

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΙΣ 3ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥΔΥΟ ΚΑΙ ΤΡΙΩΝ ΘΡΩΝ

(Συσκευή: Προσομοιωτής έλέγχου PCS327: Σχ. 1)

1. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΓΝΩΣΕΙΣ

- (I) Αυτόματος έλεγχος δύο και τριών θρων.
 (II) Εμπειρικά μέθοδοι έκλογής των παραμέτρων των νόμων έλέγχου δύο και τριών θρων.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Σπ. Τζαφέστα: "Αυτόματος έλεγχος τριών θρων φυσικών και χημικών διεργασιών" (είδικόν φυλλάδιον).
- 2) Atkinson: "Feedback Control Theory for Engineers", Κεφ. 4 (Heineman).
- 3) Weber, T.: "An introduction to process dynamics and control", Κεφ. 14 (J. Wiley, 1973).

3. ΔΙΤΙΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ

- α) Συνδέομεν τό σύστημα ως είς τό Σχ. 3. Ἡ ὑπό έλεγχον διεργασία έχει ως είς τό Σχ. 2α.
- β) θέτομεν τούς διακόπτας είς τάς δεικνυόμενας θέσεις (Σχ. 3).
- γ) Ρυθμίζομεν τήν τιμήν αναφοράς (set-value) είς τρόπον ὥστε τό ὄργανον νά δείξη ένδειξιν περίπου 10.
- δ) Διά χρήσεως τοῦ συνδέσμου Α τοῦ Σχ. 3 ως διακόπτου ON-OFF προσπαθοῦμεν νά καταστήσωμεν τήν μετρομένην τιμήν τοῦ ὄργανου περίπου 5.

ε) Έκθέτομεν τὰς παρατηρήσεις μας ποιοτικῶς καὶ ποσοτικῶς.

Εἰς τὸ πείραμα τοῦτο ἢ ὑπὸ ἔλεγχον διεργασία (Process) δυνατόν νά παριστᾷ ἕνα "ἠλεκτρικόν φούρνον". Ὁ σύνδεσμος Α παίξει τὸν ρόλον τοῦ διακόπτου ἔλεγχου ON-OFF, τὸν δέ ἔλεγχον ἀσκει ὁ ἄνθρωπος. Ἡ τιμὴ ἀναφορᾶς ἢ ἐπιθυμουμένη τιμὴ (set-value) παριστᾷ τὴν ἐπιθυμουμένην θερμοκρασίαν καὶ ἡ μετρούμενη τιμὴ (measured value) τὴν πρακτικῶς λαμβανομένην θερμοκρασίαν. Διὰ τῆς ἀκολουθιακῆς μεταπτώσεως ἀπὸ τὴν κατάστασιν ON εἰς τὴν κατάστασιν OFF, εἶναι δυνατόν νά κρατήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν πλησίον τῆς ἐπιθυμουμένης τιμῆς. Οὐχὶ ὅμως πάντοτε. Ἐν σύστημα τῆς μορφῆς ταύτης (ἀνοικτοῦ βρόχου) δέν εἶναι ἐπιτυχές καὶ ἄρα εἶναι μὴ ἀποδεκτὸν εἰς τὴν πράξιν.

4. ΑΝΑΛΟΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΟΝ ΒΡΟΧΟΝ

α) Συνδέομεν τὸ σύστημα ὡς εἰς τὸ Σχ. 4. Ἡ ὑπὸ ἔλεγχον διεργασία ἔχει ὡς εἰς τὸ Σχ. 2α.

β) Διὰ ρυθμίσεως τῆς SET VALUE προσπαθοῦμεν νά λάβωμεν εἰς τὸ ὄργανον μετρήσεως οἰανδήποτε τιμὴν (MEASURED VALUE) θέλομεν καὶ σημειοῦμεν τὰς ἀναγνώσεις τόσοσιν τῆς SET VALUE ὅσον καὶ τῆς MEASURED VALUE.

γ) Ἐφαρμόζομεν μίαν μικρὰν διαταραχὴν ± 1.5 Volt (συνεχῆς τάσις) εἰς τὸ σημεῖον LOAD DISTURBANCE καὶ σημειοῦμεν τὰς μεταβολὰς τῶν ἐνδείξεων τῶν ὀργάνων.

δ) Έκθέτομεν τὰς παρατηρήσεις μας ποιοτικῶς καὶ ποσοτικῶς.

Διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἀναμένεται ὁμαλότερος ἔλεγχος τῆς θερμοκρασίας τοῦ φούρνου. Ἡ μετρούμενη τιμὴ διατηρεῖται

περίπου ίση προς την επιθυμουμένην, μόνον εφ'όσον ή επιθυμουμένη τοιαύτη διατηρείται σταθερά. Εάν ή τιμή αὐτή διαταραχθῆ δέν λαμβάνει χώραν αυτόματος διορθωτική δράσις.

4. ΑΝΑΛΟΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΟΝ ΒΡΟΧΟΝ

- α) Συνδέομεν τό σύστημα ως εἰς τό Σχ. 5. Η υπό έλεγχον διεργασία έχει ως εἰς τό Σχ. 2α.
- β) θέτομεν τούς διακόπτας ως εἰς τό Σχ. 5.
- γ) θέτομεν τόν διακόπτην τοῦ ὀργάνου μετρήσεως εἰς τήν θέσιν MEASURED VALUE καί μεταβάλλοντες τό SET VALUE CONTROL σημειούμεν τās αντίστοιχούς μεταβολάς τῶν ένδείξεων τῶν ὀργάνων SET VALUE καί MEASURED VALUE.
- δ) Επαναλαμβάνομεν τό γ) μέ τόν διακόπτην τοῦ ὀργάνου μετρήσεως εἰς τήν θέσιν DEVIATION.
- ε) Μέ τόν διακόπτην τοῦ ὀργάνου μετρήσεως εἰς τās θέσεις MEASURED VALUE καί DEVIATION ἐφαρμόζομεν εἰς τό σημείον LOAD DISTURBANCE μίαν τάσιν (διαταραχήν) περίπου ±1.5V καί σημειούμεν τās μεταβολάς τῶν ὀργάνων.

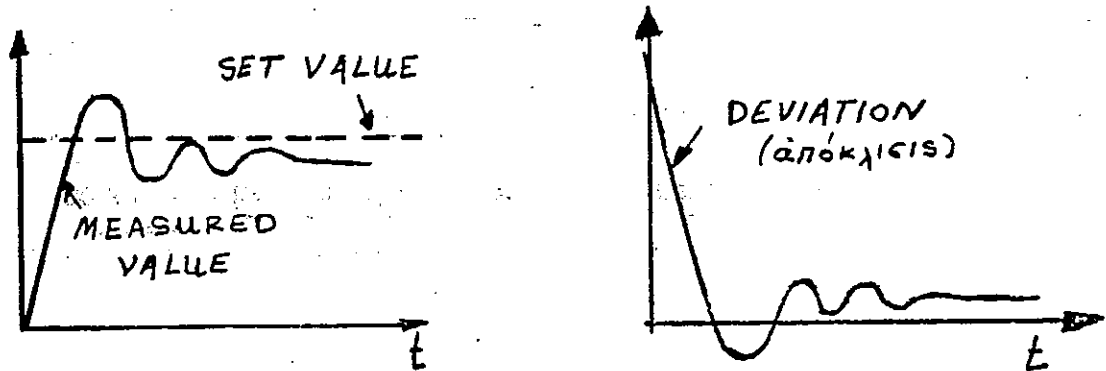
Όταν ή SET VALUE μεταβληθῆ ή MEASURED VALUE μεταβάλλεται ἀλλά κάπως βραδύτερον. Λόγω τούτου υπάρχει πάντοτε κάποια ὑπολογίσιμος ἀπόκλισις (DEVIATION). Όταν ἐφαρμοσθῆ μία διαταραχή ἀμφότεραι αἱ τιμαί τῆς MEASURED VALUE καί τῆς DEVIATION μεταβάλλονται. Η καθυστέρησις εἰς τήν μεταβολήν τῆς MEASURED VALUE ὀφείλεται εἰς τήν σταθεράν χρόνου τῆς ὑπό έλεγχον διεργασίας.

5. ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΙΣ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΟΝ ΕΛΕΓΧΟΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ

- α) Συνδέομεν τό σύστημα ως εἰς τό Σχ. 6 ἔνθα ἡ ὑπό ἔλεγχον διεργασία ἔχει ως εἰς τό Σχ. 2α.
- β) Θέτομεν τούς διακόπτας ὡς δεικνύεται εἰς τό Σχ. 6.
- γ) Διαταράσσομεν τό σύστημα εἰς τό σημεῖον X (Σχ. 6) μέ μίαν τετραγωνικήν κυματομορφήν 5V (peak to peak) συχνότητος 0.05 Hz.
- δ) Ἐφαρμοζομένης τῆς διαταραχῆς ταύτης μετροῦμεν καί συγκρίνομεν τās ἐνδείξεις τῶν ὀργάνων MEASURED καί SET VALUE.
- ε) Μέ συχνότητα τῶν τετραγωνικῶν παλμῶν 1 Hz καί τούς διακόπτας λειτουργίας (τοῦ PROCESS καί τοῦ CONTROLLER) εἰς τήν θέσιν FAST παρατηροῦμεν εἰς τόν παλμογράφον τήν τιμήν ἀναφορᾶς (SET VALUE) ἐκ τοῦ σημείου A καί τήν μετρουμένην τιμήν (MEASURED VALUE) ἐκ τοῦ σημείου B.
- στ) Θέτομεν τόν διακόπτην τοῦ ὀργάνου μετρήσεως εἰς τό DEVIATION (ἢ παρατηροῦμεν εἰς τόν παλμογράφον τό DEVIATION ἐκ τοῦ σημείου C) καί σημειοῦμεν τās μεταβολάς αὐτοῦ τās ὀφειλομένας εἰς τήν εἰσαγομένην διαταραχήν.
- ζ) Ἐπαναλαμβάνομεν ὄλα τά ἀνωτέρω μέ τόν δείκτην PROPORTIONAL BAND εἰς τά 50% καί 5%.
- η) Ἐκθέτομεν τās παρατηρήσεις μας.

