

Σχήμα 57: Σήμα εισόδου ελεγκτή PI



1.4.5 Διαφορικός ελεγκτής – D

1.4.5.1 Θεωρητικό Μέρος

Ο Διαφορικός ελεγκτής – D δίνει στην έξοδό του σήμα ανάλογο της μεταβολής του σφάλματος συναρτήσει του χρόνου. Η σχέση που προσδιορίζει τη συμπεριφορά του ελεγκτή είναι:

$$u(t) = K_D \frac{d(e(t))}{dt},$$

όπου K_D (s) είναι ο συντελεστής διαφόρισης.

Η βηματική απόκριση α . και η απόκριση αναρρίχησης β . του διαφορικού ελεγκτή – D φαίνονται στο Σχ. 58.

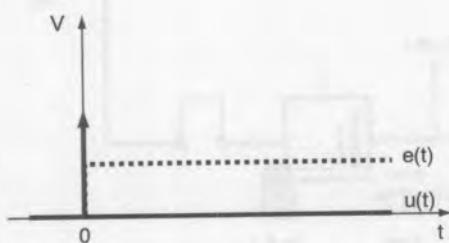
Παρατηρώντας τις αποκρίσεις και τη σχέση που προσδιορίζει τη συμπεριφορά του ελεγκτή, διαπιστώνεται ότι η έξοδος του μεγαλώνει όσο πιο πολύ μεγαλώνει ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται το σφάλμα και όχι το πλάτος του σφάλματος, ενώ στην περίπτωση απότομων μεταβολών, όπως η βηματική απόκριση, απειρίζεται.

Αυτή η συμπεριφορά του ελεγκτή μπορεί να φανεί χρήσιμη στις περιπτώσεις που απαιτείται η βελτίωση της βηματικής απόκρισης ενός συστήματος με αδράνεια, ο περιορισμός των απότομων μεταβολών πριν αυτές πάρουν μεγάλη τιμή στην έξοδο και γενικότερα στην αύξηση της ευστάθειας του συστήματος.

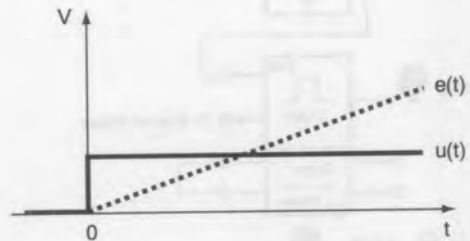
Η βηματική απόκριση στην περίπτωση του Διαφορικού ελεγκτή – D δεν είναι χρήσιμη για την μελέτη της συμπεριφοράς του, αφού δίνει ως έξοδο την κρουστική συνάρτηση της οποίας το πλάτος είναι θεωρητικά άπειρο, πρακτικά το μέγιστο του εκάστοτε ελεγκτή. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται η απόκριση αναρρίχησης, από την οποία μπορούν να εξαχθούν με πειραματικό τρόπο οι παράμετροι του ελεγκτή.

Για το γραφικό προσδιορισμό της **παραμέτρου K_D** (συντελεστής διαφόρισης) από την απόκριση αναρρίχησης Σχ. 59, χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι υπολογισμού.

1. Για να υπολογισθεί άμεσα το συντελεστής διαφόρισης K_D , πρέπει αρχικά να υπολογισθεί η τάση εξόδου του ελεγκτή και έπειτα να διαιρεθεί με το ρυθμό μεταβολής



(α)

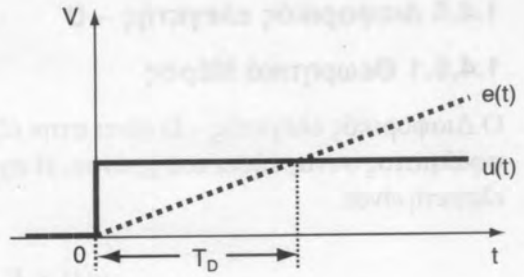


(β)

Σχήμα 58: Αποκρίσεις (α) βηματική και (β) αναρρίχησης ελεγκτή D

(την κλίση – εφαπτομένη) του σφάλματος που δέχεται ως είσοδο ο ελεγκτής.

$$K_D = \frac{u(t)}{\frac{d(e(t))}{dt}}$$



2. Χρησιμοποιώντας τη δεύτερη μέθοδο, αρκεί να βρεθεί το σημείο τομής της εισόδου με την έξοδο, έχοντας ως βασική προϋπόθεση ότι έχουν σχεδιαστεί στην ίδια κλίμακα. Από το σημείο αυτό σχεδιάζεται μία κατακόρυφη ευθεία και σημειώνεται το σημείο τομής με τον άξονα του χρόνου. Ο χρόνος από την αρχή της αναρρίχησης μέχρι το σημείο τομής ονομάζεται **χρόνος διαφόρισης T_D** και ισούται με το συντελεστή διαφόρισης K_D . Δηλαδή ο συντελεστής διαφόρισης K_D προσδιορίζει το χρόνο που χρειάζεται το σφάλμα για να πάρει τιμή ίση με αυτή της εξόδου.

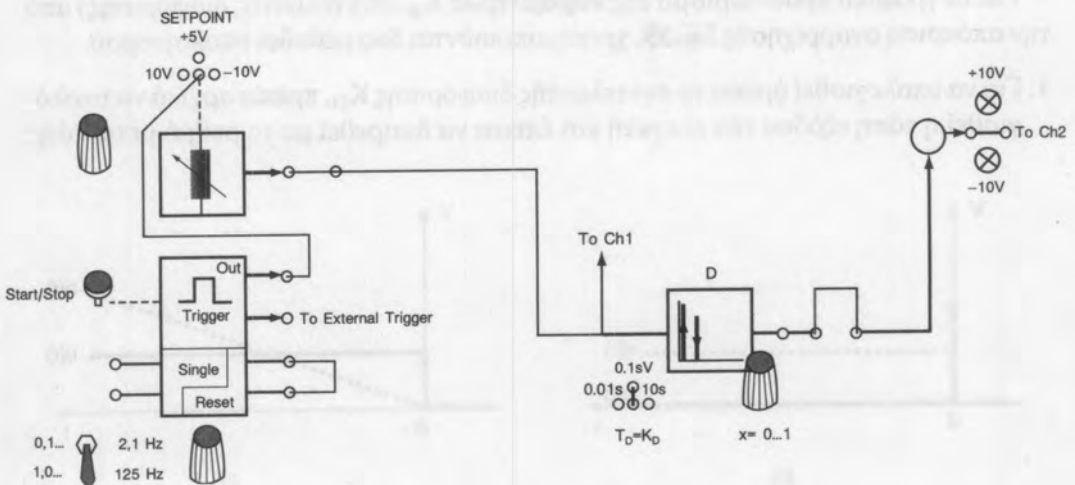
Σχήμα 59: Υπολογισμός παραμέτρου T_D

$$K_D = T_D$$

1.4.5.2 Πειραματικό Μέρος

1.4.5.2.1 Συνδεσμολογία και ρυθμίσεις του ελεγκτή – D σε βηματική απόκριση

1. Συνδεσμολογήστε την μονάδα παραγωγής επιθυμητού σήματος – setpoint.



