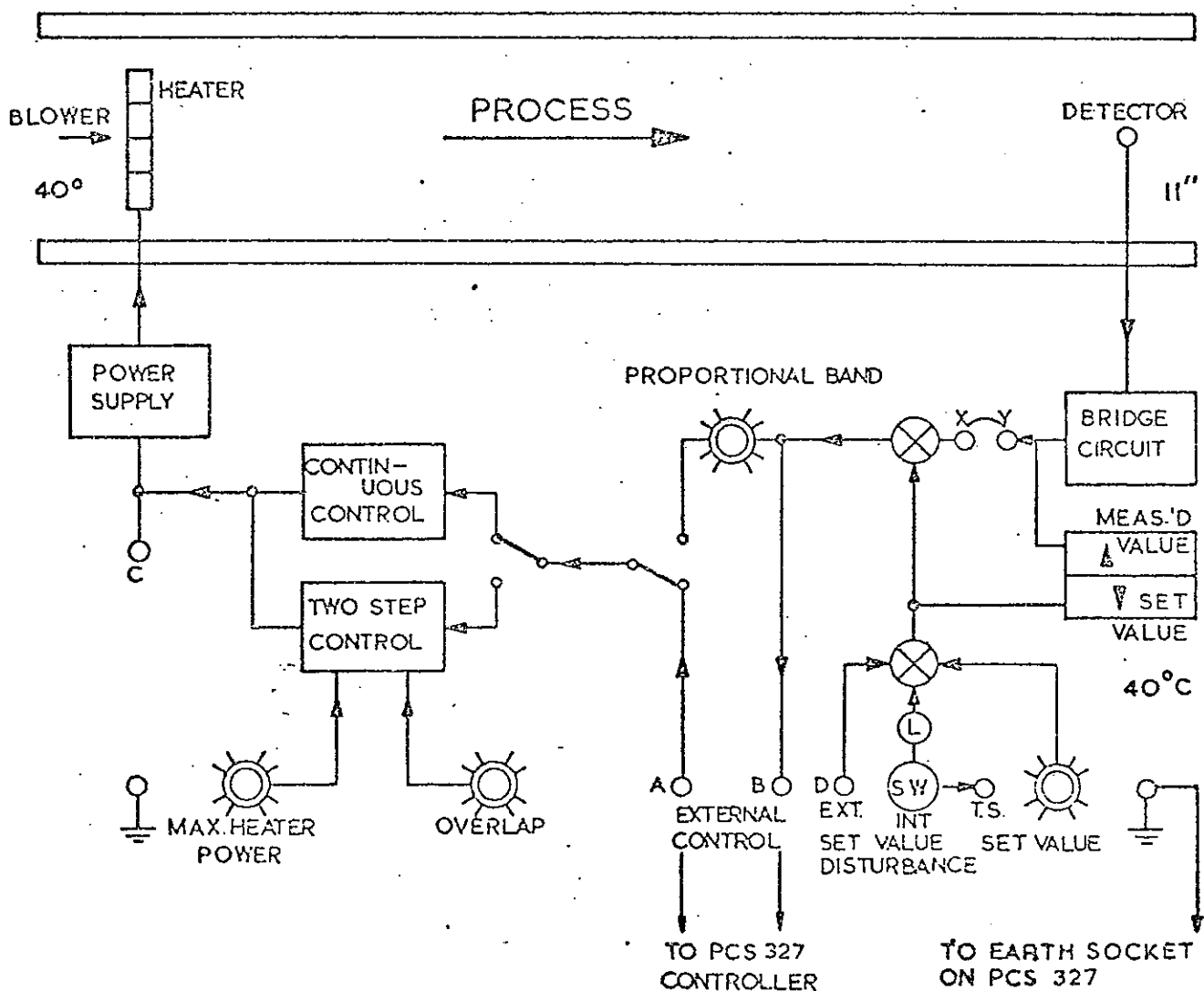
Ἡ πειραματική ἐργασία μας ἔχει ὡς ἑξῆς.