Ἡ μορφή τῶν καμπύλων τοῦ MEASURED VALUE καί τοῦ DEVIATION δεικνύεται εἰς τό Σχ. 7.

Διά να μειώσωμεν τήν μόνιμον τιμήν τῆς ἀποκρίσεως (DEVIATION) εἰς τό μηδέν θά πρέπει νά αὐξήσωμεν τήν ἐνίσχυσιν εἰς πολὺ μεγάλην τιμήν διὰ τήν ὁποίαν τό σύστημα γίνεται πλήρως



Σχ. 7

ἀσταθές. Ἐάν χρησιμοποιήσωμεν μικροτέραν τιμήν τῆς ἐνίσχυσεως τό σύστημα διατηρεῖται μὲν εἰς εὐσταθές μᾶς δίδει ὅμως πολὺ βραδείαν ἀπόκρισιν, μεγάλην ὑπερύψωσιν (overshoot) καί μεγάλην μόνιμον ἀπόκλισιν.

6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΟ ΟΡΩΝ (ΑΝΑΛΟΓΟΣ+ΟΔΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ)

- α) Συνδέομεν τό σύστημα ὡς εἰς τό Σχ. 8, ἔνθα ἡ ὑπό ἔλεγχον διεργασία ἔχει ὡς εἰς τό Σχ. ~~28~~
- β) θέτομεν ὅλους τοὺς διακόπτας ὡς δεικνύεται εἰς τό Σχ. 8.
- γ) Ἐφαρμόζομεν εἰς τό σημεῖον SET VALUE DISTURBANCE ἓν τετραγωνικόν σῆμα πλάτους 5V (peak to peak) καί συχνότητος 1Hz.
- δ) θέτομεν τό % PROPORTIONAL BAND εἰς τό 50% ἢ μέχρις ὅτου τό σύστημα μετὰ τήν ἐφαρμογήν ἐκάστης διαταραχῆς ἐπανέρχεται

είς τήν μόνιμον κατάστασιν μέ 4 τό πολύ υπερυψώσεις. Ταλαντώσεις συντηρούμεναι άρχίζουσιν νά έμφανίζωνται μέ τιμήν περίπου 12%.

ε) Παρατηρούμεν τήν απόκλισιν (DEVIATION) έκ τουσ σημείου Α (Σχ. 8) καί μειώνομεν βραδέως τήν ένδειξιν του INTEGRAL ACTION μέχρις ότου μεθ'έκάστην διαταραχήν ή απόκλισις μειωθῆ είς τό μηδέν. Μετρούμεν τόν άριθμόν τών υπερυψώσεων μέχρις ότου ή απόκλισις μειωθῆ είς τό μηδέν καί τήν έξοδόν του ολοκληρωτου (σημείον Β του Σχ. 8) όταν τό σύστημα φθάση είς τήν μόνιμον τιμήν.

στ) Μετρούμεν τās διαφοράς μεταξύ του MEASURED καί SET VALUE.

ζ) Μειώνομεν τήν ένδειξιν του INTEGRAL ACTION μέχρι τό 10 καί παρατηρούμεν τήν απόκρισιν του συστήματος.

7. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΡΙΩΝ ΟΡΩΝ ('Αναλ.+Όλοκληρ.+Παραγωγή)

α) Συνδέομεν τό σύστημα ώς είς τό Σχ. 9 μέ τήν υπό έλεγχον διεργασία ώς είς τό Σχ. 2β.

β) θέτομεν όλους τούς διακόπτας ώς είς τό Σχ. 9.

γ) Έφαρμόζομεν είς τό σημείον SET VALUE DISTURBANCE μίαν τετραγωνικήν κυματομορφήν πλάτους 5V (peak to peak) καί ρυθμίζομεν τό INTEGRAL ACTION μέχρις ότου ή μόνιμος απόκλισις (DEVIATION) γίνῃ μηδέν.

δ) Παρατηρούμεν τήν μόνιμον απόκλισιν καί τό πλήθος τών υπερυψώσεων μέχρις ότου τό σύστημα αποκατασταθῆ είς τήν μόνιμον τιμήν μετά τήν έφαρμογήν μιās διαταραχῆς.

ε) Αύξάνομεν βραδέως τό DERIVATIVE ACTION καί βλέπομεν ποία εἶναι ἡ επίδρασις ἐπί τῆς ἀποκρίσεως τοῦ συστήματος. Ἐπίσης παρατηροῦμεν τήν επίδρασιν ἐπί τῆς μόνιμου τιμῆς τοῦ DEVIATION.

Ἐν γένει ὁ ὅρος τῆς παραγῶγου δέν ἐπιδρά ἐπί τῆς μόνιμου τιμῆς τῆς ἀποκρίσεως (σφαλματος), μειώνει ὁμως τόν ἀριθμόν τῶν ὑπερυψώσεων, ἤτοι τόν χρόνον ἀποκαταστάσεως.

Ἡ ἐκλογή τῶν παραμέτρων τοῦ νόμου ἐλέγχου 3 ὁρων γίνεται ὡς ἑξῆς:

- i) Χρησιμοποιοῦμεν τήν αὐτήν ὡς καί προηγουμένως συνδεσμολογίαν καί ὀργάνωσιν διακοπτῶν.
- ii) Θέτομεν τό INTEGRAL ACTION TIME καί DERIVATIVE ACTION TIME εἰς τήν θέσιν OFF καί "0" ἀντιστοίχως μέ τό PROPORTIONAL BAND εἰς τό 100%.
- iii) Ἐφαρμόζομεν εἰς τό SET VALUE DISTURBANCE μίαν τετραγωνικήν κυματομορφήν πλάτους 5V καί ρυθμίζομεν τό INTEGRAL ACTION μέχρις ὅτου τό DEVIATION εἰς τήν μόνιμον κατάστασιν γίνῃ μηδέν.
- iv) Αύξάνομεν τό DERIVATIVE ACTION μέχρις ὅτου ἡ μετρουμένη τιμή (MEASURED VALUE) ἀρχίσῃ μόλις νά ταλαντοῦται.
- v) Μειώνομεν τό % PROPORTIONAL BAND μέχρις ὅτου ἐπιτύχομεν τήν καλύτεραν δυνατήν ἀπόκρισιν τοῦ MEASURED VALUE (ἐλαχίστη ὑπερύψωσις, κλπ.)

Θεωρητικῶς ὑπάρχουν πολλοί συνδυασμοί τῶν παραμέτρων (PROPORTIONAL BAND, INTEGRAL ACTION καί DERIVATIVE ACTION) οἱ ὁποῖοι ὀδηγοῦν εἰς εὐσταθές σύστημα. Εἰς τήν πράξιν

χρησιμοποιούνται έμπειρικά μέθοδοι έκλογής τών (καλυτέρων) τιμών τών παραμέτρων αύτών. Μερικά έξ αύτών μελετώνται είς τό έπόμενον πείραμα.

8. ΕΜΠΕΙΡΙΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΡΙΩΝ ΘΡΩΝ

Η διαδικασία έκλογής τών παραμέτρων του νόμου έλέγχου δύο ή τριών θρων (ή άλλως ρυθμίσεως της μονάδος έλέγχου δύο ή τριών θρων) στηρίζεται βασικώς είς δύο προκαταρκτικές μετρήσεις, ήτοι (i) είς τήν μέτρησην του PROPORTIONAL BAND (P_0) του απαιτουμένου, ίνα τό σύστημα μόλις άρχίση νά έκτελή συντηρούμενας ταλαντώσεις (κρίσιμος άπολαβή) με άνάλογον έλεγchon μόνον και (ii) είς τήν μέτρησην της περιόδου τών ταλαντώσεων τούτων (T_0).

Ούτω έκτελούμεν τήν κάτωθι έργασίαν.

- α) Συνδέομεν τό σύστημα ως είς τό Σχ. 10 με τήν υπό έλεγchon διεργασίαν ως είς τό Σχ. 2β.
- β) θέτομεν τούς διακόπτας ως είς τό Σχ. 10.
- γ) Μετρούμεν τά P_0 και T_0 .
- δ) Εφαρμόζομεν είς τό SET VALUE DISTURBANCE μίαν τετραγωνικήν κυματομορφήν πλάτους 5V και συχνότητας 2.5 Hz.
- ε) Παρατηρούμεν είς τόν παλμογράφον τό MEASURED VALUE.
- στ) Ρυθμίζομεν τήν μονάδα έλέγχου διά μιās έκάστης τών κάτωθι μεθόδων και παρατηρούμεν τήν άπόκρισιν βαθμίδος είς τόν παλμογράφον.

ΜΕΘΟΔΟΣ ZIEGLER-NICHOLS ("Ελεγχος τριών όρων)

- 1) Μετρούμεν τά P_0 καί T_0 .
- 2) Θέτομεν $P=1.67 P_0$, $\tau_i = T_0/2$ καί $\tau_d = \tau_i/4$

ΜΕΘΟΔΟΣ ATKINSON ("Ελεγχος τριών όρων)

- 1) Μετρούμεν τά P_0 καί T_0
- 2) Θέτομεν $P = 2P_0$, $\tau_i = T_0$ καί $\tau_d = \tau_i/5$

ΜΕΘΟΔΟΣ YOUNG ("Ανάλογος έλεγχος μόνου)

- 1) Αύξάνομεν τό P πέραν του P_0 μέχρις ότου ό λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων (όπερυψώσεων) φθάση τήν τιμήν e (βάσις Νεπερίων λογαρίθμων) ή τήν τιμήν 3. Έστω P_y ή τιμή αύτη.
- 2) Η μέγιστη μόνιμος απόκλισις ή όποία δύναται νά λάβη χώραν είναι $P_y/2$ % τής πλήρους κλίμακος.
- 3) Εάν ή τιμή αύτη είναι άπαραδέκτως ύψηλή αλλά ή τιμή $P_y/3$ % είναι άποδεκτή προσθέτομεν τόν όρον παραγώγου ό όποιος επιτρέπει τήν περαιτέρω αύξησιν του P προς μείωσιν τής άποκρίσεως.