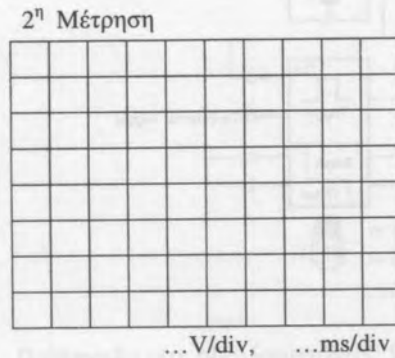
Σχήμα 60: Συνδεσμολογία του ελεγκτή D

2. Συνδεσμολογήστε τον ελεγκτή D και συνδέστε την έξοδο της μονάδας setpoint στην είσοδο του όπως φαίνεται στο σχήμα Σχ. 60.
3. Συνδέστε στην είσοδό και στην έξοδο του ελεγκτή D τα αντίστοιχα κανάλια του παλμογράφου Ch1 και Ch2.
4. Ρυθμίστε τις παραμέτρους του συστήματος, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

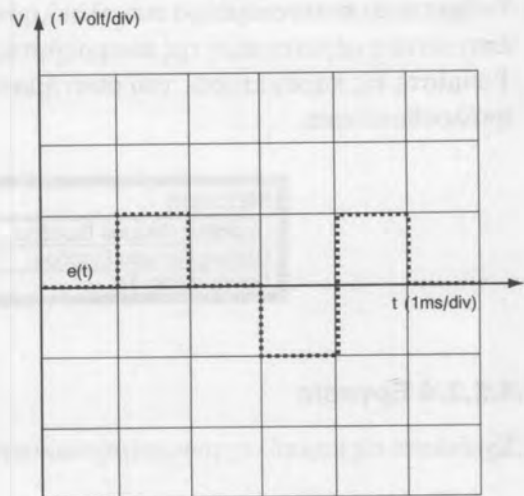
Μέτρηση	1 ^η	2 ^η
Περίοδος Παλμού Εισόδου	10 ms	10 ms
Πλάτος Παλμού Εισόδου	1 V	1 V
Παράμετρος T_D	20 ms	2 ms

1.4.5.2 Εργασία

1. Σχεδιάστε τις καμπύλες των μετρήσεων στο αντίστοιχο πλαίσιο.



2. Από τα παραπάνω διαγράμματα περιγράψτε με ποιο τρόπο αντιδρά ο ελεγκτής - D όταν δέχεται ένα παλμό στην είσοδό του. Σχολιάστε εάν διαφέρει η έξοδος που προκύπτει θεωρητικά από αυτή που λαμβάνουμε πειραματικά.
3. Στην περίπτωση που η είσοδος του ελεγκτή παραμένει αμετάβλητη σε μία τιμή, ποια θα είναι η έξοδος του ελεγκτή.
4. Ποια η επίδραση της χρήσης ελεγκτή - D σε ένα σύστημα που έχει σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση.
5. Δίνεται το σήμα $e(t)$ (Σχ. 61) ως είσοδος σε ένα ελεγκτή - D με αυ-

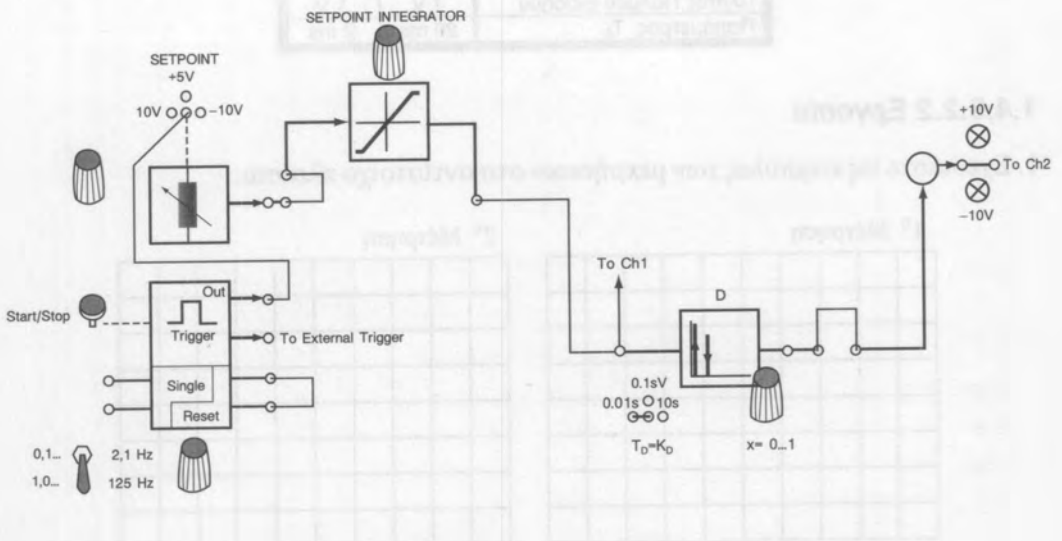


Σχήμα 61: Σήμα εισόδου του ελεγκτή D

θαίρετο συντελεστή διαφοράσης K_D . Σχεδιάστε την απόκριση – έξοδο του ελεγκτή.

1.4.5.2.3 Συνδεσμολογία και ρυθμίσεις του ελεγκτή – D σε απόκριση αναρρίχησης

1. Διατηρήστε την προηγούμενη συνδεσμολογία και προσθέστε τον ολοκληρωτή του επιθυμητού σήματος όπως φαίνεται στο Σχ. 62.



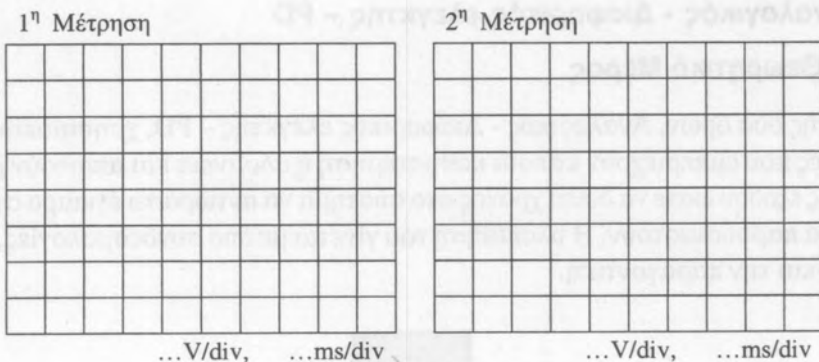
Σχήμα 62: Συνδεσμολογία του ελεγκτή D

2. Ρυθμίστε το ποτενσιόμετρο του ολοκληρωτή επιθυμητού σήματος στη 2^η ένδειξη έτσι ώστε η μέγιστη τιμή της αναρρίχησης να μην υπερβαίνει το 1 Volt.
3. Ρυθμίστε τις παραμέτρους του συστήματος, για κάθε μέτρηση, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

Μέτρηση	1 ^η	2 ^η
Περίοδος Παλμού Εισόδου	10 ms	10 ms
Πλάτος Παλμού Εισόδου	1 V	1 V
Παράμετρος T_D	2 ms	4 ms

1.4.5.2.4 Εργασία

1. Σχεδιάστε τις καμπύλες των μετρήσεων στο αντίστοιχο πλαίσιο.