1. Εἰς τό θερμικόν σύστημα ἐκτελοῦμεν τάς συνδέσεις αἱ ὁποῖαι δεικνύοντα εἰς τό Σχ.17, ρυθμίζομεν τήν SET VALUE εἰς τοὺς 40°C, τό ἄνοιγμα εἰσόδου τοῦ φυσητῆρος εἰς τοὺς 40°, καί τόν ἀκροδέκτην τοῦ στοιχείου ἀναδείξεως σφάλματος εἰς τήν θέσιν 11".
2. Εἰς τόν προσομοιωτήν ἐλέγχου ἐκτελοῦμεν τάς συνδέσεις τοῦ Σχ. 18 καί τόν συνδέομεν μέ τό θερμικόν μας σύστημα.
3. Ρυθμίζομεν τάς παραμέτρους τοῦ προσομοιωτοῦ ἐλέγχου εἰς τάς κάτωθι ἀρχικάς τιμάς

$$\%PB=2P_o, \tau_i=T_o, \tau_d=\frac{T_o}{5}$$

όπου P_o είναι η % έκφρασις της κρίσιμου άπολαβής, και T_o ή περίοδος των ταλαντώσεων εις την κρίσιμον κατάστασιν (αί τιμαί αύται εύρέθησαν εις τό Μέρος 6: 'Απόκρισις κατά συχνότητα).

4. Έφαρμόζομεν εις την ύποδοχήν D του θερμικού συστήματος έν τετραγωνικόν σήμα πλάτους 2 Volts και συχνότητος 0.1 Hz.
5. Συνδέομεν τό Y1 (1V/ύποδ.) του παλμογράφου μέ την ύποδοχήν Y του θερμικού συστήματος, τό Y2 (1V/ύποδ.) μέ την ύποδοχήν B τούτου και θέτομεν την χρονικήν κλίμακα εις τό 1 sec/ύποδ. (INTERNAL TRIGGER).
6. θέτομεν εις λειτουργίαν την όλην διάταξιν και παρατηρούμεν την άπόκρισιν του συστήματος εις μίαν βηματικήν μεταβολήν της SET VALUE. Μέ τας έκλεγείσας τιμάς των παραμέτρων θά πρέπει νά έχωμεν μηδενικήν άπόκλισιν μέ μικράν ύπερύψωσιν.
7. Παρατηρούμεν την επίδρασιν επί της άποκρίσεως και της άποκλίσεως, μεταβολών εις τας παραμέτρους του αναλόγου όρου, του όρου ολοκληρώματος και του όρου παραγωγού της μονάδος έλέγχου.



Σχ.17. Συνδεσμολογία διά τόν έλεγχον δύο και τριών όρων.

Πρός πειραματικών προσδιορισμόν τῶν τιμῶν τῶν %PB τ_i καί τ_d χωρίς νά χρησιμοποιήσωμεν τήν ἀπόκρισιν συχνότητος ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς:

8. Θέτομεν τόν χρόνον δράσεως ὀλοκληρώματος (INTEGRAL ACTION TIME) τ_i εἰς τήν μεγίστην (OFF) θέσιν καί τόν χρόνον δράσεως παραγώγου (DERIVATIVE ACTION TIME) τ_d εἰς τό μηδέν
9. Μειώνομεν τήν ἀνάλογον ζώνην μέχρι τήν τιμήν ὅπου λαμβάνουν χώραν ταλαντώσεις (δηλαδή εἰς τήν τιμήν %PB= P_0 ὅτε ἡ περίοδος ταλαντώσεων εἶναι T_0).
10. Διπλασιάζομεν τήν τιμήν ταύτην δηλαδή θέτομεν %PB= $2P_0$
11. Μειώνομεν τό τ_i μέχρις ὅτου λάβωμεν OFFSET μηδέν.
12. Παρατηροῦμεν τήν ἀπόκρισιν τοῦ συστήματος εἰς μίαν βηματικήν μεταβολήν τῆς εἰσόδου (STEP DISTURBANCE). Αὐξάνομεν τό τ_d μέχρις ὅτου ἡ ὑπερύψωσις εἶναι περίπου 20%.

Τυπικαί τιμαί διά ταχείαν ἀπόκρισιν χωρίς OFFSET εἶναι
%PB=50%, $\tau_i=1\text{sec}$, $\tau_d=0.1\text{sec}$