ΜΕΘΟΔΟΣ YOUNG ("Ανάλογος + Παραγώγου)

Διά τής προσθήκης του όρου τής παραγώγου ή περίοδος των ταλαντώσεων πέπτει εις τήν τιμήν $0.8 T_0$. Ούτω

- 1) θέτομεν αρχικώς $\tau_d = 0.8 T_0/10$ (ήτοι $\tau_d/T_0 = 1/12$).
- 2) Μειώνομεν τό P ένα λάβωμεν λόγον διαδοχικών μεγίστων ίσον προς 3:1.

ε) Αυξάνομεν βραδέως τὸ DERIVATIVE ACTION καὶ βλέπομεν ποῖα εἶναι ἡ ἐπίδρασις ἐπὶ τῆς ἀποκρίσεως τοῦ συστήματος. Ἐπίσης παρατηροῦμεν τὴν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς μονίμου τιμῆς τοῦ DEVIATION.

Ἐν γένει ὁ ὅρος τῆς παραγώγου δέν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς μονίμου τιμῆς τῆς ἀποκρίσεως (σφαλματος), μειώνει ὅμως τὸν ἀριθμὸν τῶν ὑπερυψώσεων καὶ ἡττοῦ τὸν χρόνον ἀποκαταστάσεως.

Ἡ ἐκλογή τῶν παραμέτρων τοῦ νόμου ἐλέγχου 3 ὄρων γίνεται ὡς ἑξῆς:

i) Χρησιμοποιοῦμεν τὴν αὐτὴν ὡς καὶ προηγουμένως συνδεσμολογίαν καὶ ὀργάνωσιν διακοπτῶν.

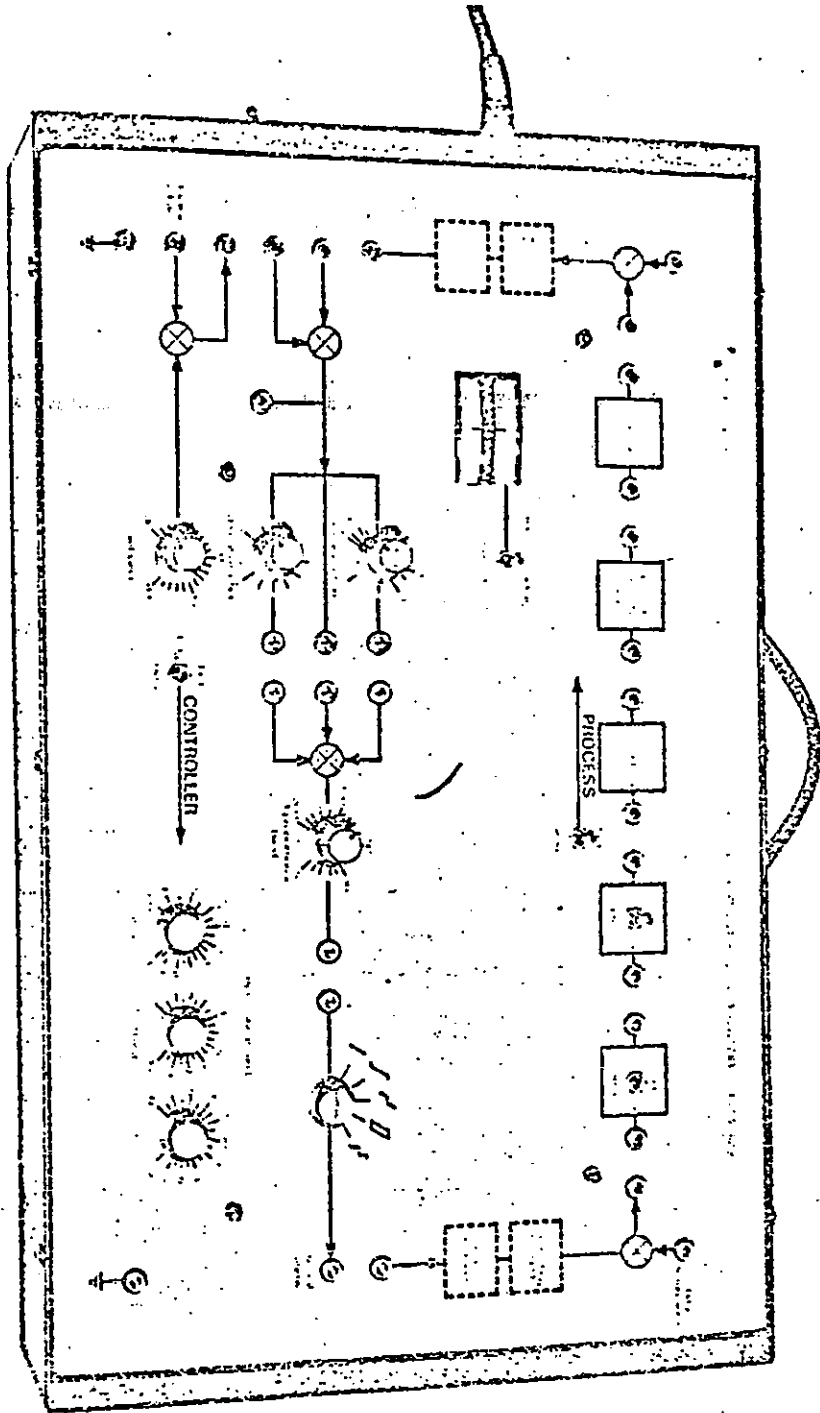
ii) θέτομεν τὸ INTEGRAL ACTION TIME καὶ DERIVATIVE ACTION TIME εἰς τὴν θέσιν OFF καὶ "0" ἀντιστοίχως μὲ τὸ PROPORTIONAL BAND εἰς τὸ 100%.

iii) Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ SET VALUE DISTURBANCE μίαν τετραγωνικήν κυματομορφήν πλάτους 5V καὶ ρυθμίζομεν τὸ INTEGRAL ACTION μέχρις ὅτου τὸ DEVIATION εἰς τὴν μόνιμον κατάστασιν γίνῃ μηδέν.

iv) Αὐξάνομεν τὸ DERIVATIVE ACTION μέχρις ὅτου ἡ μετρουμένη τιμὴ (MEASURED VALUE) ἀρχίσῃ μόλις νά ταλαντοῦται.

v) Μειώνομεν τὸ % PROPORTIONAL BAND μέχρις ὅτου ἐπιτύχομεν τὴν καλυτέραν δυνατὴν ἀπόκρισιν τοῦ MEASURED VALUE (ἐλαχίστη ὑπερύψωσις, κλπ.)

θεωρητικῶς ὑπάρχουν πολλοὶ συνδυασμοὶ τῶν παραμέτρων (PROPORTIONAL BAND, INTEGRAL ACTION καὶ DERIVATIVE ACTION) οἱ ὅποιοι ὀδηγοῦν εἰς εὐσταθές σύστημα. Εἰς τὴν πράξιν



EX. 1

*Εάν η απόκλισις είναι ακόμη πολύ μεγάλη (ή περίοδος μεγάλη ή η μείωσις τῆς διαταραχῆς ανεπαρκής) ἡ τ_d δύναται νά αὐξηθῆ. Εἰς ἐκάστην ὁμως περίπτωσιν πρέπει νά ρυθμίζωμεν τὴν τιμὴν τοῦ P ἐκ νέου ἵνα ὁ λόγος τῶν διαδοχικῶν μεγίστων εἶναι 3:1. Τὸ τ_d δέν πρέπει νά αὐξηθῆ περὶ τῆς τιμῆς $T/4$ ἐνθα T εἶναι ἡ περίοδος τῶν ἀποσβεννυμένων ταλαντώσεων.

Μέθοδος YOUNG (*Ανάλογος+*Ὁλοκληρώματος)

*Εάν ἡ απόκλισις δέν δύναται νά μειωθῆ εἰς μίαν ἀποδεκτὴν τιμὴν με μόνον ἀνάλογον ἔλεγχον δυνάμεθα νά προσθέσωμεν ἔλεγχον ὀλοκληρώματος.

Τοῦτο αὐξάνει τὴν ἰδιοπερίοδον T_0 τῶν ταλαντώσεων κατὰ 10 ἕως 30%.

1) *Εκλέγομεν τὸ $\tau_i = T_0$.