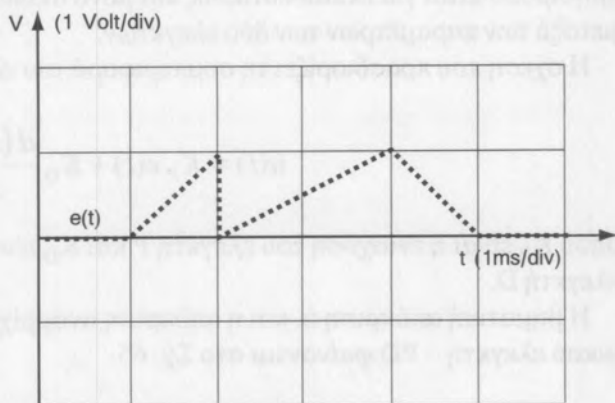


2. Από τις καμπύλες που σχεδιάσατε υπολογίστε τις πειραματικές τιμές των παραμέτρων K_D και καταχωρήστε αυτές στον παρακάτω πίνακα.

Απόκριση Αναρρίχησης		
Μέτρηση	1 ^η	2 ^η
$K_D = T_D$		

3. Αιτιολογήστε το αποτέλεσμα της απόκρισης αναρρίχησης του ελεγκτή - D και γράψτε εάν διαφέρει η έξοδος που προκύπτει θεωρητικά από αυτή που λαμβάνουμε πειραματικά.

4. Δίνεται το ακόλουθο σήμα $e(t)$ (Σχ. 63) ως είσοδος σε ένα ελεγκτή - D με συντελεστή διαφόρισης $K_D = 1 \text{ ms}$. Υπολογίστε αναλυτικά και σχεδιάστε την απόκριση - έξοδο του ελεγκτή.

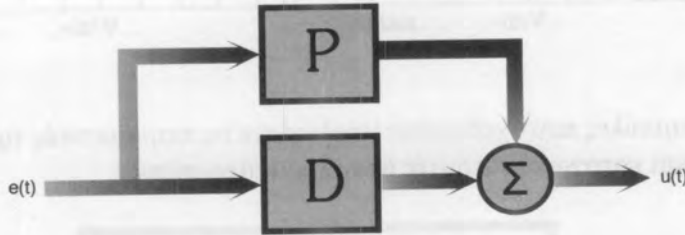


Σχήμα 63: Σήμα εισόδου του ελεγκτή D

1.4.6 Αναλογικός - Διαφορικός ελεγκτής – PD

1.4.6.1 Θεωρητικό Μέρος

Ο ελεγκτής δύο όρων, Αναλογικός - Διαφορικός ελεγκτής – PD, χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που εμπεριέχουν κάποια καθυστέρηση ή αδράνεια και απαιτούν μία πρόβλεψη της εξόδου ώστε να δοθεί χρόνος στο σύστημα να αντιδράσει έγκαιρα στα όποια σφάλματα παρουσιαστούν. Η υλοποίησή του γίνεται με δύο συνδεσμολογίες, την παράλληλη και την παραγοντική.



Σχήμα 64: Παράλληλη συνδεσμολογία του ελεγκτή PD

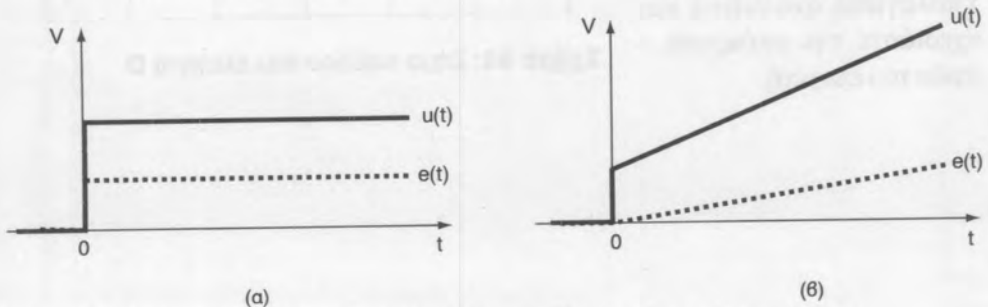
Η *παράλληλη συνδεσμολογία* Σχ. 64, στην οποία βασίζεται το πειραματικό μέρος, χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς και μόνο σκοπούς αφού υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραμέτρων των δύο ελεγκτών.

Η σχέση που προσδιορίζει τη συμπεριφορά του ελεγκτή είναι η ακόλουθη:

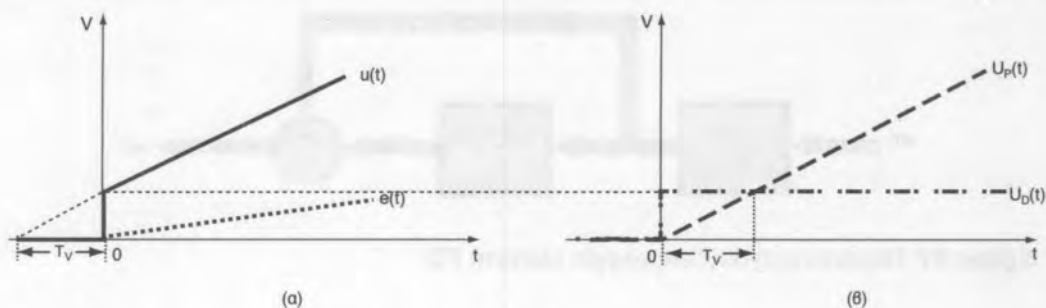
$$u(t) = K_P e(t) + K_D \frac{d(e(t))}{dt} \quad (1)$$

όπου K_P είναι η ενίσχυση του ελεγκτή P και K_D είναι ο συντελεστής διαφορίσης του ελεγκτή D.

Η βηματική απόκριση α. και η απόκριση αναρρίχησης β. του Αναλογικού – Διαφορικού ελεγκτή – PD φαίνονται στο Σχ. 65.



