ΑΣΚΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 12 Ιανουαρίου 2021

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

 **(Στο Αρχείο αυτό να συμπληρωθούν οι Πίνακες με τα αποτελέσματα και να επικοληθούν οι φωτογραφίες από τα χειρόγραφα της λύσης. Το Αρχείο να σωθεί με όνομα Α12β\_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 (c1, η συγκέντρωση στο δοχείο και στην έξοδο του δοχείου). 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, ενώ η ρυθμιστική βαλβίδα επιτρέπει παροχές καθαρού Α από 0 έως **P** mol/min για ηλεκτρικό σήμα στην είσοδο της 0 – **D** V. Η ένδειξη του φασματοφωτομέτρου μέτρησης της συγκέντρωσης μεταβάλλεται από 0 σε **L** V με μεταβολή της συγκέντρωσης από 0 σε **Cf** mol/lt. Να κατασκευαστεί το διάγραμμα βαθμίδων, να εξαχθεί η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος ρύθμισης και να υπολογιστεί η συγκέντρωση του Α στην έξοδο του αντιδραστήρα, μετά από **t** min. 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** | 10 | 15 | 20 | 15 | 10 | 20 | 30 | 30 | 25 | 20 | **lt** |
| **Fo** | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | **lt/min** |
| **cos** | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | **mol/lt** |
| **k** | -0,2 | -0,1 | -0,05 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,5 | -0,1 | -0,2 | -0,5 | **1/min** |
| **B** | 10 | 8 | 10 | 15 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 20 | **mol/lt** |
| **Kc** | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | **V/V** |
| **τD** | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | **min** |
| **τI** | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | **min** |
| **P** | 10 | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | **mol/min** |
| **D** | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 4 | 2 | 0,5 | **V** |
| **L** | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 2 | 4 | 2 | **V** |
| **Cf** | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 4 | 5 | 2 | **mol/lt** |
| **t** | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 10 | **min** |

**AM 0**

**Αντιδραστήρας:** Fο\*co(t) + m(t) – F1\*c1(t) + k\*V\*c1(t) = V\*dc1/dt ⬄

⬄2\*co(t) + m(t) – 2\*c1(t) – 0,2\*10\*c1(t)= 10\*dc1(t)/dt

@ss 2\*cos + ms – 2\*c1s – 0,2\*10\*c1s = 0 ⬄ 10 – 4\*c1s = 0 ⬄ c1s = 2,5 mol/lt

Μεταβλητές απόκλισης Co = co – 5 C1 = c1 – 2,5 M = m – 0

2\*Co(t) + M(t) – 2\*C1(t) – 0,2\*10\*C1(t) = 10\*dC1(t)/dt ⬄ [mol/min]

⬄ Co(s) + 0,5\*M(s) – 2\*C1(s) = 5\*s\*C1(s) ⬄ [mol/lt]

⬄ (5s + 2)\*C1(s) = Co(s) + 0,5\*M(s) ⬄ **C1 = Co/(5s + 2) + 0,5\*M/(5s + 2) = (Co + 0,5\*M) \* 1/(5s + 2)**

**Φασματοφωτόμετρο:** **Km = 1V/10(mol/lt) = 0,1 V/(mol/lit)**

**Ρυθμιστής:** **Vc/ε = 1 + s + 1/s**

**Βαλβίδα:** **Kv = (10 – 0)/(1 – 0) = 10 (mol/min)/V**

**Βηματική μεταβολή: co(t) = cos + 5 ⬄ co(t) – cos = 5 ⬄ Co(t) = 5 ⬄ Co(s) = 5/s**

Διάγραμμα βαθμίδων:



τ = 11^0,5 = 3,317 5 = 2ζτ ⬄ ζ = 5/(2\*3,317) = 0,754

Για βηματική μεταβολή μέτρου 5, στην είσοδο:

 ⬄ ⬄

 το s του αριθμιτή απαλείφεται και η μεταβολή αντιστοιχεί σε κρουστική μέτρου 10, με ζ < 1 (Εξίσωση 7.32):

 = 1,232

c1(5) = 2,5 +1,232 = 3,732 mol/lt

**AM 9**

**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 = 2V/2(mol/lt) = 1 V/(mol/lit)**

**Ρυθμιστής:** **Vc/ε = 1 + s + 1/2s**

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

**Βηματική μεταβολή: co(t) = cos + 10 ⬄ co(t) – cos = 10 ⬄ Co(t) = 10 ⬄ Co(s) = 10/s**

Διάγραμμα βαθμίδων:



τ = 4^0,5 = 2 3,5 = 2ζτ ⬄ ζ = 3,5/(2\*2) = 0,875

Για βηματική μεταβολή μέτρου 10, στην είσοδο, το s του αριθμιτή απαλείφεται και η μεταβολή αντιστοιχεί σε παλμική μέτρου 5, με ζ < 1 (Εξίσωση 7.32).