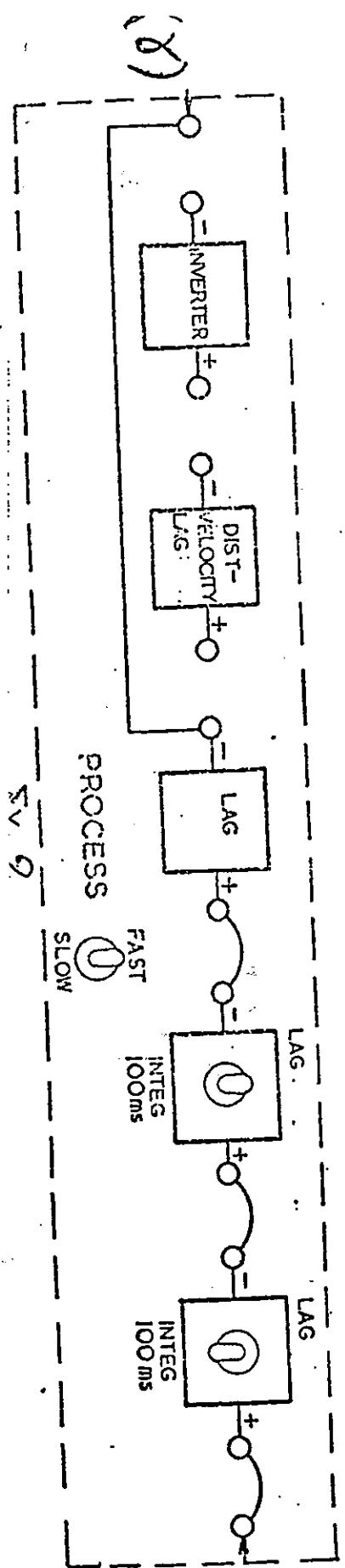
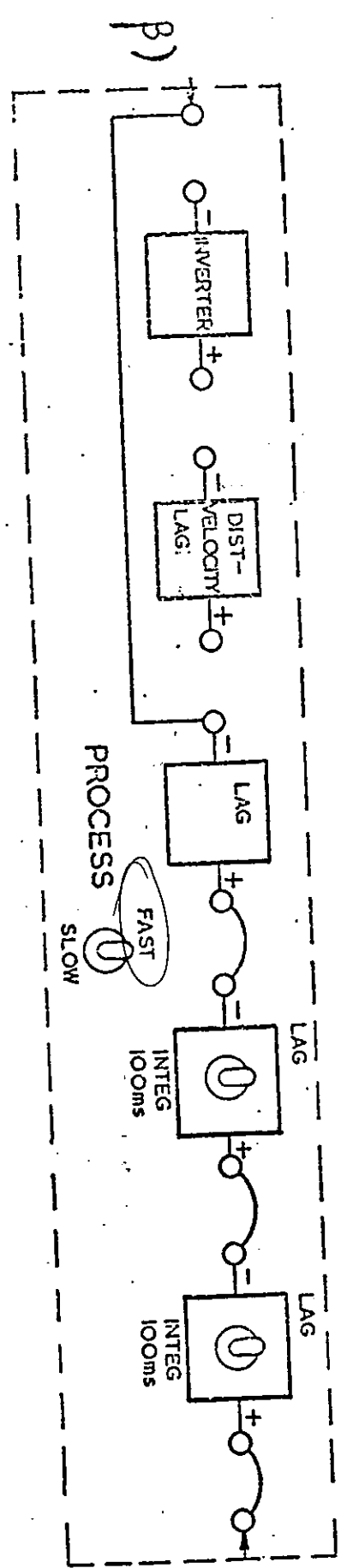
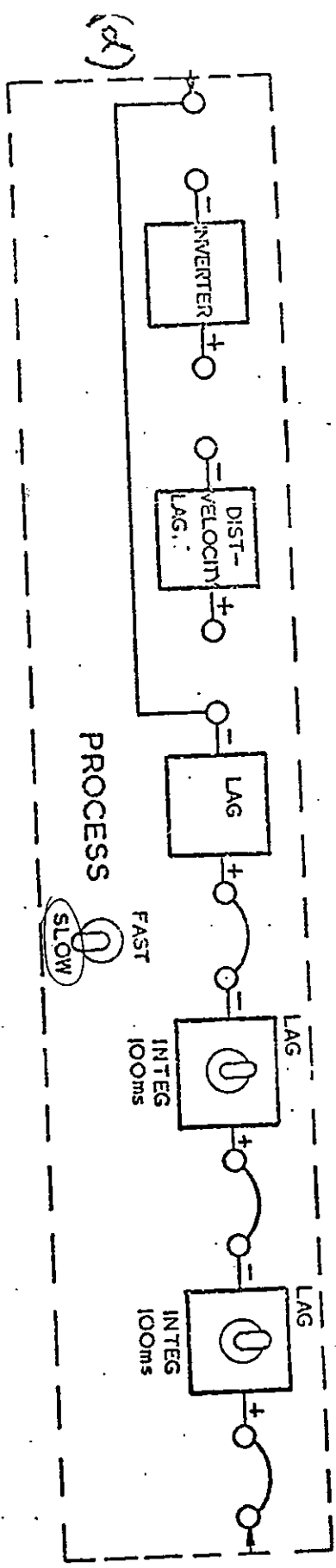
2) *Εκλέγομεν τὸ P εἰς τρόπον ὥστε ὁ λόγος δύο διαδοχικῶν μεγίστων νά εἶναι 3:1.

Μέθοδος YOUNG (*Αναλ.+*Ὁλοκληρ.+Παραγ.)

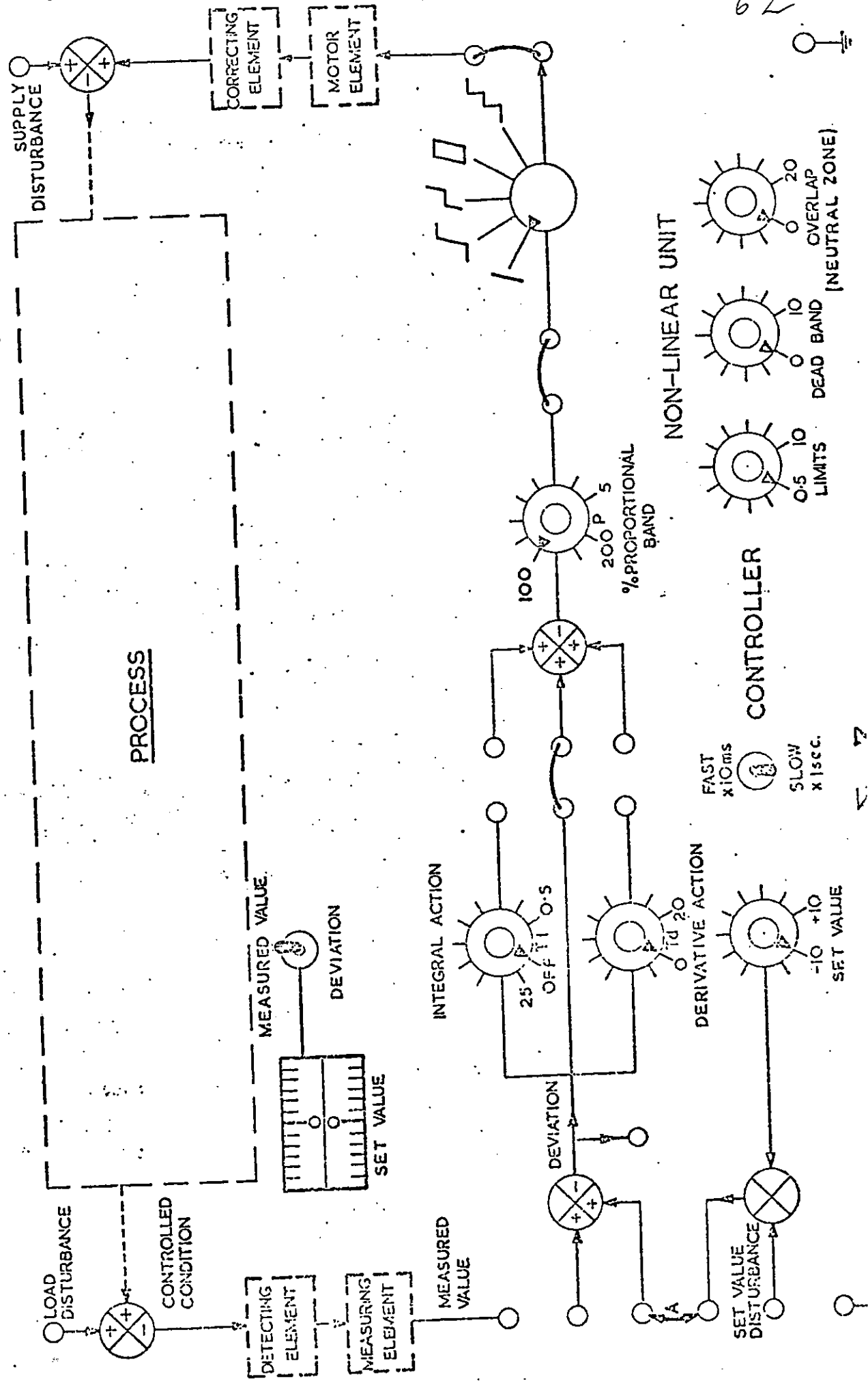
*Εάν προσθέσωμεν πλὴν τοῦ ὄρου ὀλοκληρώματος καὶ ἔλεγχον παραγώγου τὸ τ_i πρέπει νά μειωθῆ ἵνα διατηρηθῆ ἡ ἰσότης $\tau_i = T$ ἐνθα T εἶναι ἡ περίοδος τῶν ἀποσβεννυμένων ταλαντώσεων.

*Ὁ Young δέν ἔδωσεν συγκεκριμένην σχέσιν μεταξὺ τῶν τ_i καὶ τ_d .

(2:10)



(1x.3)



62

FAST
x 10ms

SLOW
x 1sec.

SET VALUE

MEASURED VALUE

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

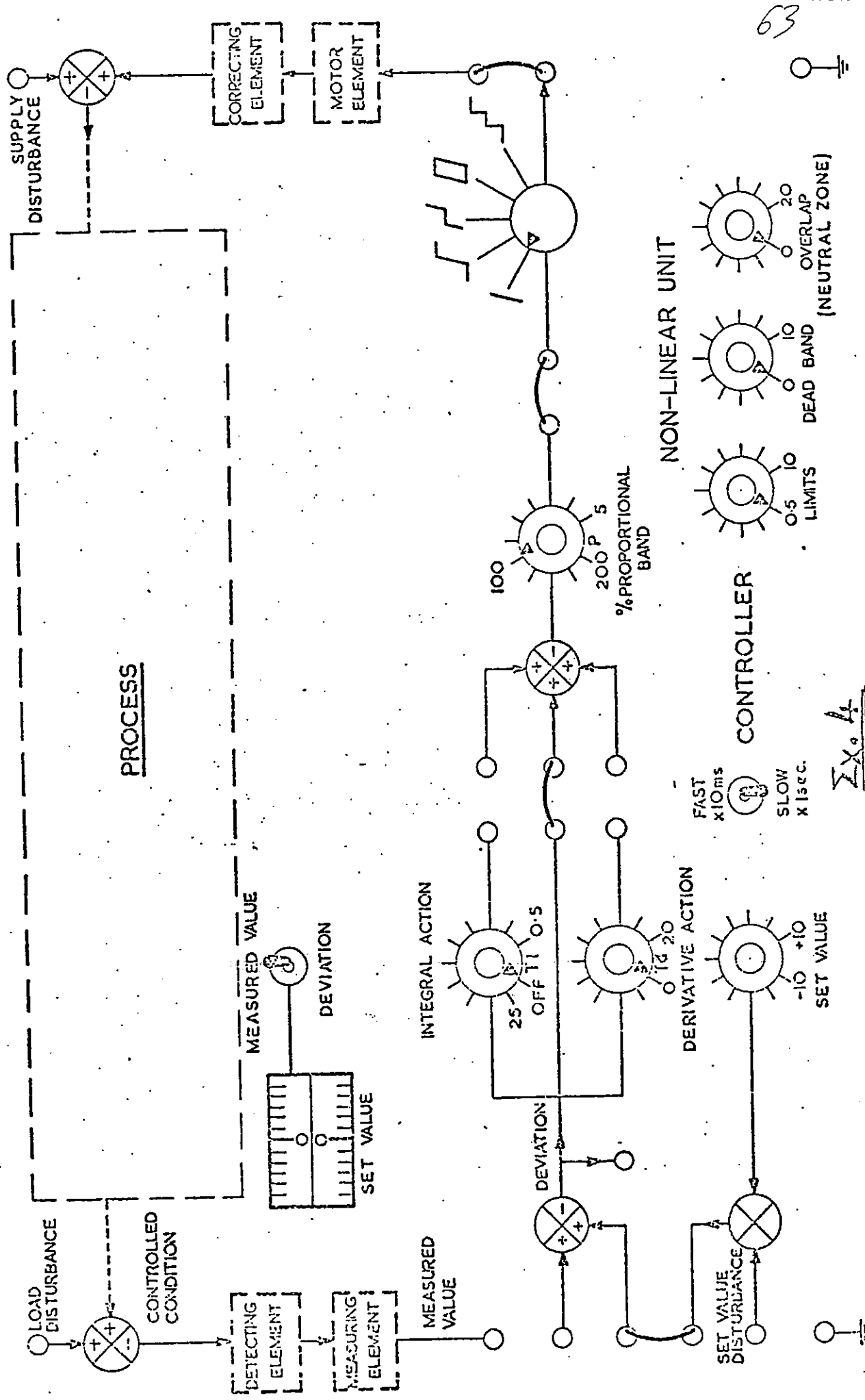
DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION

DEVIATION



63

CONTROLLER

NON-LINEAR UNIT

FAST x10ms
SLOW x15cc.

ΣX. 4

PROCESS

SUPPLY DISTURBANCE

LOAD DISTURBANCE

CONTROLLED CONDITION

MEASURED VALUE

DEVIATION

SET VALUE

INTEGRAL ACTION

DEVIATION

DERIVATIVE ACTION

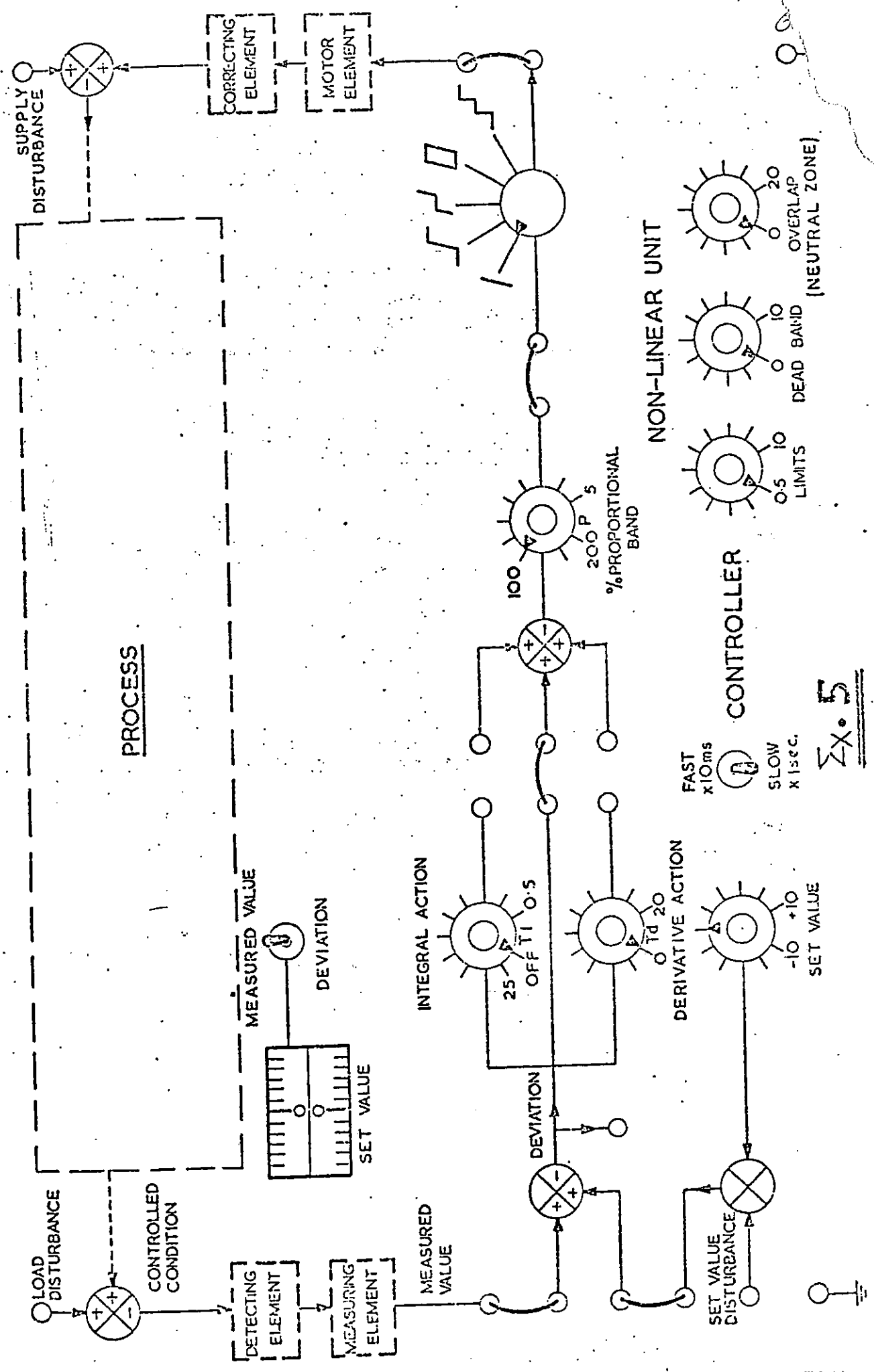
SET VALUE DISTURBANCE

CORRECTING ELEMENT

MOTOR ELEMENT

100 200 P 5
% PROPORTIONAL BAND

0.5 10 20
LIMITS DEAD BAND (NEUTRAL ZONE) OVERLAP



FAST x10ms
SLOW x1sec.