Σχήμα 65: Αποκρίσεις (α) βηματική και (β) αναρρίχησης του ελεγκτή PD



Σχήμα 66: Υπολογισμός της παραμέτρου T_v

Ο προσδιορισμός των *παραμέτρων* K_P (συντελεστής ενίσχυσης), K_D (συντελεστής διαφόρισης) και της *παραμέτρου* T_v (χρόνος προπορείας) πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

1. Για τους συντελεστές K_P και K_D μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τρόποι υπολογισμού που αναφέρθηκαν στα θεωρητικά τμήματα του κάθε ελεγκτή ξεχωριστά. Η

σχέση που προσδιορίζει την παράμετρο T_v είναι $T_v = \frac{K_D}{K_P}$, έχει μονάδες χρόνου και ονομάζεται *χρόνος προπορείας* του ελεγκτή PD. Ο χρόνος αυτός πρακτικά ισούται με το χρόνο που χρειάζεται ο ελεγκτής P για να δώσει έξοδο ίση με την έξοδο του ελεγκτή D Σχ. 66β.

2. Όταν δεν είναι διαθέσιμη η έξοδος του κάθε ελεγκτή ξεχωριστά, είναι δυνατόν χρησιμοποιώντας την απόκριση του ελεγκτή Σχ. 66α να προεκταθεί το αναρριχητικό ευθύγραμμο τμήμα προς την αρνητική πλευρά του χρόνου, οπότε από το σημείο τομής με τον άξονα του χρόνου μέχρι την αρχή των αξόνων προκύπτει ο χρόνος προπορείας του ελεγκτή PD. Επομένως μπορούν να υπολογισθούν ο συντελεστής K_P και η παράμετρος T_v και στη συνέχεια από την παραπάνω σχέση να προκύψει ο συντελεστής K_D .

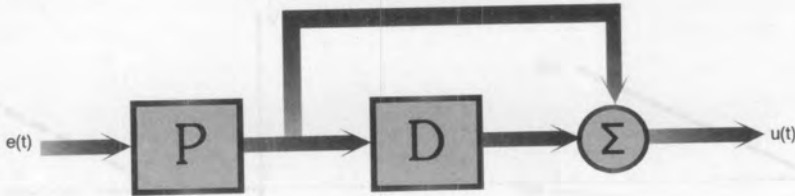
Μία εναλλακτική μορφή της σχέσης (1) που χρησιμοποιείται στην πράξη είναι η σχέση (2), στην οποία υπάρχει η παράμετρος T_v αντί για το συντελεστή διαφόρισης K_D .

$$u(t) = K_P \left(e(t) + T_v \frac{d(e(t))}{dt} \right) \quad (2)$$

Όπως είναι προφανές, ο χρόνος προπορείας T_v εξαρτάται από το συντελεστή ενίσχυσης K_P και αυτό είναι το πρακτικό μειονέκτημα αυτής της συνδεσμολογίας.

Στις πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιείται η *παραγοντική συνδεσμολογία* Σχ. 67, στην οποία δεν υπάρχει εξάρτηση της μίας παραμέτρου από την άλλη.

Η σχέση που προσδιορίζει τη συμπεριφορά του ελεγκτή είναι η ακόλουθη:



Σχήμα 67: Παραγοντική συνδεσμολογία ελεγκτή PD

$$u(t) = K_P e(t) + K_P K_D \frac{d(e(t))}{dt} \Rightarrow$$

$$u(t) = K_P \left(e(t) + K_D \frac{d(e(t))}{dt} \right) \Rightarrow$$

$$u(t) = K_P \left(e(t) + T_D \frac{d(e(t))}{dt} \right) \Rightarrow u(t) = K_P \left(e(t) + T_V \frac{d(e(t))}{dt} \right)$$

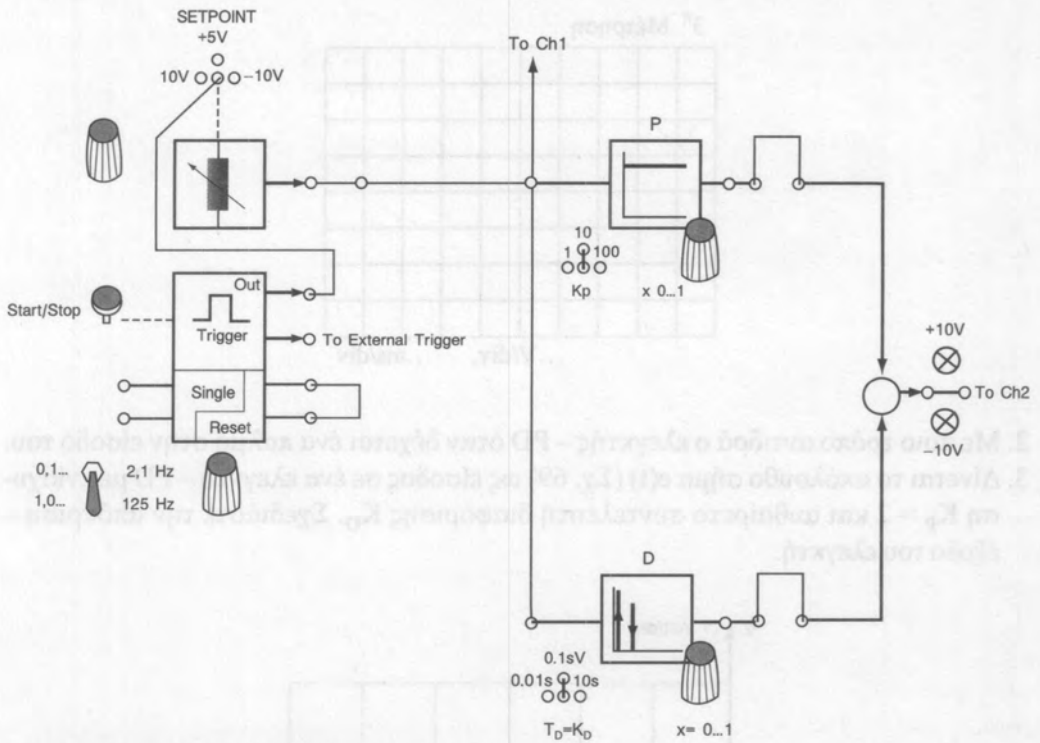
όπως φαίνεται, μετά από τις παραπάνω πράξεις, σε αυτή τη συνδεσμολογία ο χρόνος προπορείας T_V είναι ίσος με το χρόνο διαφόρισης $T_D = K_D$ και ανεξάρτητος από το συντελεστή ενίσχυσης K_P .

