Circuit pentru controlul presiunii într-o cameră hiperbară

Prof. coordonatori : Alexandra Fodor, Ioan Ovidiu Pop

Student : Sabău Radu Bogdan

Grupa : 2125

Cuprins

1. **Descrierea circuitului3**
2. **Schema bloc3**
3. **Schema electrică a circuitului**...................................................................................................**..... 4**
4. **Dimensionarea compnentelor**....................................................................................................... **5**
   1. Dimensionarea oglinzilor.......................................................................................................... 5
   2. Dimensionarea AO diferențial.................................................................................................. 6
   3. Dimensionarea comparatorului și a ansamblului releu-pompă............................................... 8
   4. Alegerea și dimensionarea releului.......................................................................................... 9
5. **Modelarea diodei**......................................................................................................................... **10**
6. **Simularea circuitului**..................................................................................................................... **11**
   1. Time Domain.......................................................................................................................... 12
   2. Analiza Monte-Carlo............................................................................................................... 15
   3. Analiza de senzitivitate........................................................................................................... 18
7. **Costul de producție a circuitului**.................................................................................................. **21**
8. **Bibliografie**................................................................................................................................... **21**
9. **Descrierea circuitului**

În acest proiect am avut de proiectat un sistem de control al presiunii într-o camera hiperbară, senzorul de presiune atribuit mie putând masura între 1230-1690 mBar, iar sistemul l-am proiectat astfel încât să mențină presiunea camerei hiperbare între 1300-1600 mBar după cum mi-a fost specificat. Mai departe senzorul de presiune este polarizat în current, iar variația liniară a rezistenței electrice a senzorului de presiune este între 22k-32k Ω și a fost convertită într-o variație de tensiune între 0-10 V (VCC-ul meu este de 12V, și trebuia convertită tensiunea între [0,(VCC-2V)]). În camera hiperbară, presiunea este menținută în domeniul specificat cu ajutorul unei pompe, comandată de un comparator și un releu electromagnetic. Ansamblul pompă – releu este modelat cu ajutorul unui rezistor. Starea pompei (pornit/oprit) este semnalizată de un LED portocaliu.

1. **Schema bloc**

Senzor de presiune

Oglindă de curent

LED

Comparator

1. **Schema electrică a circuitului**

****

1. **Dimensionarea componentelor**
   1. **Dimensionarea oglinzilor**

****

În cazul oglinzii de curent am ales un curent de ieșire de 150 uA, asadar obținem următoarele relații :

În cazul acesta R este reprezentat pe schema de R13, iar rezultatul l-am verificat și în OrCAD, rulând un Parametric Sweep între 75k-80kΩ pentru a verifica valoarea curentului la ieșire, iar am ales în final valoarea de 78.7kΩ deoarece face parte din seria standardizata E96.

* 1. **Dimensionarea AO diferențial**



Aici, U5 si U6 sun niste repetoare de tensiune folosite pentru a adapta impedanțele, iar Rs este senzorul cu pricina si ia valori intre 22k-32kΩ.

Cât despre U3, acesta este un AO diferențial folosit pentru a liniariza tensiunea de pe senzor între 0-10V. Relațiile folosite pentru dimensionare sunt urmatoarele :

Din cauză ca trebuie să fie între 0-10V, atunci am gândit prima intrare ca fiind tensiunea de pe senzor(3,3V pentru 22kΩ și 4,8V pentru 32kΩ), iar a doua intrare ca fiind o tensiune pe care am format-o cu un divizor si un repetor pentru adaptarea impedanței. Așadar :

=>

Așadar tensiunea care trebuie formată cu ajutorul divizorului de tensiune este de 3,3V, iar în cazul maxim când tensiunea pe senzor este 4,8V trebuie sa o amplificam la 10V, așadar în acest caz :

Deci am ales R3 = R18 = 6,6kΩ și R4 = R17 = 1kΩ.

Pe circuit însă se poate observa faptul că rezistențele R3, R18, R19 și R20 au niște valori foarte apropiate de cele calculate, deoarece sunt din seria standardizată E96.

De asemenea restul rezistențelor cu valoarea de 1kΩ fac parte tot din seria standardizată E96.