CONTROLLER

NON-LINEAR UNIT

100
200 P 5
% PROPORTIONAL BAND

100

INTEGRAL ACTION

25
OFF T1 0.5

DERIVATIVE ACTION

Td 20

-10 +10
SET VALUE

PROCESS

MEASURED VALUE

DEVIATION

SET VALUE

MEASURED VALUE

DEVIATION

SET VALUE DISTURBANCE

LOAD DISTURBANCE

CONTROLLED CONDITION

DETECTING ELEMENT

MEASURING ELEMENT

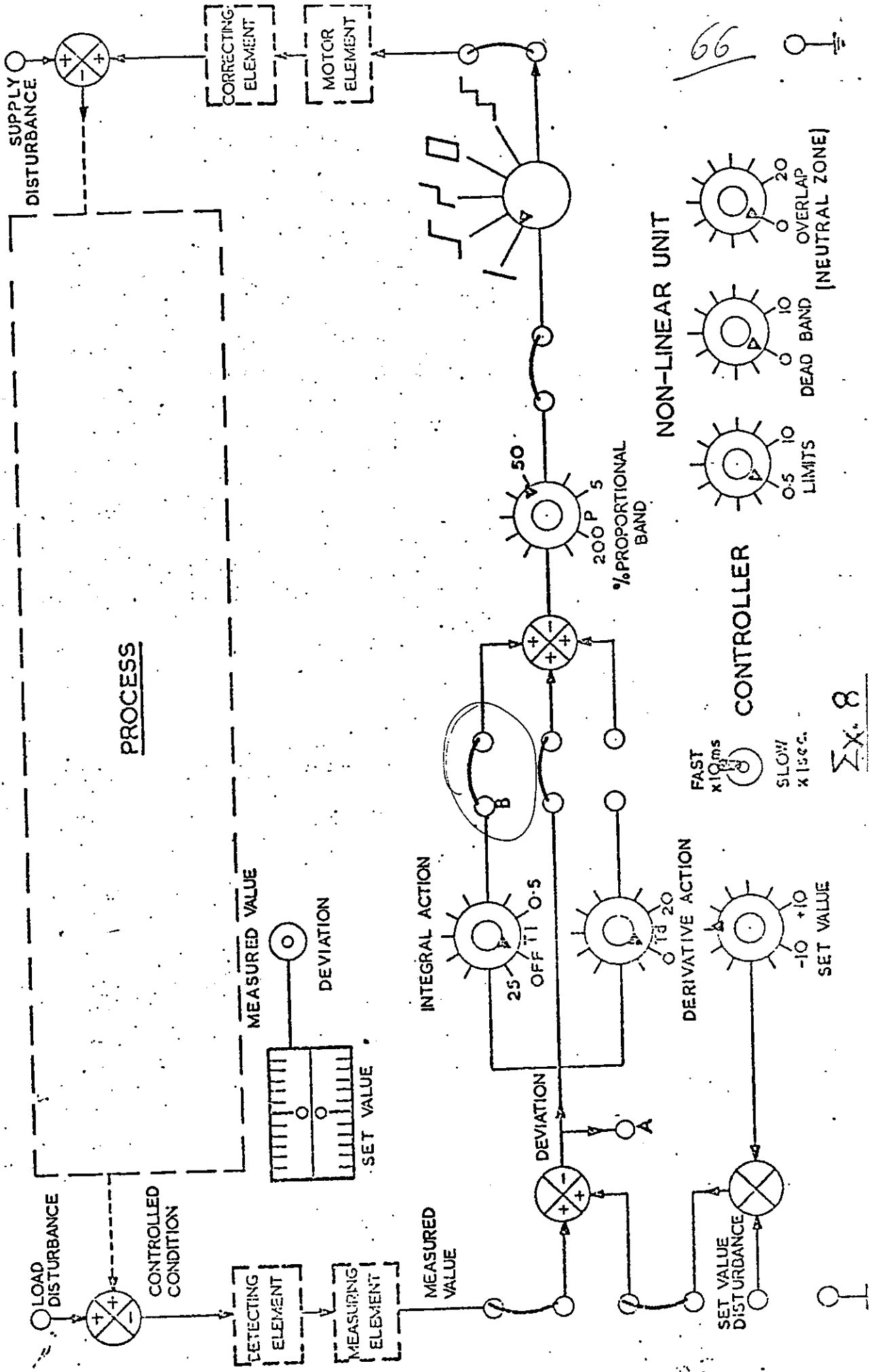
SUPPLY DISTURBANCE

CORRECTING ELEMENT

MOTOR ELEMENT

ΣX.5

8



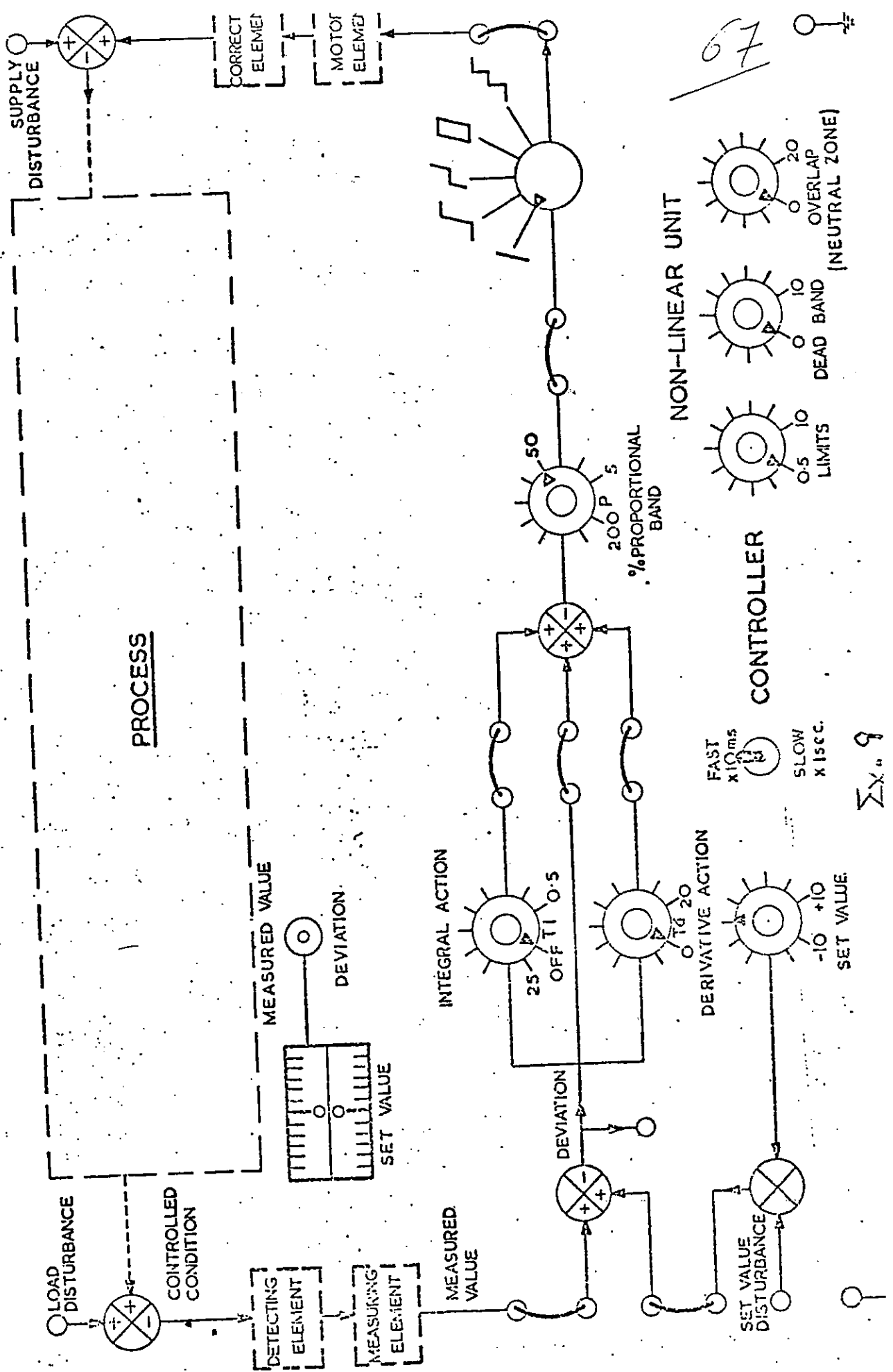
66

NON-LINEAR UNIT

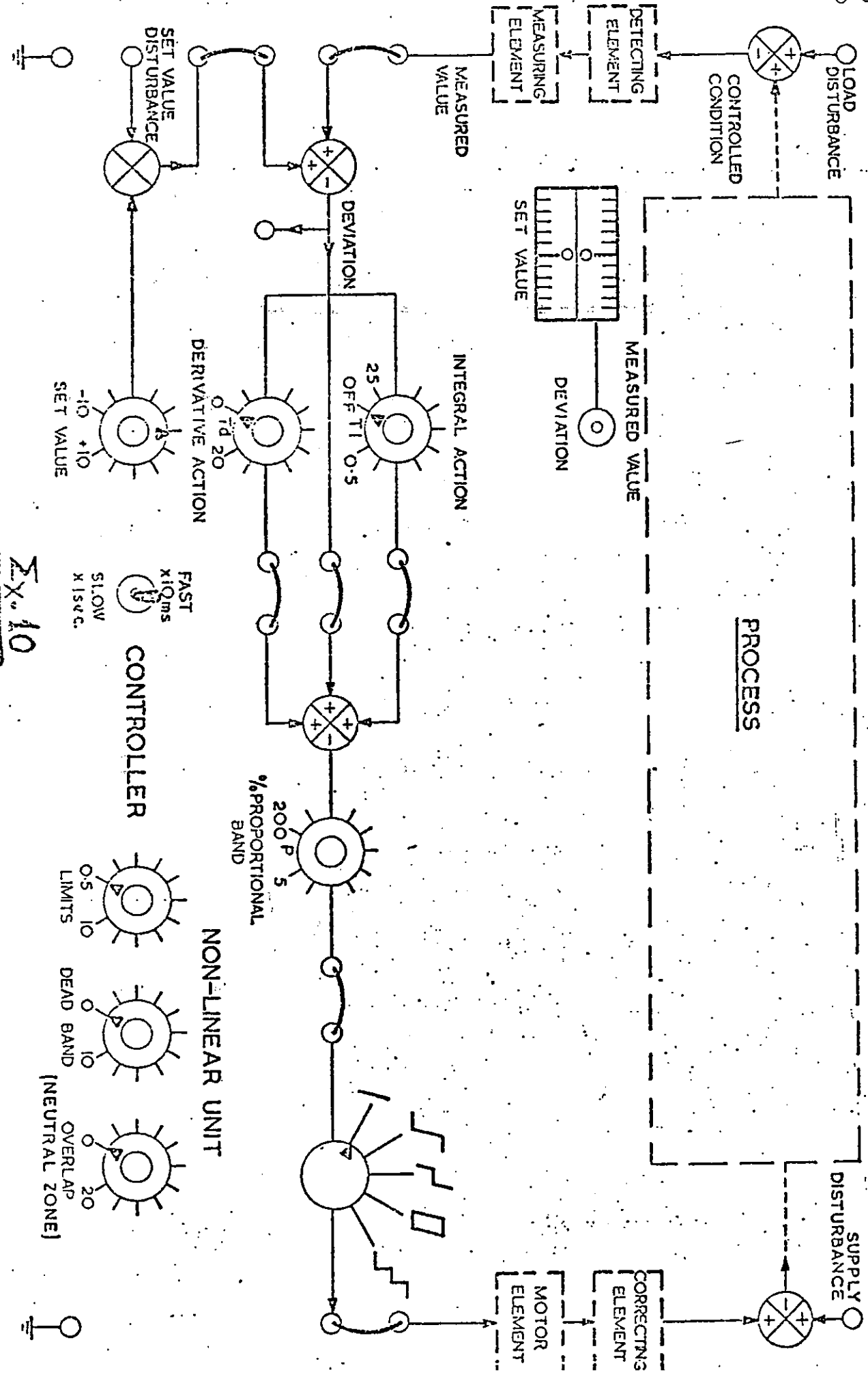
CONTROLLER

FAST x10ms
SLOW x15sec.

Σ X. 8



ΣX. 9



CONTROLLER

FAST
x10ms

SLOW
x15sec.

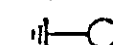
0.5 10
LIMITS

10
DEAD BAND

20
OVERLAP
(NEUTRAL ZONE)

NON-LINEAR UNIT

EX. 10



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΟΜΑΔΑ :
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ
ΦΟΙΤΗΤΩΝ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3 ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Αυτόματος Έλεγχος Δύο και Τριών Όρων.
- Εμπειρικοί μέθοδοι εκλογής των παραμέτρων των νόμων ελέγχου δύο και τριών όρων

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

(βλέπε στο εργαστηριακό φυλλάδιο)

3. ΔΙΤΙΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΒΡΟΓΧΟΥ

Εκτελέσατε την άσκηση και εκθέσατε τις παρατηρήσεις σας

4. ΑΝΑΛΟΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΟ ΒΡΟΓΧΟ

Βήμα (β):

SET VALUE	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
MEAS. VALUE									

Βήμα (γ):

SET VALUE	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
MEAS. VALUE									

4. ΑΝΑΛΟΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΒΡΟΧΟ (συνέχεια)

Βήμα (γ):

SET VALUE	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
MEAS. VALUE									

Βήμα (δ):

SET VALUE	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
MEAS. VALUE									
DEVIATION									

Βήμα (ε):

SET VALUE	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
MEAS. VALUE									
DEVIATION									