1.4.6.2 Πειραματικό Μέρος

1.4.6.2.1 Συνδεσμολογία και ρυθμίσεις του ελεγκτή – PD σε βηματική απόκριση

1. Συνδεσμολογήστε την μονάδα παραγωγής επιθυμητού σήματος – setpoint.
2. Συνδεσμολογήστε τον ελεγκτή PD και συνδέστε την έξοδο της μονάδας setpoint στην είσοδό του όπως φαίνεται στο σχήμα Σχ. 68.
3. Συνδέστε στην είσοδο και στην έξοδο του ελεγκτή PD τα αντίστοιχα κανάλια του παλμογράφου Ch1 και Ch2.
4. Ρυθμίστε τις παραμέτρους του συστήματος, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

Μέτρηση	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Περίοδος Παλμού Εισόδου	10 ms	10 ms	10 ms
Πλάτος Παλμού Εισόδου	1 V	1 V	1 V
Παράμετρος K_P	2	2	4
Παράμετρος T_D	20 ms	2 ms	2 ms



Σχήμα 68: Συνδεσμολογία ελεγκτή PD

1.4.6.2.2 Εργασία

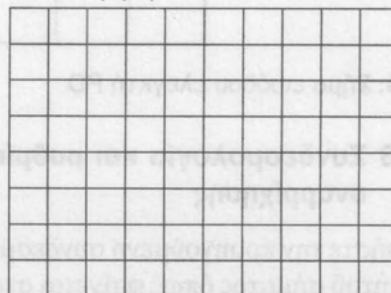
1. Σχεδιάστε τις καμπύλες της μέτρησης στο αντίστοιχο πλαίσιο.

1^η Μέτρηση

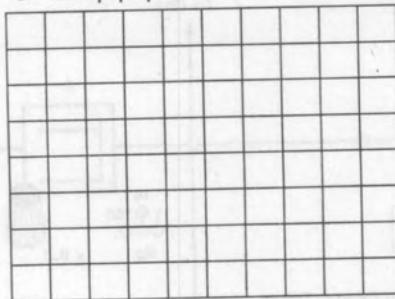


... V/div, ... ms/div

2^η Μέτρηση

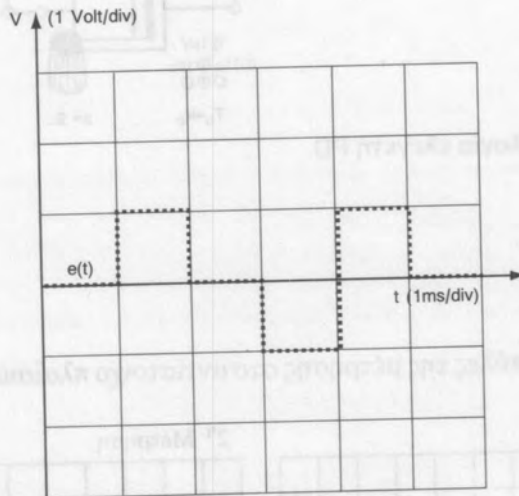


... V/div, ... ms/div

3^η Μέτρηση

... V/div, ... ms/div

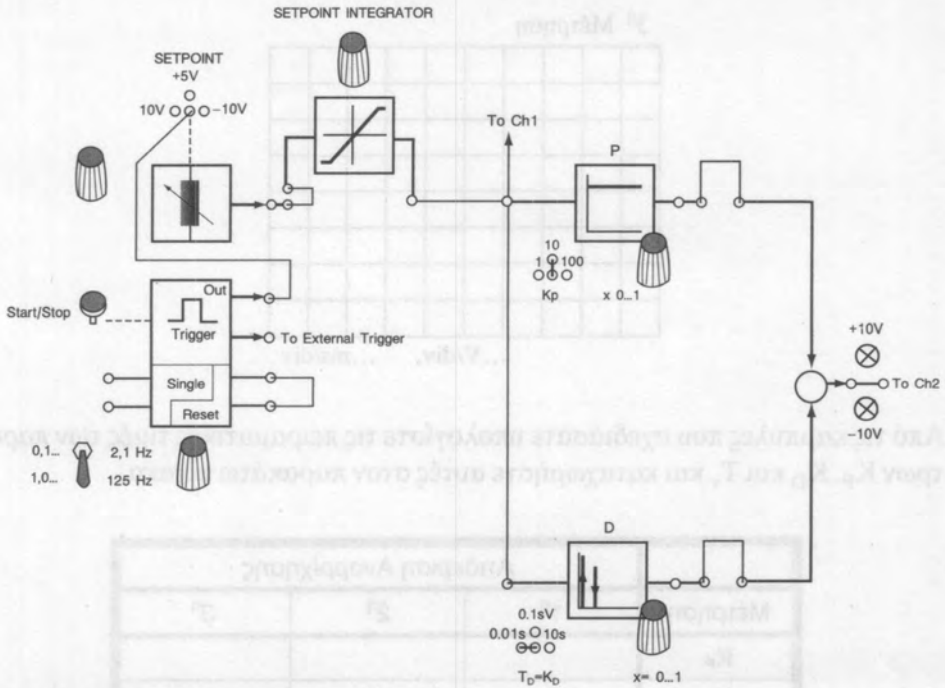
2. Με ποιο τρόπο αντιδρά ο ελεγκτής – PD όταν δέχεται ένα παλμό στην είσοδό του.
3. Δίνεται το ακόλουθο σήμα $e(t)$ (Σχ. 69) ως είσοδος σε ένα ελεγκτή – PD με ενίσχυση $K_p = 2$ και αυθαίρετο συντελεστή διαφορίσης K_D . Σχεδιάστε την απόκριση – έξοδο του ελεγκτή.



Σχήμα 69: Σήμα εισόδου ελεγκτή PD

1.4.6.2.3 Συνδεσμολογία και ρυθμίσεις του ελεγκτή – PD σε απόκριση αναρρίχησης

1. Διατηρήστε την προηγούμενη συνδεσμολογία και προσθέστε τον ολοκληρωτή του επιθυμητού σήματος όπως φαίνεται στο Σχ. 70.
2. Ρυθμίστε το ποτενσιόμετρο του ολοκληρωτή επιθυμητού σήματος στη 2^η ένδειξη έτσι ώστε η μέγιστη τιμή της αναρρίχησης να μην υπερβαίνει το 1 Volt.
3. Ρυθμίστε τις παραμέτρους του συστήματος, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

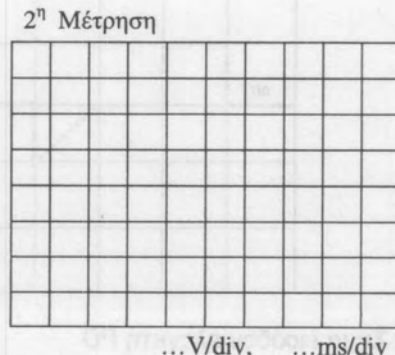
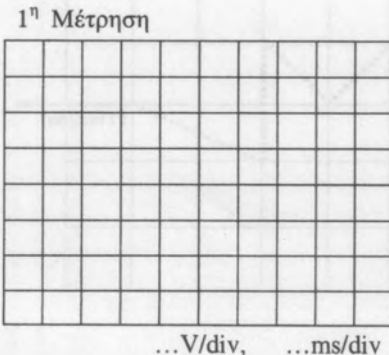


Σχήμα 70: Συνδεσμολογία ελεγκτή PD

Μέτρηση	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Περίοδος Παλμού Εισόδου	10 ms	10 ms	10 ms
Πλάτος Παλμού Εισόδου	1 V	1 V	1 V
Παράμετρος K_p	2	2	4
Παράμετρος T_D	2 ms	4 ms	4 ms

1.4.6.2.4 Εργασία

1. Σχεδιάστε τις καμπύλες της μέτρησης στο αντίστοιχο πλαίσιο.



