2Η ΠΡΟΟΔΟΣ 1Ο ΘΕΜΑ – ΕΠΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΤΕΣΤ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 9 Φεβρουαρίου 2021

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ΕΠΩΝΥΜΟ: |  | ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: |  |
| ΟΝΟΜΑ: |  | ΛΗΓΟΝΤΑΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΜΗΤΡΩΟΥ: |  |

**Στο Αρχείο αυτό να συμπληρωθούν οι Πίνακες αποτελεσμάτων και να επικολληθούν οι φωτογραφίες από τις χειρόγραφες λύσεις. Το Αρχείο να σωθεί με όνομα 2Π\_2Θ\_Δυναμική\_Επώνυμο\_Όνομα και να ανεβεί στο e-class.**

 Στον αντιδραστήρα πλήρους ανάδευσης συμβαίνει η αντίδραση: Α → Β με ρυθμό rA = **k**\*c1 mol/ltmin. Αρχικά, η παροχή m καθαρού Α είναι ms = 0 mol/min, και σε χρόνο 0, η συγκέντρωση cos του Α στην τροφοδοσία μεταβάλλεται βηματικά σε **Β** mol/lt. Στο αντιδραστήρα εφαρμόζεται αναλογική-ολοκληρωτική-διαφορική ρύθμιση με σταθερά ενίσχυσης **Κc** V/V, διαφορικό χρόνο **τD** min και ολοκληρωτικό χρόνο **τI** min. Η ρυθμιστική βαλβίδα επιτρέπει παροχές καθαρού Α από 0 έως **M** mol/min για ηλεκτρικό σήμα στην είσοδο της 0 – **Cv** V και η χρονική της καθυστέριση είναι **τV** min Η ένδειξη του φασματοφωτομέτρου μέτρησης της συγκέντρωσης μεταβάλλεται από 0 σε **L** V με μεταβολή της συγκέντρωσης από 0 σε **Cf** mol/lt και η ένδειξη του παρουσιάζει χρονική καθυστέριση **τf** min. Να κατασκευαστεί το διάγραμμα βαθμίδων, να εξαχθεί η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος ρύθμισης και να βρεθεί αν το σύστημα είναι ευσταθές. Η ογκομετρική παροχή καθαρού αντιδρώντος Α θεωρείται αμελητέα. Να μην χρησιμοποιηθεί Heaviside.

**Δεδομένα**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΑΜ** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |  |
| **V** | 15 | 15 | 20 | 30 | 20 | 10 | 20 | 10 | 30 | 25 | **lt** |
| **Fo** | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 10 | 5 | **lt/min** |
| **cos** | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 | **mol/lt** |
| **k** | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | -0,5 | -0,2 | -0,05 | -0,1 | -0,5 | -0,2 | **mol/ltmin** |
| **B** | 8 | 15 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | **mol/lt** |
| **Kc** | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | **V/V** |
| **τD** | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | **min** |
| **τI** | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | **min** |
| **M** | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | **mol/min** |
| **Cv** | 2 | 2 | 1 | 4 | 0,5 | 1 | 1 | 5 | 5 | 2 | **V** |
| **τV** | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | **min** |
| **L** | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 | 5 | 4 | **V** |
| **Cf** | 5 | 10 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | **mol/lt** |
| **τf** | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | **min** |

**AM 4**

**Αντιδραστήρας:** F\*co(t) + m(t) – F1\*c1(t) + k\*V\*c1(t) = V\*dc1/dt ⬄ 5\*co(t) + m(t) – 5\*c1(t) – 0,5\*20\*c1 = 20\*dc1/dt

@ss 5\*cos + ms – 5\*c1s – 0,5\*20\*c1s = 0 ⬄ 50 – 15\*c1s = 0 ⬄ c1s = 3,333 mol/lt

Μεταβλητές απόκλισης Co = co – 10 C1 = c1 – 3,333 M = m – 0

5\*Co(t) + M(t) – 5\*C1(t) – 0,5\*20\*C1(t) = 20\*dC1(t)/dt ⬄ [mol/min]

⬄ Co(s) + 0,2\*M(s) – 3\*C1(s) = 4\*s\*C1(s) ⬄ [mol/lt]

⬄ (4s + 3)\*C1(s) = Co(s) + 0,2\*M(s) ⬄ **C1 = Co/(4s + 3) + 0,2\*M/(4s + 3)**

**Φασματοφωτόμετρο:** **Km = (μεταβολή εξόδου)/(μεταβολή εισόδου) = 2V/2(mol/lt) = 1 V/(mol/lit)**

**Μ = Km/(tf\*s+1) = 1/(2s + 1)**

**Ρυθμιστής:** **Vc/ε = kc\*(1 + τD\*s + 1/(τI\*s)) = 1\*(1 + 1\*s + 1/(2\*s)) = 1 + s + 0,5/s**

**Βαλβίδα:** **Kv = (μεταβολή εξόδου)/(μεταβολή εισόδου) =**

**= (10 – 0)/(0,5 – 0) = 20 (mol/min)/V**

**V = Kv/(tv\*s+1) = 20/(s + 1)**

Διάγραμμα βαθμίδων:



Χαρακτηριστική εξίσωση:

$$1+\frac{1\*20\*0,2\*(1+1s+\frac{0,5}{s})}{\left(2s+1\right)\*\left(s+1\right)\*(4s+3)}=\frac{\left(2s+1\right)\*\left(s+1\right)\*\left(4s+3\right)+4+4s+\frac{2}{s}}{\left(2s+1\right)\*\left(s+1\right)\*(4s+3)}=0 \leftrightarrow $$

⬄ s\*(2s + 1)\*(s + 1)\*(4s + 3) + 4s + 4s2 + 2 = 0 ⬄ (1\*2\*1\*4)\*s4 +

+ (1\*2\*1\*3 + 1\*2\*4\*1 + 1\*1\*4\*1)\*s3 +

+ (1\*2\*1\*3 + 1\*1\*1\*3 + 1\*4\*1\*1 +4)\*s2 +

+ (1\*1\*1\*3 + 4)\*s + 2 = 0 ⬄

⬄ **8**\*s4 + 18\*s3 + **17**\*s2 + 7\*s + **2** = 0

Πίνακας Routh

1η γραμμή a0 = 8 a2 = 17 a4 = 2

2η γραμμή a1 = 18 a3 = 7 a5 = 0

3η γραμμή b1 = $\frac{18\*17-7\*8}{18}=13,889$ b2 = $\frac{18\*2-8\*0}{18}=2$ b3 = 0

4η γραμμή c1 = $\frac{13,889\*7-18\*2}{13,889}=4,408$ c2 = 0

5η γραμμή d1 = $\frac{2,909\*2-13,889\*0}{2,909}=2$

Το σύστημα είναι ευσταθές.

**AM 3**

**Αντιδραστήρας:** F\*co(t) + m(t) – F1\*c1(t) + k\*V\*c1(t) = V\*dc1/dt ⬄ 5\*co(t) + m(t) – 5\*c1(t) – 0,1\*30\*c1 = 30\*dc1/dt

@ss 5\*cos + ms – 5\*c1s – 0,1\*30\*c1s = 0 ⬄ 25 – 8\*c1s = 0 ⬄ c1s = 3,125 mol/lt

Μεταβλητές απόκλισης Co = co – 10 C1 = c1 – 3,125 M = m – 0

5\*Co(t) + M(t) – 5\*C1(t) – 0,1\*30\*C1(t) = 30\*dC1(t)/dt ⬄ [mol/min]

⬄ Co(s) + 0,2\*M(s) – 1,6\*C1(s) = 6\*s\*C1(s) ⬄ [mol/lt]

⬄ (6s + 1,6)\*C1(s) = Co(s) + 0,2\*M(s) ⬄ **C1 = Co/(6s + 1,6) + 0,2\*M/(6s + 1,6)**

**Φασματοφωτόμετρο:** **Km = 2V/4(mol/lt) = 0,5 V/(mol/lit)** **Μ = 0,5/(2s + 1)**

**Ρυθμιστής:** **Vc/ε = kc\*(1 + τD\*s + 1/(τI\*s)) = 2\*(1 + 1\*s + 1/(2\*s)) = 2 + 2s + 1/s**

**Βαλβίδα:** **Kv = (15 – 0)/(4 – 0) = 3,75 (mol/min)/V**

 **V = Kv/(tv\*s+1) = 3,75/(0,5\*s + 1)**

Διάγραμμα βαθμίδων:



Χαρακτηριστική εξίσωση:

$$1+\frac{0,5\*3,75\*0,2\*(2+2s+\frac{1}{s})}{\left(0,5s+1\right)\*\left(2s+1\right)\*(6s+1,6)}=\frac{\left(0,5s+1\right)\*\left(2s+1\right)\*\left(6s+1,6\right)+0,75+0,75\*s+\frac{0,375}{s}}{\left(0,5s+1\right)\*\left(2s+1\right)\*(6s+1,6)}=0 \leftrightarrow $$