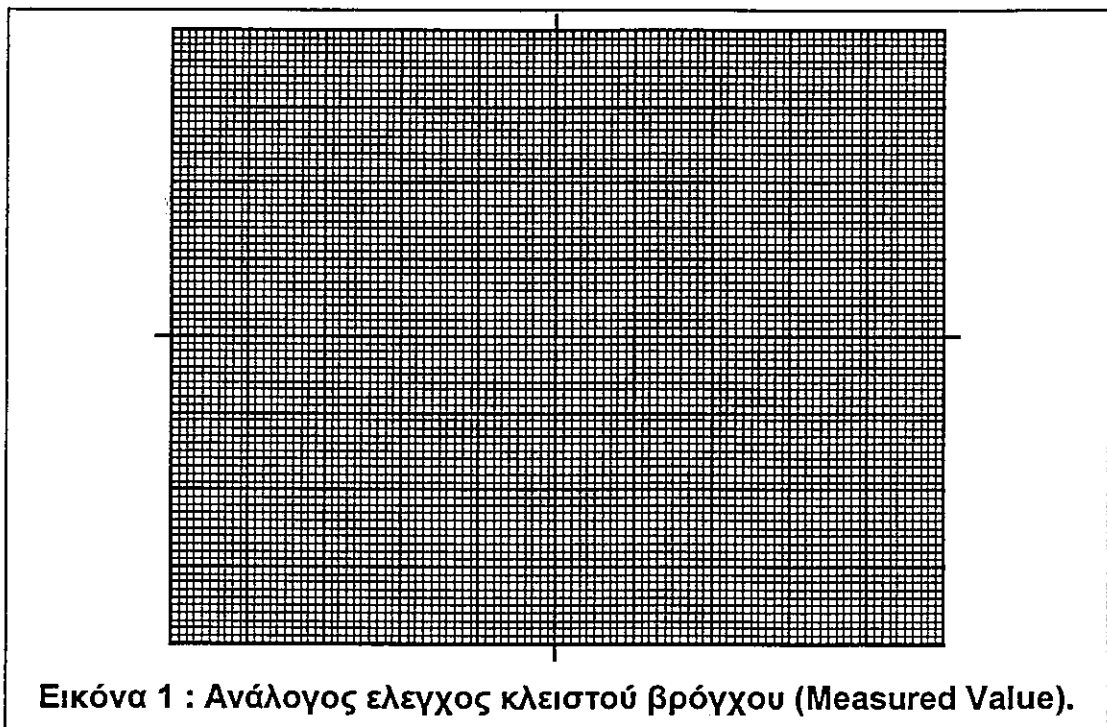
5. ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΟ ΕΛΕΓΧΟ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ

Βήμα (α,β) : Εκτελέσατε την συνδεσμολογία.

Βήμα (γ) : Τετραγωνική κυματομορφή 5V (peak to peak) συχνότητα 1Hz.

Βήμα (δ) : Εκθέτουμε τις παρατηρήσεις μας.

Βήμα (ε) : Σχεδιάζουμε την εικόνα του παλμογράφου : στο CH1 η είσοδος, στο CH2 η



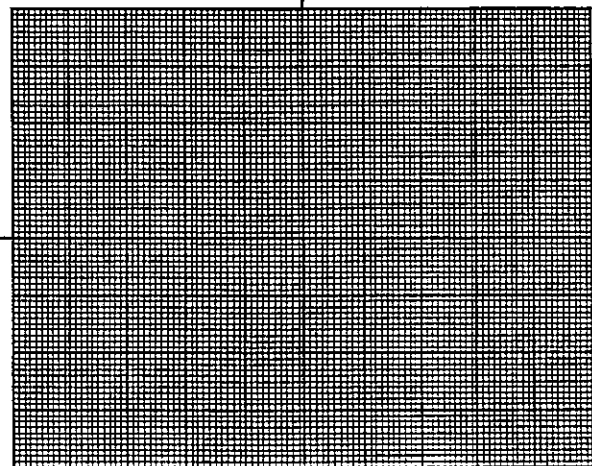
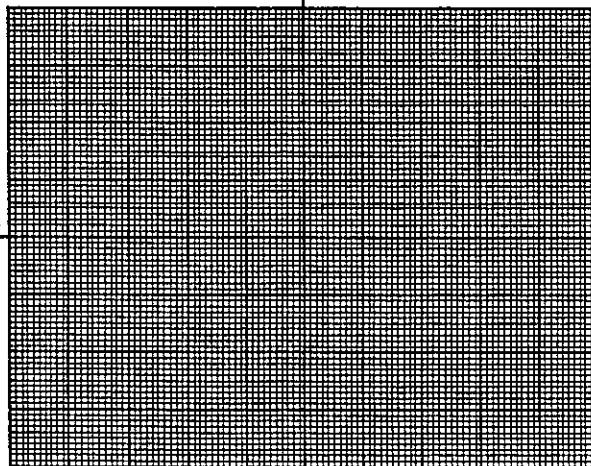
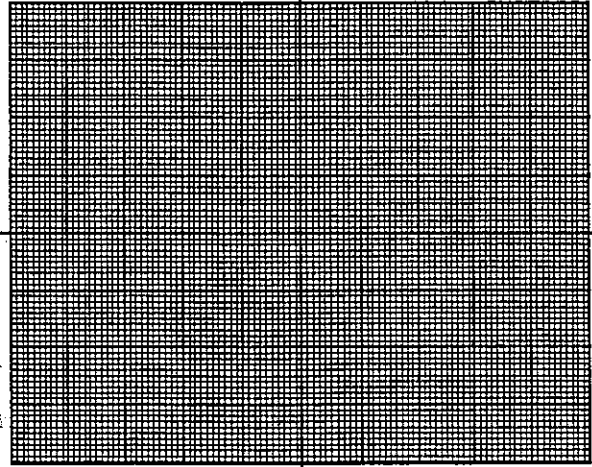
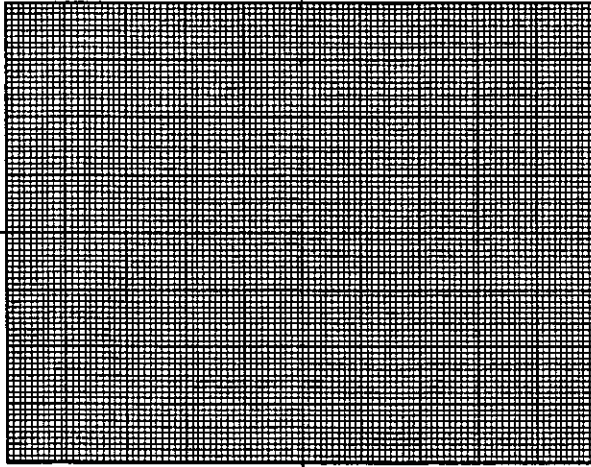
έξοδος. Οι ενισχύσεις στα δύο πρέπει να είναι ίδιες.

Παλμογράφος στην θέση Volts/Div. = 0.5 και Time/Div. = 0.1.

Βήμα (στ): Όπως ακριβώς και στο (ε).

Βήμα (ε) : Εκθέσατε τις παρατηρήσεις σας.

Παρατηρήσεις



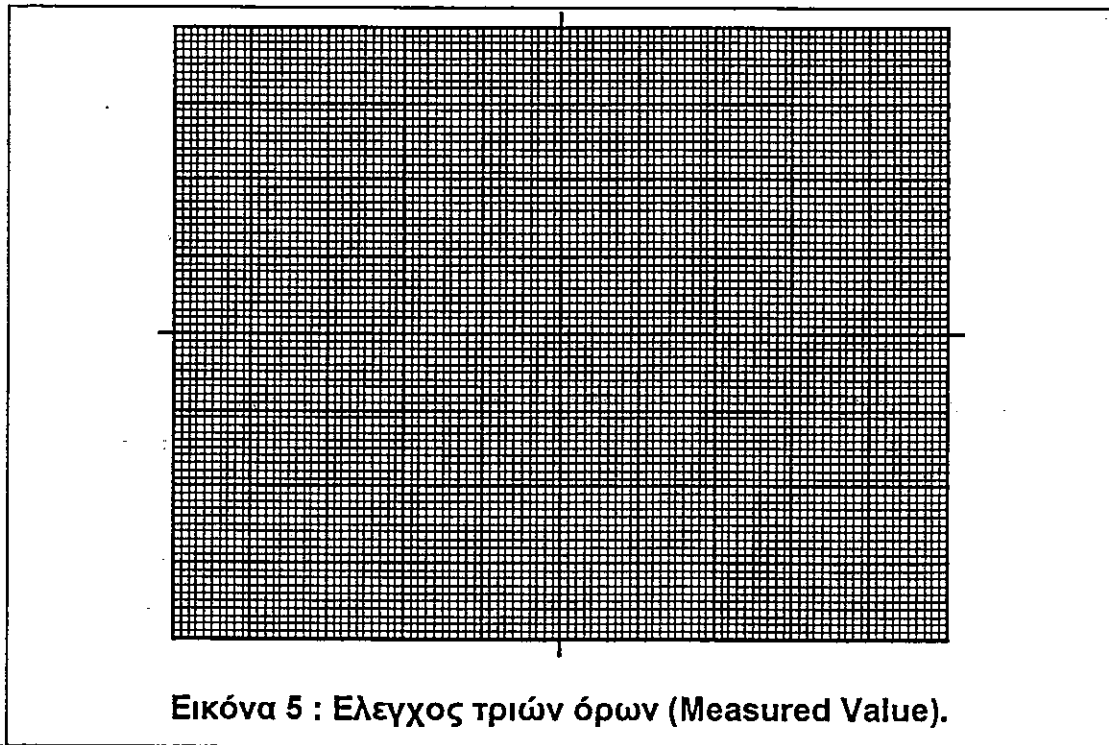
7. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΡΙΩΝ ΟΡΩΝ

Βήμα (α,β) : Εκτελέσατε την συνδεσμολογία. Βήμα Internal Action περίπου 2,5.

Βήμα (δ): Εικόνα παλμογράφου.

Βήμα (ε): Εκθέσατε τις παρατηρήσεις σας (ποιοτικά και ποσοτικά).