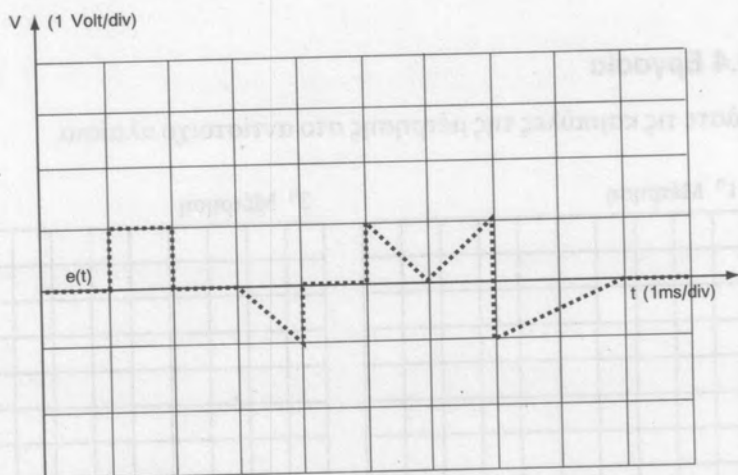
3^η Μέτρηση

... V/div, ... ms/div

2. Από τις καμπύλες που σχεδιάσατε υπολογίστε τις πειραματικές τιμές των παραμέτρων K_P , K_D και T_v και καταχωρήστε αυτές στον παρακάτω πίνακα.

Μέτρηση	Απόκριση Αναρρίχησης		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η
K_P			
K_D			
T_v			

3. Δίνεται το ακόλουθο σήμα $e(t)$ (Σχ. 71) ως είσοδος σε ένα ελεγκτή - PD με ενίσχυση $K_P = 2$ και συντελεστή διαφορίσης $K_D = 1$ ms. Υπολογίστε αναλυτικά και σχεδιάστε την απόκριση - έξοδο του ελεγκτή.

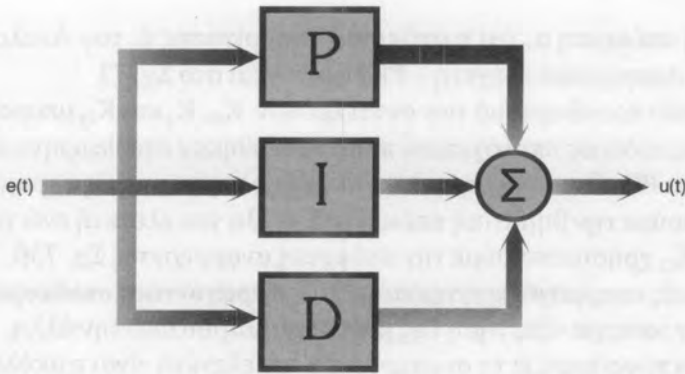


Σχήμα 71: Σήμα εισόδου ελεγκτή PD

1.4.7 Αναλογικός - Ολοκληρωτικός - Διαφορικός ελεγκτής – PID

1.4.7.1 Θεωρητικό Μέρος

Ο ελεγκτής τριών όρων, Αναλογικός – Ολοκληρωτικός – Διαφορικός ελεγκτής – PID, χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια αφού αυξάνει την ταχύτητα απόκρισης του συστήματος, εξαλείφει τα σφάλματα μόνιμης κατάστασης και το κάνει περισσότερο ευσταθές. Η υλοποίησή του γίνεται με δύο συνδεσμολογίες, την παράλληλη και την παραγοντική.



Σχήμα 72: Παράλληλη συνδεσμολογία ελεγκτή PID

Η *παράλληλη συνδεσμολογία* Σχ. 72, στην οποία βασίζεται το πειραματικό μέρος, χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς και μόνο σκοπούς αφού υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραμέτρων των τριών ελεγκτών.

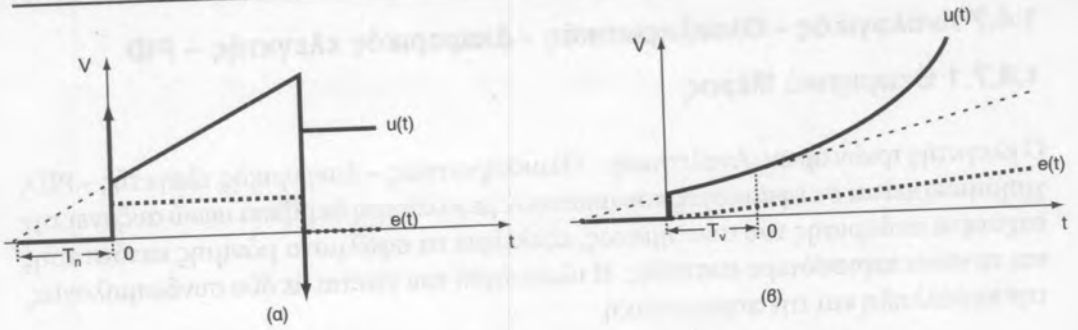
Η σχέση που προσδιορίζει τη συμπεριφορά του ελεγκτή είναι η ακόλουθη:

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{d(e(t))}{dt} \quad (1)$$

όπου K_p είναι η ενίσχυση του ελεγκτή P, K_I είναι ο συντελεστής ολοκλήρωσης του ελεγκτή I και K_D είναι ο συντελεστής διαφορίσης του ελεγκτή D.