 = 0,086

c1(5) = 3,333 +0,086 = 3,419 mol/lt

**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\*15\*c1 = 15\*dc1/dt

@ss 5\*cos + ms – 5\*c1s – 0,1\*15\*c1s = 0 ⬄ 25 – 6,5\*c1s = 0 ⬄ c1s = 3,846 mol/lt

Μεταβλητές απόκλισης Co = co – 10 C1 = c1 – 3,846 M = m – 0

5\*Co(t) + M(t) – 5\*C1(t) – 0,1\*15\*C1(t) = 15\*dC1(t)/dt ⬄ [mol/min]

⬄ Co(s) + 0,2\*M(s) – 1,3\*C1(s) = 3\*s\*C1(s) ⬄ [mol/lt]

⬄ (3s + 1,3)\*C1(s) = Co(s) + 0,2\*M(s) ⬄ **C1 = Co/(3s + 1,3) + 0,2\*M/(3s + 1,3)**

**Φασματοφωτόμετρο:** **Km = 2V/10(mol/lt) = 0,2 V/(mol/lit)**

**Ρυθμιστής:** **Vc/ε = 1 + s + 0,5/s**

**Βαλβίδα:** **Kv = (10 – 0)/(2 – 0) = 5 (mol/min)/V**

**Βηματική μεταβολή: co(t) = cos + 10 ⬄ co(t) – cos = 10 ⬄ Co(t) = 10 ⬄ Co(s) = 10/s**

Διάγραμμα βαθμίδων:



τ = 32^0,5 = 5,657 15 = 2ζτ ⬄ ζ = 15/(2\*5,657) = 1,326

Για βηματική μεταβολή μέτρου 10, στην είσοδο, το s του αριθμιτή απαλείφεται και η μεταβολή αντιστοιχεί σε παλμική μέτρου 100, με ζ > 1 (Εξίσωση 7.36).

 = 0,433

c1(5) = 3,846 +0,433 = 4,279 mol/lt

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΑΜ** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **c1s** | 2,500 | 3,333 | 4,167 | 3,846 | 8,333 | 2,500 | 0,833 | 3,125 | 2,500 | 3,333 |
| **C1/Co transfer function** |
| **num** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **τ** | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 5 | 10 | 6 | 5 | 4 |
| **const** | 2,0 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 2,0 | 6,0 | 1,6 | 2,0 | 3,0 |
| **C1/M transfer function** |
| **num** | 0,500 | 0,333 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,250 | 0,333 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| **τ** | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 5 | 10 | 6 | 5 | 4 |
| **const** | 2,0 | 1,5 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 2,0 | 6,0 | 1,6 | 2,0 | 3,0 |
| **Photometer** | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 1 | 0,5 | 0,8 | 1 |
| **Valve** | 10,00 | 7,50 | 10,00 | 5,00 | 3,00 | 10,00 | 2,00 | 3,75 | 5,00 | 20,00 |
| **Step change** | 5 | 3 | 5 | 10 | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 10 |
| **Total Transfer Function** |
| **Numerator** | 2,000 | 2,000 | 5,000 | 10,000 | 3,333 | 8,000 | 3,000 | 5,333 | 1,250 | 0,500 |
| **Denominator** |
| **s2** | 11 | 11 | 21 | 32 | 8,667 | 44 | 34 | 34 | 8,25 | 4 |
| **s** | 5 | 5 | 7 | 15 | 5 | 18 | 22 | 12,533 | 4,5 | 3,500 |
| **const** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **τ**  | 3,317 | 3,317 | 4,583 | 5,657 | 2,944 | 6,633 | 5,831 | 5,831 | 2,872 | 2,000 |
| **ζ** | 0,754 | 0,754 | 0,764 | 1,326 | 0,849 | 1,357 | 1,886 | 1,075 | 0,783 | 0,875 |
| **pulse eq.** | 10,00 | 6,00 | 25,00 | 100,00 | 16,67 | 40,00 | 30,00 | 26,67 | 12,50 | 5,00 |
| **C1(t)** | 1,232 | 0,433 | 0,951 | 0,433 | 1,188 | 0,442 | 0,326 | 0,596 | 0,304 | 0,086 |
| **c1(t)** | 3,732 | 3,767 | 5,118 | 4,279 | 9,521 | 2,942 | 1,160 | 3,721 | 2,804 | 3,419 |

**ΛΥΣΗ**

**Επικόλληση φωτογραφιών χειρόγραφης λύσης**

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