* 1. **Dimensionarea comparatorului care comandă releul și pompa**



Pe intrarea negativă intră tensiunea calculată la punctul precedent anume cea între 0-10V, iar pe cea pozitivă o tensiune de pe divizor pe care am luat-o ca fiind 5V, și astfel am format un divizor care îmi scoate 5V :

Am ales 5V, deoarece dacă pentru 0V tensiunea liniarizata din AO diferențial, senzorul detectează 1230mBar și pentru 10V detectează 1690mBar, și imi doresc să mențin presiunea între 1300-1600 mBar, iar valoarea din mijlocul intervalului 1230-1690 mBar este undeva la 1460 mBar care este aproximativ la mijlocul intrervalului 1300-1600 mBar, înseamnă deci că dacă valoarea trece de 5V(jumatatea intervalului 0-10V), doresc să opresc pompa deoarece nu vreau să mai crească presiunea, iar dacă valoarea scade sub 5V, îmi doresc sa activez pompa, deoarece mai am nevoie de presiune. Deci am gândit comparatorul astfel încât când intrarea pozitivă este mai mare să am la ieșire tensiune pozitiva (pornește pompa), iar când intrarea negativă este mai mare, să am la ieșire tensiune negativă (pompa se oprește). Relațiile fiind următoarele :

Se poate observa că și în acest caz rezistențele R12 și R11 au valori foarte appropriate de cele calculate, deoarece desigur și acestea fac parte din seria standardizată E96.

* 1. **Alegerea și dimensionarea releului**

În cazul releului, am ales TQ2-12V de la Panasonic, deoarece după o aruncare de privire pe site-ul celor de la Farnell, am determinat că acesta este unul potrivit pentru proiectul meu, mai jos se poate observa în fișa de catalog a releului rezistența acestuia pentru tensiunea de 12V :

A picture containing text, screenshot, number, font

Description automatically generated

Iar mai apoi se poate observa partea din schema electrică unde avem releul, reprezentat de R2, unde desigur am atribuit valoare de 1028Ω, unde desigur am folosit și un transistor bipolar de tip p pentru a putea asigura faptul căci releul poate fii activat atunci când pompa trebuie pornită (avem destula putere). În plus in baza tranzistorului am plasat o rezistență R16 cu o valoare de 28kΩ care face parte tot din seria standardizată E96 pentru a asigura faptul că tranzistorul atunci cand nu va fi blocat se va afla în starea de conducție extremă și nu în cea de amplificare, deci obținem o tensiune de 12V pe releu, atât cât acesta și cere pentru alimentare, după cum se observă în fișa de catalog :



1. **Modelarea diodei**

În cazul diodei, am avut de proiectat o diodă LED de culoare portocalie, așa că am ales dioda LED de la multicompPRO, iar mai jos se poate observa partea de pe fișa de catalog care m-a ajutat în modelarea diodei, cât și partea din schema unde se află diode respective :

A picture containing line, diagram, pattern

Description automatically generated



Am ales aceasta diodă deoarece cu acest tip de diodă lucram si la materiile DE și CEF, deci am considerat că îmi este într-un oarecare fel familiară prin urmare ușurând munca. În plus pretul ei este unul foarte mic.

1. **Simularea circuitului**

Pentru simularea circuitului, am ales tipurile de simulare Time Domain(Transient), Analiza Monte Carlo și de Senzitivitate, iar pentru toate avem un Parametric Sweep pe Rs(rezistența senzorului) cu valoare de la 22kΩ la 32kΩ cu incerement de 2kΩ.

* 1. **Time Domain(Transient)**

Pentru acest tip de simulare, valorile rezistenței senzorului corespund următoarelor valori de presiune:

Atenție acestea sunt niste valori aproximative calculate cu regula de trei simplă. Mai departe, după cum am menționat mai devreme la punctul 4.3 în circuitul acesta îmi doresc să mențin presiunea in jurul valorii de 1460m Bar, deci pentru primele 3 valori ale Rs, îmi doresc ca pompa sa se pornească, deci să creștem presiunea, iar pentru ultimele 3 valori ne dorim ca pompa să fie oprita pentru a permite scăderea nivelului de presiune. În alte cuvinte pentru primele 3 valori ale lui Rs, vom obține tensiuni mai mici de 5V, deci comparatorul va avea o tensiune de ieșire de 12V, astfel pompa va fi pornită și LED-ul implicit(acesta ne spune daca pompa este oprita sau nu în viața reală), iar pentru ultimele 3 valori, vom obține tensiuni mai mari de 5V, deci comparatorul va avea o tensiune de ieșire de -12V, astfel pompa și implicit LED-ul vor fi oprite.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Mai jos avem rezultatele simularii :



Pentru LED



Pentru releu

Se poate observa cum pentru primele 3 valori, LED-ul se aprinde și deci caderea de tensiune pe LED este 0,7V, iar pentru ultimele 3 valori LED-ul nu se aprinde, avem tensiune de -12V.