Μία εναλλακτική μορφή της σχέσης (1) που χρησιμοποιείται στην πράξη είναι η σχέση (2), στην οποία υπάρχει η παράμετρος T_n αντί για το συντελεστή ολοκλήρωσης K_I και η παράμετρος T_v αντί για το συντελεστή διαφορίσης K_D .

$$u(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_n} \int e(t) dt + T_v \frac{d(e(t))}{dt} \right) \quad (2)$$



Σχήμα 73: Αποκρίσεις (α) βηματική και (β) αναρρίχησης του ελεγκτή PID

Η βηματική απόκριση α. και η απόκριση αναρρίχησης β. του Αναλογικού – Ολοκληρωτικού – Διαφορικού ελεγκτή – PID φαίνονται στο Σχ. 73

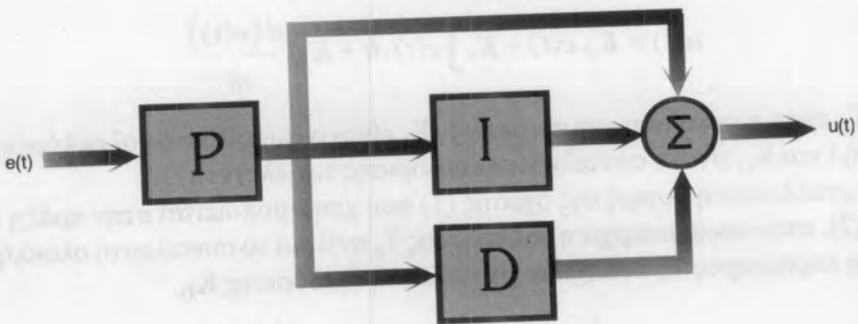
Για το γραφικό προσδιορισμό των συντελεστών K_P , K_I και K_D μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους τρόπους υπολογισμού που αναφέρθηκαν στα θεωρητικά τμήματα των ελεγκτών PI και PD. Πιο συγκεκριμένα για να υπολογίσουμε τις παραμέτρους K_P και K_I χρησιμοποιούμε την βηματική απόκριση Σχ. 73α του ελεγκτή ενώ για τις παραμέτρους K_P και K_D χρησιμοποιούμε την απόκριση αναρρίχησης Σχ. 73β.

Στις πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιείται η παραγοντική συνδεσμολογία Σχ. 74, στην οποία δεν υπάρχει εξάρτηση της μίας παραμέτρου από την άλλη.

Η σχέση που προσδιορίζει τη συμπεριφορά του ελεγκτή είναι η ακόλουθη:

$$u(t) = K_P \left(e(t) + \frac{1}{T_n} \int e(t) dt + T_v \frac{d(e(t))}{dt} \right)$$

όπου οι χρόνοι επαναρρύθμισης T_n και προπορείας T_v είναι ανεξάρτητοι από το συντελεστή ενίσχυσης K_P και ίσοι με τους χρόνους ολοκλήρωσης T_I και διαφόρισης T_D αντίστοιχα.

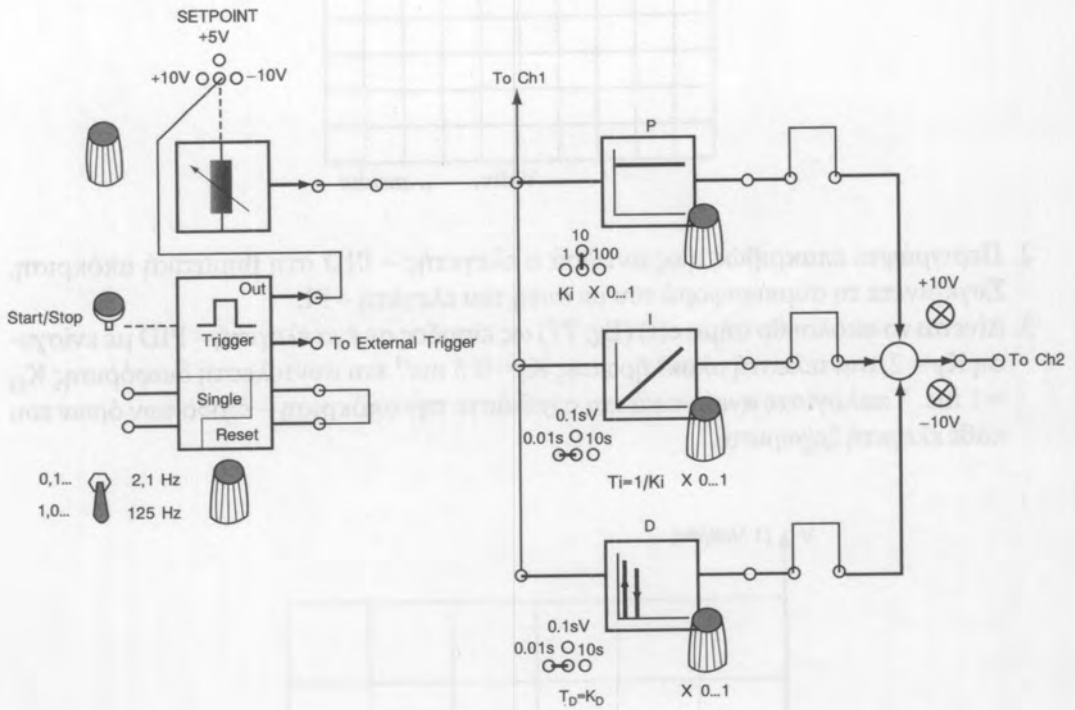


Σχήμα 74: Παραγοντική συνδεσμολογία ελεγκτή PID

1.4.7.2 Πειραματικό Μέρος

1.4.7.2.1 Συνδεσμολογία και ρυθμίσεις του ελεγκτή – PID σε βηματική απόκριση

1. Συνδεσμολογήστε την μονάδα παραγωγής επιθυμητού σήματος – setpoint.
2. Συνδεσμολογήστε τον ελεγκτή PID και συνδέστε την έξοδο της μονάδας setpoint στην είσοδό του όπως φαίνεται στο σχήμα Σχ. 75.



Σχήμα 75: Συνδεσμολογία ελεγκτή PID

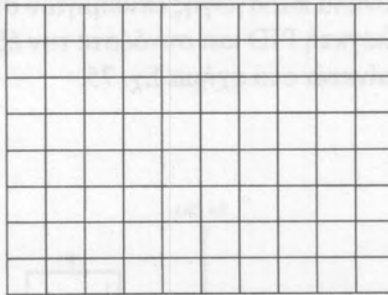
3. Συνδέστε στην είσοδο και στην έξοδο του ελεγκτή PID τα αντίστοιχα κανάλια του παλμογράφου Ch1 και Ch2.
4. Ρυθμίστε τις παραμέτρους του συστήματος, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

Μέτρηση	1 ^η
Περίοδος Παλμού Εισόδου	10 ms
Πλάτος Παλμού Εισόδου	1 V
Παράμετρος K_p	4
Παράμετρος T_i	2 ms
Παράμετρος T_D	1 ms

1.4.7.2.2 Εργασία

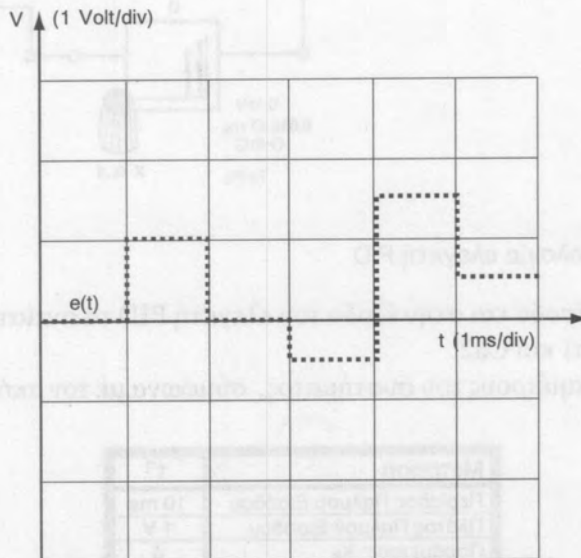
1. Σχεδιάστε την καμπύλη της μέτρησης στο ακόλουθο πλαίσιο.

