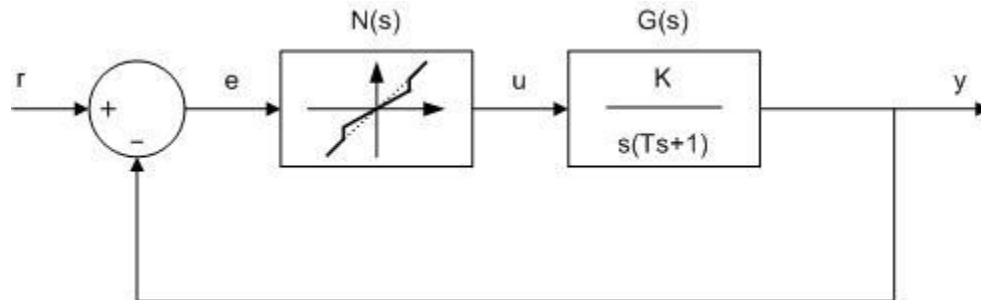
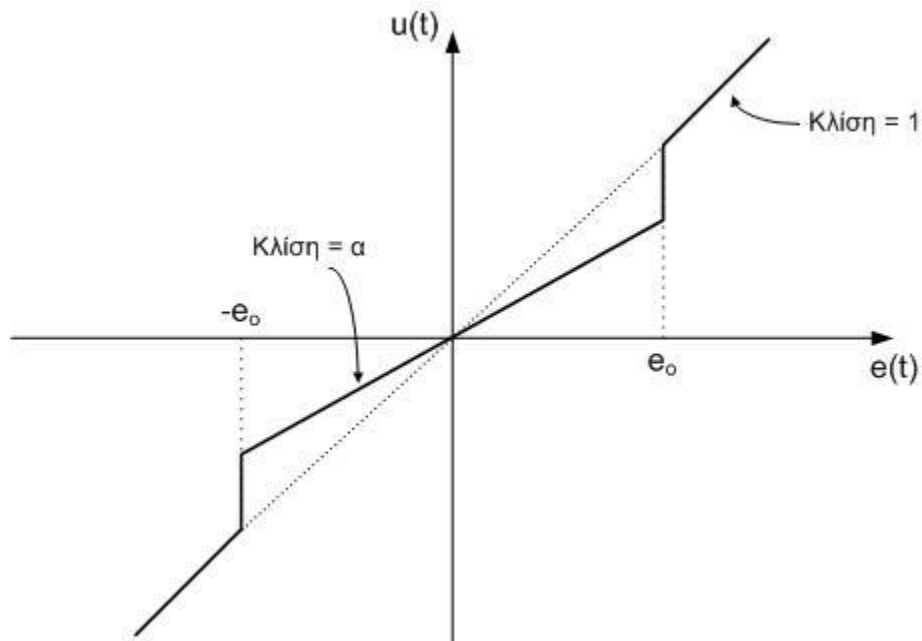


## ΤΜΗΜΑ Α

Δίνεται το σύστημα κλειστού βρόγχου του παρακάτω σχήματος με  $T = 1$ ,  $K = 4$  και με είσοδο  $r(t)$ , έξοδο  $y(t)$  και σφάλμα ανάδρασης  $e(t)$  :



Η συνάρτηση μεταβλητού κέρδους  $N(s)$  αποτελεί ένα μη γραμμικό στοιχείο με χαρακτηριστική καμπύλη εισόδου-εξόδου όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα :



Το μεταβλητό κέρδος του στοιχείου  $N(s)$  εξαρτάται από την τιμή του σφάλματος ανάδρασης  $e(t)$  και είναι μονάδα για τιμές του  $e(t)$  εκτός περιοχής  $[-e_o, e_o]$  και  $\alpha$  για τιμές εντός περιοχής  $[-e_o, e_o]$ . Έτσι επιτυγχάνεται μεγάλο κέρδος για μεγάλα σφάλματα  $e(t)$  και μικρό κέρδος για μικρά σφάλματα  $e(t)$ . Η μεταβολή του κέρδους μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση διακοπτικής συσκευής που θα αλλάζει το

κέρδος από την μια του τιμή στην άλλη. Το σύστημα θα παρουσιάζει αργή απόκριση για μικρά σφάλματα  $e(t)$  και γρήγορη απόκριση για μεγάλα σφάλματα  $e(t)$ , χαρακτηριστικό που είναι επιθυμητό σε συστήματα που υπόκεινται σε χαμηλού πλάτους-υψηλής συχνότητας σήματα θορύβου, αφού με τον τρόπο αυτό τα σήματα θορύβου θα καταστέλλονται σημαντικά ενώ λοιπά σήματα ελέγχου θα μεταδίδονται ικανοποιητικά.

A) Θεωρούμε αρχικά ότι η συνάρτηση μεταβλητού κέρδους  $N(s)$  δεν υπάρχει ( $u = e$ ). Ζητούνται:

I) Η χαρακτηριστική εξίσωση του ΣΚΒ, οι τιμές των  $\omega_n$  και  $\zeta$ , η διαφορική εξίσωση του συστήματος ως προς το σφάλμα  $e(t)$  και οι εξισώσεις κατάστασης του συστήματος θεωρώντας ως κατάσταση τις φασικές μεταβλητές του σφάλματος.

II) Το σημείο ισορροπίας του συστήματος σφάλματος όταν η είσοδος  $r(t)$  είναι α) μια βηματική συνάρτηση και β) μια συνάρτηση ράμπας με κλίση  $V = 1.2$ .

III) Οι γραφικές παραστάσεις της χρονικής απόκρισης των μεταβλητών κατάστασης καθώς και το φασικό πορτραίτο του συστήματος για τις δύο εισόδους. Χρησιμοποιείτε τις αρχικές τιμές των μεταβλητών κατάστασης που δίνονται στο τέλος της εκφώνησης (προσομοιώστε το σύστημα με την χρήση του matlab και την συνάρτηση ode45).

B) Θεωρούμε στην συνέχεια ότι η συνάρτηση μεταβλητού κέρδους  $N(s)$  υπάρχει με  $e_o = 0.2$  και  $\alpha = 0.06$ . Ζητούνται:

I) Περιγραφή με χρήση εξισώσεων κατάστασης του μη γραμμικού συστήματος σφάλματος.

II) Το φασικό πορτραίτο του συστήματος για τις δύο εισόδους του ερωτήματος Α και επιπλέον για τις περιπτώσεις που η κλίση της ράμπας είναι  $V = 0.04$  και  $V = 0.4$ . Χρησιμοποιείτε τις ίδιες αρχικές τιμές των μεταβλητών κατάστασης που δίνονται στο τέλος της εκφώνησης (προσομοιώστε το σύστημα με την χρήση του matlab και την συνάρτηση ode45).

III) Σύγκριση των φασικών πορτραίτων και των αποκρίσεων του γραμμικού και μη γραμμικού συστήματος. Σχολιάστε πώς επηρεάζει η ύπαρξη της συνάρτησης  $N(s)$  την ευστάθεια και την ταχύτητα απόκρισης του συστήματος.

**Αρχικές τιμές των μεταβλητών κατάστασης:**  $(-2, 1.5)$ ,  $(-2.5, 0.8)$ ,  $(1.5, 2)$ ,  $(0.2, 1.8)$ ,  $(2.5, -0.8)$ ,  $(2, -2)$ ,

$(-0.2, -1.8)$  και  $(-1, -2.5)$ .