Analog se întâmplă și pentru releu, în primele 3 cazuri el se pornește, iar în ultimele 3 el stă oprit.

* 1. **Analiza Monte-Carlo**

În cazul analizei Monte-Carlo am atasat componenta IC1 la intrarea pozitivă a comparatorului, și am plasat off-page connector de out la releu :

 

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

Rezultatele simulării :

****

Pentru LED

****

Pentru Releu

* 1. **Analiza de senzitivitate**

Ca și în analiza Monte-Carlo, am folosit blocul IC1.

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

Rezultatele simularii :



Pentru Releu



Pentru LED

Se poate observa faptul că în cazul analizei de sensitivitate, rezultatele nu variază foarte mult, acest lucru se întâmplă din cauza faptului că avem rezistențe de toleranță mica, acestea fac parte din seria standardizată E96, deci au o toleranță de 1%, astfel rezultatul interpretat nu variază asa de tare.

1. **Costul de producție al circuitului**

Pentru senzor am presupus că am folosit un senzor de presiune MS560702BA03-00, deși acesta este modelat cu ajutorul rezistorului, dar am decis pentru preț să mă raportez la ceva din viața reală, pentru a reda senzația de fezabilitate proiectului.

Pentru acest circuit am folosit următoarele componente :

13 rezistențe de toleranță 1% - 13\*0,15RON = 1,95 RON

5 amplificatoare operaționale uA741 – 5\*3,75RON = 18,75 RON

3 tranzistoare Q2N2604 – 3\*0,47RON = 1,41RON

1 LED portocaliu MCL053SAC – 0,64RON

1 senzor MS560702BA03-00 – 13,92 RON

1 releu TQ2-12V – 13,33 RON

Total : 50 RON / circuit

1. **Bibliografie**

<https://ro.farnell.com/panasonic-electric-works/tq2-12vdc/relay-signal-dpdt-30vdc-1a/dp/1200949?mckv=s0FY3dx3b_dc|pcrid||kword||match|e|plid||slid||product|1200949|pgrid|1348003000333264|ptaid|pla-4587849711673606|&CMP=KNC-MRO-GEN-BingShopping&gross_price=true&msclkid=d124364a1fa317237e20522c1366790e>

<https://electronicsplanet.ch/en/resistor/e96-series.php>

<https://ro.farnell.com/multicomp/mcl053sac/led-5mm-16-super-orange/dp/1581178?mckv=s0FY3dx3b_dc|pcrid||kword||match|e|plid||slid||product|1581178|pgrid|1348003000333264|ptaid|pla-4587849711673606|&CMP=KNC-MRO-GEN-BingShopping&gross_price=true&msclkid=a1060955dd2d1a4c1b3c6d33c69a9ec5>

[MS560702BA03-00 - Te Connectivity - Pressure Sensor, Barometric, 17.4 psi (farnell.com)](https://ro.farnell.com/te-connectivity-sensors/ms560702ba03-00/sensor-barometric-10mbar-17-4psi/dp/2748849)

[2N2604 Microchip Technology | Mouser Romania](https://ro.mouser.com/ProductDetail/Microchip-Technology/2N2604?qs=TXMzd3F6EymlKRFMm2gEeg%3D%3D)

[Amplificator operational UA741 - 1 canal - DIP - ARDUSHOP](https://ardushop.ro/ro/electronica/691-amplificator-operational-ua741-1-canal-dip.html)

[Rezistor 1/4W, 0.25W, 1%, film metal (sigmanortec.ro)](https://www.sigmanortec.ro/Rezistor-p126025265)

[DISPOZITIVE ELECTRONICE (utcluj.ro)](http://bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/DE_Curs8.pdf)

[PowerPoint Presentation (utcluj.ro)](http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/12_surse_oglinzi.pdf)

[Circuite electronice fundamentale (utcluj.ro)](http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/)

[Dispozitive Electronice (utcluj.ro)](http://bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/)