1^η Μέτρηση



...V/div, ...ms/div

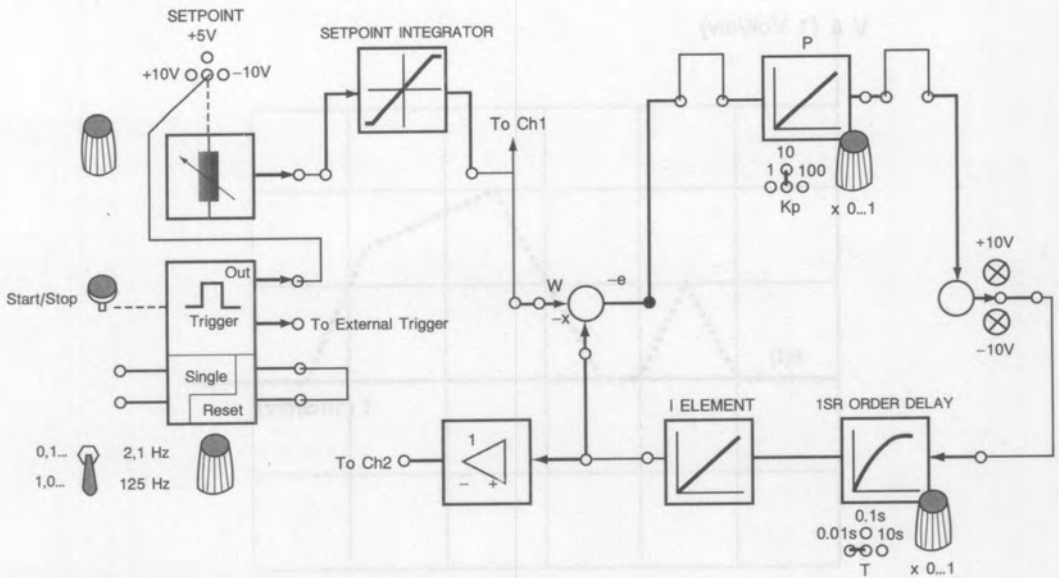
2. Περιγράψτε επακριβώς πως αντιδρά ο ελεγκτής – PID στη βηματική απόκριση. Συγκρίνετε τη συμπεριφορά του με αυτή του ελεγκτή – PI.
3. Δίνεται το ακόλουθο σήμα $e(t)$ (Σχ. 77) ως είσοδος σε ένα ελεγκτή – PID με ενίσχυση $K_p = 2$, συντελεστή ολοκλήρωσης $K_I = 0.5 \text{ ms}^{-1}$ και συντελεστή διαφορίσης $K_D = 1 \text{ ms}$. Υπολογίστε αναλυτικά και σχεδιάστε την απόκριση – έξοδο των όρων του κάθε ελεγκτή ξεχωριστά.



Σχήμα 76: Σήμα εισόδου ελεγκτή PID

1.4.7.2.3 Συνδεσμολογία και ρυθμίσεις του ελεγκτή – PID σε απόκριση αναρρίχησης

1. Διατηρήστε την προηγούμενη συνδεσμολογία και προσθέστε τον ολοκληρωτή του επιθυμητού σήματος όπως φαίνεται στο Σχ. 77.
2. Ρυθμίστε το ποτενσιόμετρο του ολοκληρωτή επιθυμητού σήματος στη 2^η ένδειξη έτσι ώστε η μέγιστη τιμή της αναρρίχησης να μην υπερβαίνει το 1 Volt.

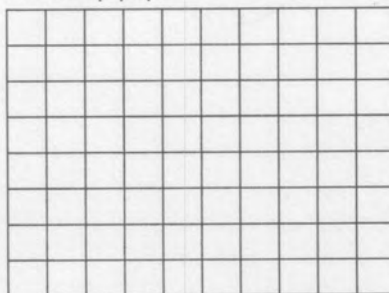


Σχήμα 77: Συνδεσμολογία ελεγκτή PID

1.4.7.2.4 Εργασία

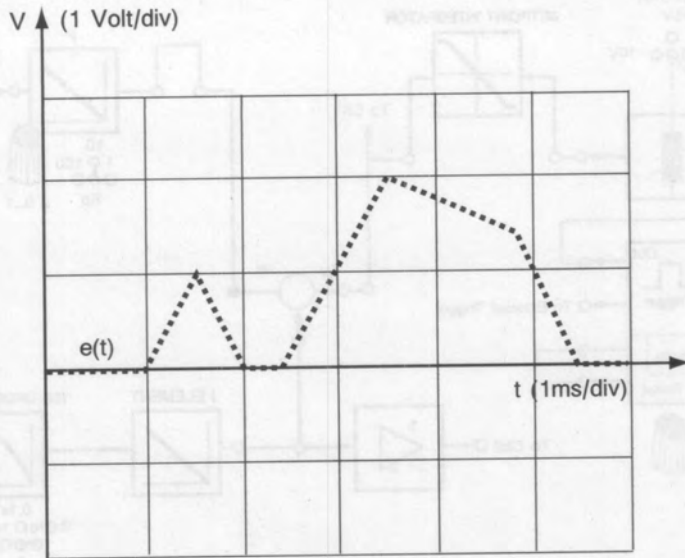
1. Σχεδιάστε την καμπύλη της μέτρησης στο ακόλουθο πλαίσιο.

1^η Μέτρηση



... V/div, ... ms/div

2. Παρατηρώντας την παραπάνω καμπύλη περιγράψτε πως αντιδρά ο ελεγκτής – PID στη απόκριση αναρρίχησης. Συγκρίνετε τη συμπεριφορά του με αυτή του ελεγκτή – PI.
3. Δίνεται το ακόλουθο σήμα $e(t)$ (Σχ. 78) ως είσοδος σε ένα ελεγκτή – PID με ενίσχυση $K_p = 2$, συντελεστή ολοκλήρωσης $K_I = 0.5 \text{ ms}^{-1}$ και συντελεστή διαφοράρισης $K_D = 1 \text{ ms}$. Υπολογίστε αναλυτικά και σχεδιάστε την απόκριση – έξοδο των όρων του κάθε ελεγκτή ξεχωριστά.



Σχήμα 78: Σήμα εισόδου ελεγκτή PID