⬄ s\*(0,5s + 1)\*(2s + 1)\*(6s + 1,6) + 0,75s + 0,75s2 + 0,375 = 0 ⬄

⬄ (1\*0,5\*2\*6)\*s4 +

+ (1\*0,5\*2\*1,6 + 1\*0,5\*6\*1 + 1\*2\*6\*1)\*s3 +

+ (1\*0,5\*1\*1,6 + 1\*1\*2\*1,6 + 1\*1\*1\*6 +0,75)\*s2 +

+ (1\*1\*1\*1,6 + 0,75)\*s + 0,375 = 0 ⬄

⬄ **6**\*s4 + 16,6\*s3 + **10,75**\*s2 + 2,35\*s + **0,375** = 0

Πίνακας Routh

1η γραμμή a0 = 6 a2 = 10,75 a4 = 0,375

2η γραμμή a1 = 16,6 a3 = 2,35 a5 = 0

3η γραμμή b1 = $\frac{16,6\*10,75-6\*2,35}{16,6}=9,901$ b2 = $\frac{16,6\*0,375-6\*0}{16,6}=0,375$ b3 = 0

4η γραμμή c1 = $\frac{9,901\*2,35-16,6\*0,375}{9,901}=1,721$ c2 = 0

5η γραμμή d1 = $\frac{1,721\*0,375-9,901\*0}{1,721}=0,375$

Το σύστημα είναι ευσταθές.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΑΜ** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **c1s** | 3,333 | 3,846 | 2,500 | 3,125 | 3,333 | 2,500 | 4,167 | 8,333 | 2,000 | 2,500 |
| **C1/Co transfer function** |
| **num** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **τ** | 5 | 3 | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| **const** | 1,5 | 1,3 | 2,0 | 1,6 | 3,0 | 2,0 | 1,2 | 1,2 | 2,5 | 2,0 |
| **C1/M transfer function** |
| **num** | 0,333 | 0,200 | 0,250 | 0,200 | 0,200 | 0,500 | 0,200 | 0,200 | 0,100 | 0,200 |
| **τ** | 5 | 3 | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| **const** | 1,5 | 1,3 | 2,0 | 1,6 | 3,0 | 2,0 | 1,2 | 1,2 | 2,5 | 2,0 |
| **Photometer** |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| **num** | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 0,8 |
| **τ**  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| **const** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Valve** |
| **num** | 7,50 | 5,00 | 10,00 | 3,75 | 20,00 | 10,00 | 10,00 | 3,00 | 2,00 | 5,00 |
| **τ**  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 0,50 | 0,50 | 1,50 | 1,50 |
| **const** | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| **Characteristic equation** |
| **s4** | 10,0 | 6,0 | 10,0 | 6,0 | 8,0 | 7,5 | 6,0 | 1,0 | 4,5 | 7,5 |
| **s3** | 18,00 | 11,60 | 19,00 | 16,60 | 18,00 | 15,50 | 15,80 | 3,60 | 11,25 | 15,50 |
| **s2** | 10,5 | 7,1 | 11,5 | 10,75 | 17 | 10,5 | 8,4 | 4,4 | 10,05 | 13,2 |
| **s** | 2,5 | 1,5 | 2,25 | 2,35 | 7 | 2,5 | 1,4 | 1,5 | 2,9 | 3,6 |
| **const** | 1,000 | 0,100 | 0,125 | 0,375 | 2,000 | 0,500 | 0,200 | 0,300 | 0,200 | 1,600 |
| **Routh matrix** |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| **ao** | 10,000 | 6,000 | 10,000 | 6,000 | 8,000 | 7,500 | 6,000 | 1,000 | 4,500 | 7,500 |
| **a2** | 10,500 | 7,100 | 11,500 | 10,750 | 17,000 | 10,500 | 8,400 | 4,400 | 10,050 | 13,200 |
| **a4** | 1,000 | 0,100 | 0,125 | 0,375 | 2,000 | 0,500 | 0,200 | 0,300 | 0,200 | 1,600 |
| **a1** | 18,000 | 11,600 | 19,000 | 16,600 | 18,000 | 15,500 | 15,800 | 3,600 | 11,250 | 15,500 |
| **a3** | 2,500 | 1,500 | 2,250 | 2,350 | 7,000 | 2,500 | 1,400 | 1,500 | 2,900 | 3,600 |
| **b1** | 9,111 | 6,324 | 10,316 | 9,901 | 13,889 | 9,290 | 7,868 | 3,983 | 8,890 | 11,458 |
| **b2** | 1,000 | 0,100 | 0,125 | 0,375 | 2,000 | 0,500 | 0,200 | 0,300 | 0,200 | 1,600 |
| **c1** | 0,524 | 1,317 | 2,020 | 1,721 | 4,408 | 1,666 | 0,998 | 1,229 | 2,647 | 1,436 |
| **d1** | 1,000 | 0,100 | 0,125 | 0,375 | 2,000 | 0,500 | 0,200 | 0,300 | 0,200 | 1,600 |
|  | stable | stable | stable | stable | stable | stable | stable | stable | stable | stable |

**ΛΥΣΗ**

**Επικόλληση φωτογραφιών χειρόγραφης λύσης**

**(αν δεν επικολληθούν τα χειρόγραφα λύσης, η άσκηση δεν θα βαθμολογηθεί)**