Παρατηρήσεις



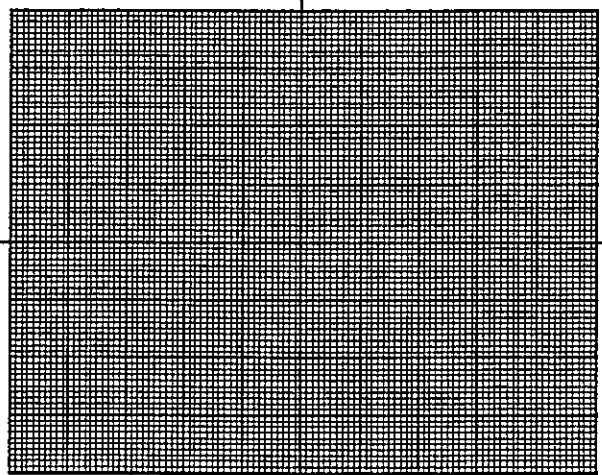
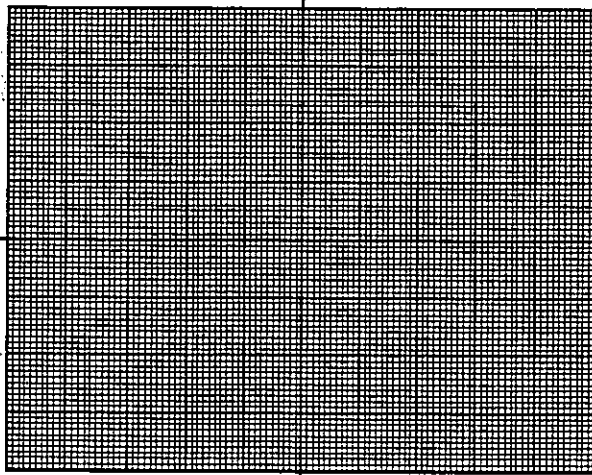
8. ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Βήμα (γ): Μετρούμε P_0 , T_0 χωρίς είσοδο

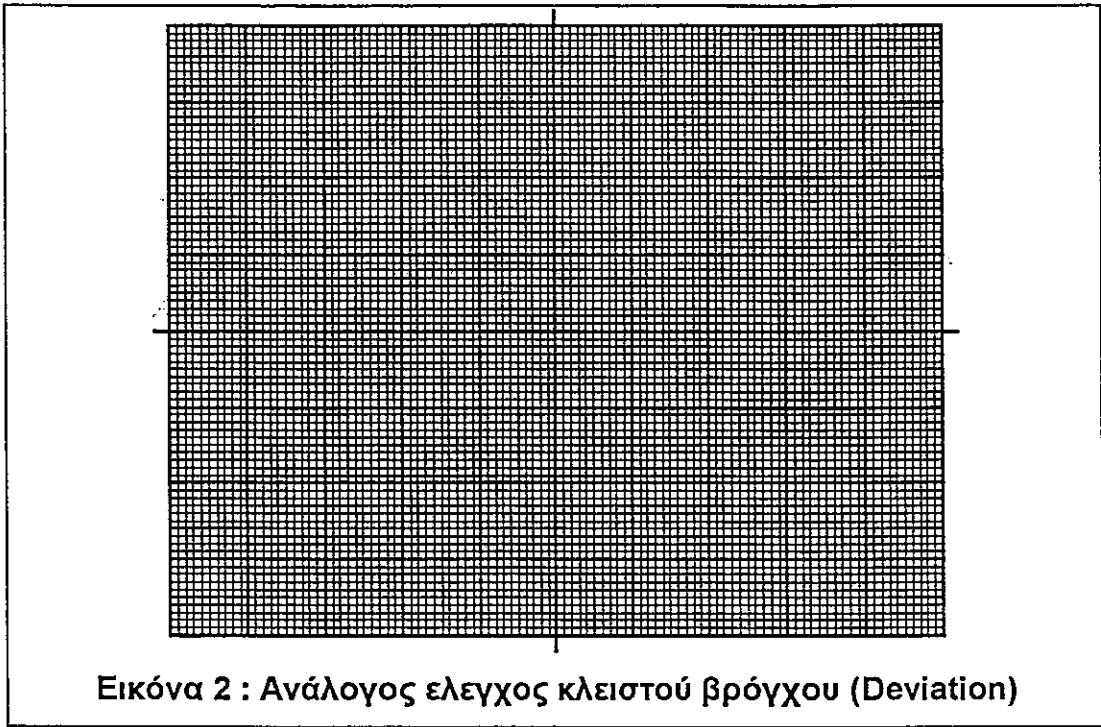
Βήμα (ε): Σχεδιάζουμε την έξοδο του παλμογράφου (MEASURED VALUE).

Βήμα (στ) : Εικόνα παλμογράφου MEASURED VALUE για ZIEGLER-NICHOLS

Εικόνα παλμογράφου MEASURED VALUE για ATKINSON



Παρατηρήσεις



6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΟ ΟΡΩΝ (ΑΝΑΛΟΓΟΣ & ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ)

Βήμα (γ) : Τετραγωνικός παλμός 5V (peak to peak) 1Hz

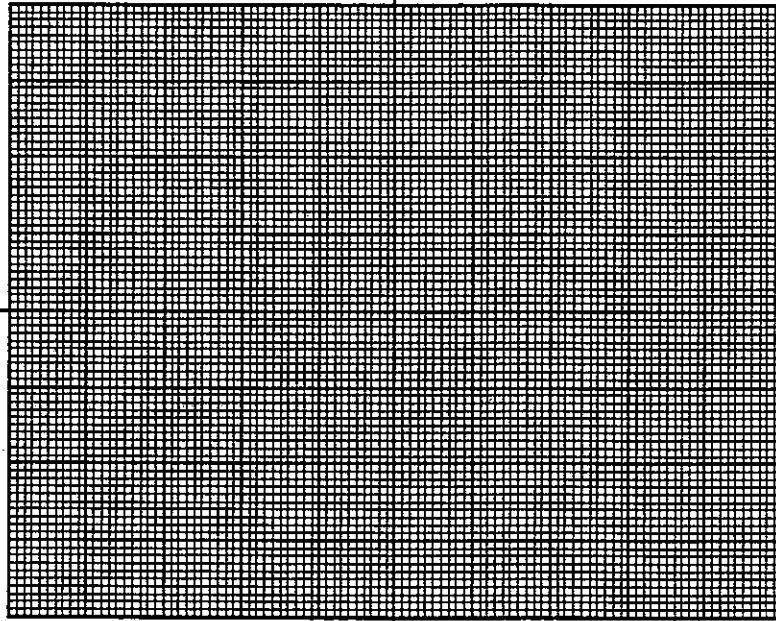
Βήμα (δ) : Για ανάλογη ζώνη (Proportional Band) 50% και τέσσερις υπερυψώσεις.

Βήμα (ε) : Καταγραφή της απόκλισης

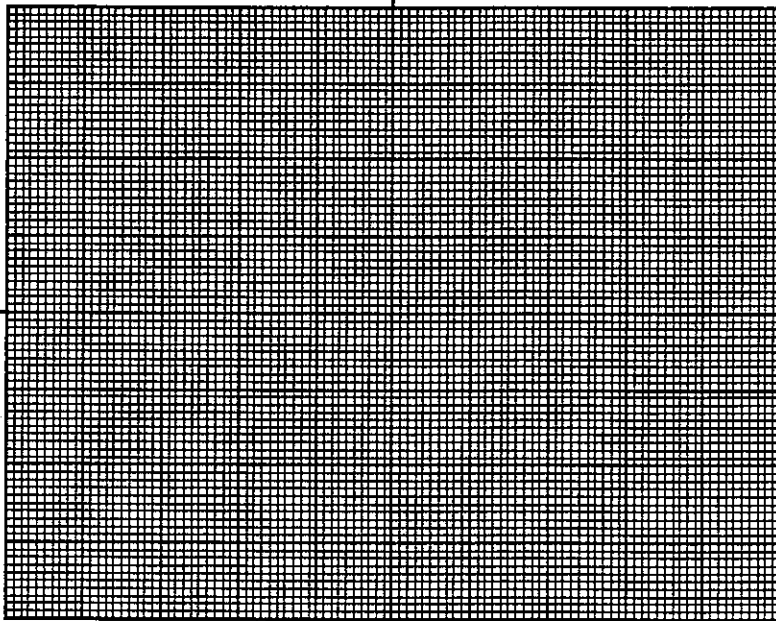
τ_i (msec)	0	25	50	100
Μόνιμη Απόκλιση Υπερυψώσεις				

Εικόνα του παλμογράφου για $\tau_i = 50$ msec. Εκθέσατε τις παρατηρήσεις σας.

Παρατηρήσεις



Εικόνα 3 : Ελεγχος δύο όρων (Measured Value).



Εικόνα 4 : Ελεγχος δύο όρων (Deviation).

Βήμα (στ): Παρατηρούμε τις διαφορές μεταξύ MEASURED και SET VALUE.

Παρατηρήσεις

Βήμα (ζ) : Εικόνες εισόδου και εξόδου για $t_i = 25..50$ msec και $t_i = 100$ msec

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3

ΦΥΛΛΟ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

1. Δώστε το χονδρικό διάγραμμα κλειστού βρόγχου και την συνάρτηση μεταφοράς του ΣΑΕ της άσκησης.
2. Να ορίσετε τον συντελεστή δράσης του ολοκληρώματος (K_i) και τον χρόνο δράσης του ολοκληρώματος (τ_i).
3. Να ορίσετε τον συντελεστή δράσης παραγώγου (K_D) και τον χρόνο δράσης παραγώγου (τ_D).
4. Τι βελτιώσεις έφερε στο σύστημα ο όρος παραγώγου;
5. Τι βελτιώσεις έφερε στο σύστημα ο όρος του ολοκληρώματος;
6. Τι βελτιώσεις έφερε στο σύστημα η μείωση του P_o % ;
7. Τι είναι ανάλογη ζώνη (proportional band);
8. Για σταθερή απολαβή αναλογίας και αυξανόμενου του συντελεστή δράσης παραγώγου πως μεταβάλλεται ο χρόνος δράσης της παραγώγου;
9. Αποδείξτε γενικά ότι η ενίσχυση έχει επίδραση στο μόνιμο σφάλμα.

Οδηγίες για την σύνταξη της εκθέσεως.

Η έκθεση που θα παραδώσετε θα περιέχει τα παρακάτω.

1. Περιγραφή των βημάτων της άσκησης (Αποτελέσματα - Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις).

Όλα τα διαγράμματα και οι πίνακες αποτελεσμάτων πρέπει να σχολιαστούν ανάλογα.

2. Απάντηση των ερωτήσεων του φυλλαδίου της εργαστηριακής ασκήσεως.

3. Φύλλο μετρήσεων (παραδίδεται μετά το τέλος της εργαστηριακής ασκήσεως).

