ΑΣΚΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10



Στον αντιδραστήρα πλήρους ανάδευσης συμβαίνει η αντίδραση: Α → Β με ρυθμό rA = - k\*cA mol/ltmin. Στη. PID ρυθμιστής διαφορική και ολοκληρωτική σταθερά τΙ και τD, αντίστοιχά, καθορίζει τη συμπληρωματική παροχή m (mol/min) καθαρού Α, η οποία στη μόνιμη κατάσταση είναι 0 mol/min. Η έξοδος του ρυθμιστή μεταβάλλεται από 0 έως Δ mV, όταν το σφάλμα στην είσοδο του μεταβάλλεται από 0 – 500 mV, δίνοντας εντολή στο τελικό στοιχείο ρύθμισης να μεταβάλλει την πίεση στην κεφαλή της air-to-open βαλβίδας από 0 έως Ε bar. H βαλβίδα, μεταβάλει την ογκομετρική παροχή αντιδρώντος Α από 0 έως Z lt/min (η πυκνότητα του αντιδρώντος Α είναι 80 mol/lt). Η γραμμή δειγματοληψίας μήκους L m και διατομής\* 0,0001 m2, οδηγεί ογμομετρική παροχή H lt/min αντιδρώντος μίγματος σε φασματοφωτόμετρο, του οποίου το σήμα εξόδου μεταβάλλεται από 0 σε Θ mV, με μεταβολή της συγκέντρωσης από 0 σε I mol/lt. Να εξαχθούν οι συναρτήσεις μεταφοράς και να κατασκευαστεί το διάγραμμα βαθμίδων, περιλαμβανομένων των μονάδων εισόδου και εξόδου σε κάθε βαθμίδα.

**ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |
| Fo\* | 0,05 | 0,05 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,05 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | **m3/min** |
| cAos\* | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 1 | 0,5 | **mol/lt** |
| V\* | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0,5 | 1 | 2 | **m3** |
| k | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | **1/min** |
| τΙ | 1,5 | 1 | 2 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1 | 2 | 1 | 1,5 | **min** |
| τD | 0,5 | 1 | 1,5 | 1 | 2 | 1,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | **min** |
| Δ | 500 | 200 | 100 | 200 | 500 | 200 | 100 | 50 | 100 | 200 | **mV** |
| E | 1 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | **bar** |
| Z\* | 0,5 | 1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 1 | **lt/min** |
| L\* | 5 | 2 | 5 | 10 | 5 | 1 | 2 | 5 | 10 | 5 | **m** |
| H\* | 0,2 | 0,1 | 0,25 | 0,5 | 0,2 | 0,05 | 0,1 | 0,25 | 0,5 | 0,1 | **lt/min** |
| Θ | 200 | 1000 | 500 | 200 | 500 | 1000 | 500 | 200 | 100 | 200 | **mV** |
| I\* | 2 | 4 | 5 | 2 | 4 | 10 | 5 | 10 | 2 | 5 | **mol/lt** |

\* προσοχή στις μονάδες όγκου, διατομής και μήκους

**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ**

**AM 9**

**Αντιδραστήρας:** Fo\*co + m – Fo\*c1 – V\*k\*c1 = V\*dc1/dt

@ss Fo\*cos + ms – Fo\*c1s – V\*k\*c1s = 0 ⬄ 100\*0,5 + 0 – 100\*c1s – 2000\*0,2\*c1s ⬄

 ⬄ 50 – 500c1s = 0 ⬄ c1s = 0,1 mol/lt

Μεταβλητές απόκλισης Co = co – cos C1 = c1 – cis M = m – ms

 100\*Co(t) + M(t) – 100\*C1(t) – 400\*C1(t) = 2000\*dC1(t)/dt ⬄

 Co(t) +M(t)/100 – C1(t) – 4\*C1(t) = 20\*dC1(t)/dt ⬄

 Co(s) + M(s)/100 – 5\*C1(s) = 20\*s\*C1(s) ⬄ (20s + 5)\*C1(s) = Co(s) + M(s)/100 ⬄

 **C1 = Co/(20s+5) + (M/100)/(20s+5)**

**Φασματοφωτόμετρο:** kUV = (200-0)mV/(5-0)(mol/lt) = 40 mV/(mol/lit) **έξοδος/συγκέντρωση = 40 mV**

**Χρονική καθυστέρηση:** τD =0,0001\*5/(0,1/1000) = 5 min **exp(-5s)**

**Ρυθμιστής:** Kc = (200-0)mV/(500-0)mV = 0,4 mV/mV **έξοδος/ε = 0,4(1 + 0,5s + 1/1,5s)**

**Τελικό στοιχείο:** KFE = (0,5-0)/(200-0) = 0,0025 bar/mV **έξοδος/είσοδο = 0,0025 bar/mV**

**Βαλβίδα:** 1 lt/min\*80mol/lt = 80 mol/min

Kv = (80-0)(mol/min)/(0,5-0)bar = 160 (mol/min)/bar **έξοδος/είσοδο = 160 (mol/min)/bar**

Διάγραμμα βαθμίδων:



**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **c1s** | 0,20 | 0,25 | 0,05 | 0,31 | 0,83 | 0,25 | 0,02 | 0,25 | 0,50 | 0,10 |
| **μετατροπέας μονάδων του Μ** | 0,02 | 0,02 | 0,005 | 0,002 | 0,002 | 0,005 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **συντελεστης του s** | 20 | 10 | 5 | 4 | 2 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 |
| **σταθερός όρος παρονομαστή** | 2 | 1,25 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 1,25 | 2 | 5 |
| **μετατροπέας μονάδων του Μ** | 0,01 | 0,016 | 0,0025 | 0,0004 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,008 | 0,005 | 0,002 |
| **συντελεστης του s** | 10 | 8 | 2,5 | 0,8 | 1 | 2 | 10 | 4 | 5 | 4 |
| **σταθερός όρος παρονομαστή** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **μετατροπέας μονάδων του Μ** | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,0005 | 0,001 | 0,0005 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,0005 |
| **συντελεστης του s** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **σταθερός όρος παρονομαστή** | 0,1 | 0,125 | 0,4 | 1,25 | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,25 | 0,2 | 0,25 |
| **φασματοφωτομετρο** | 100 | 250 | 100 | 100 | 125 | 100 | 100 | 20 | 50 | 40 |
| **τD** | 2,5 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| **ρυθμιστής** | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| **τελικό στοιχείο** | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0025 | 0,002 | 0,005 | 0,005 | 0,002 | 0,005 | 0,0025 |
| **βαλβίδα** | 40 | 400 | 80 | 80 | 80 | 8 | 80 | 80 | 80 | 160 |