

STUDIUL TRADUCTOARELOR DE DEPLASARE CU MĂRCI TENSOMETRICE

Scopul lucrării

- studiul mărcii tensometrice ca şi senzor
- studiul unor traductoare cu mărci tensometrice

Consideraţii teoretice

Printre traductoarele pentru măsurarea deformaţiilor şi tensiunilor mecanice un loc important îl ocupă traductoarele rezistive de tip tensometru. Acestea sunt traductoare analogice directe care oferă informaţii despre starea de deformare a unui corp solid, reprezentând o soluţie standard, unanim acceptată pentru măsurarea deformaţiilor, a stărilor de tensiune mecanică, a forţelor şi a cuplurilor de forţe. Tensometrul cu fir metalic se obţine prin lipirea pe un suport izolant a unui fir metalic cu rezistivitate mare, fir care constituie elementul activ al tensometrului. El se aşează în zig-zag astfel încât o parte cât mai mare din lungimea sa să fie orientată în aceeaşi direcţie. Datorită aspectului şi dimensiunilor lor, aceste tipuri de traductoare mai poartă şi denumirea sugestivă de mărci tensometrice. La tensometrul cu fir metalic factorii principali care determină variaţia rezistenţei firului sunt dimensiunile geometrice care se modifică odată cu producerea deformării, iar dintre acestea o pondere determinantă o are variaţia lungimii firului deoarece dimensiunile transversale sunt foarte mici şi variaţiile lor sunt neglijabile.

Mărimile cele mai importante prin intermediul cărora sunt caracterizate performanţele tensometrelor sunt: **sensibilitatea, coeficientul de temperatură al rezistivităţii şi liniaritatea. Sensibilitatea, S** , a unei mărci tensometrice se defineşte ca fiind raportul dintre variaţia relativă a rezistenţei şi variaţia relativă a lungimii firului sau benzii metalice:

$$S = \frac{\frac{\Delta R}{R_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{\Delta R}{R_0} \cdot \frac{L_0}{\Delta L}$$

unde R_0 şi L_0 sunt valorile rezistenţei, respectiv lungimii pentru marca nedeformată, ε reprezintă elongaţia, iar $\Delta R=R-R_0$ şi $\Delta L=L-L_0$ reprezintă variaţia rezistenţei, respectiv lungimii.

Materiale necesare

- computer
- programul Micro-cap 12
- programul Scidavis

Metodologia efectuării lucrării

În lucrarea de faţă vom studia următoarele mărci tensometrice:

- SGD-6/120-LY13 (grupa 1).
- SGD-7/350-LY11 (grupa 2).
- SGD-7/1000-LY11 (grupa 3).
- SGD-150/240-LY40 (grupa 4).

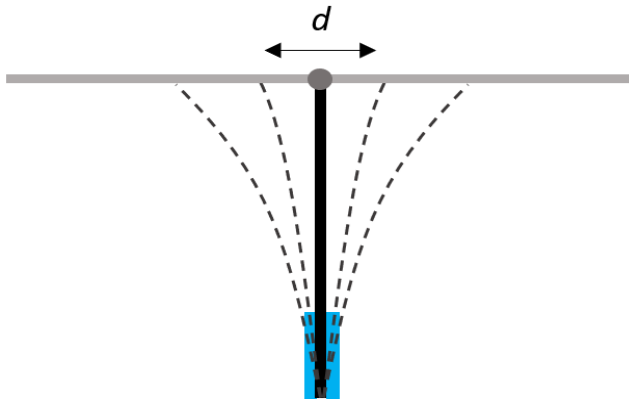
Pentru modelarea mărcilor tensometrice în Micro-Cap va trebui să introducem nişte comenzi .DEFINE care determină variaţia rezistenţei mărcii în funcţie de ceilalţi parametri exteriori, cum ar fi elongaţia şi deplasarea.

- se notează datele de catalog ale mărcii, cu specificaţia semnificaţiei lor: materialul firului metalic, grosimea substratului, dimensiunile substratului, dimensiunile grilei metalice, rezistenţa nominală (R_{nom}), elongaţia maximă (ε_{max}), sensibilitatea (gage factor, GF) şi tensiunea maximă de alimentare (V_{exc}^{max}).

Traductor de deplasare cu mărci tensometrice

Mărcile tensometrice pot fi folosite și pentru măsurarea deplasărilor liniare dacă sistemul mecanic este construit corespunzător. În figura de mai jos este prezentată schema de principiu al traductorului de deplasare folosit în laborator. El este compus dintr-o lamelă metalică fixată la un capăt, iar capătul liber este legat de o tijă mobilă. De o parte și de alta a lamelei sunt lipite câte două mărci tensometrice, astfel încât pentru orice valoare nenulă a deplasării, d , datorită încovoierii lamelei, două mărci vor suferi compresie (elongație negativă), iar celelalte două vor suferi întindere (elongație pozitivă). Deplasarea tijei va provoca încovoierea lamelei cu o rază de curbură tot mai mică pe măsură ce valoarea deplasării crește. Dependența elongației, ϵ , de raza de curbură, r , poate fi scrisă astfel:

$$\epsilon = \frac{t}{2r + t}$$



unde t reprezintă grosimea substratului mărcii. Pentru variații mici ale lui r , dependența elongației de raza de curbură poate fi considerată liniară. Pentru traductorul disponibil în laborator s-a determinat o variație de $100 \mu\epsilon$ a elongației pentru o deplasare a tijei de 1 mm . Astfel, putem să notăm dependența elongației de deplasare ca:

$$\epsilon = kd$$

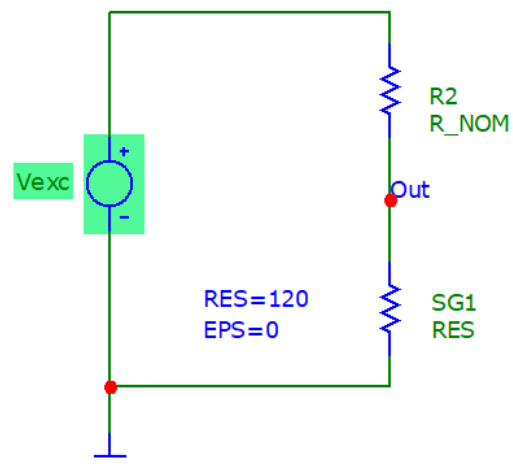
unde $k = 100 \mu\epsilon/\text{mm}$.

1) Marca tensometrică într-un divizor de tensiune

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12. Observați că a apărut un parametru nou, *DISPL*, ce reprezintă valoarea deplasării în mm. Rezistența nominală a mărcii se va alege conform datelor din catalog.
- se realizează analiza DC a circuitului, menținând $V_{exc} = 5 \text{ V}$ și variind parametrul *DISPL* între -5 și 5 mm cu un pas de 0.1 mm .
- se reprezintă grafic dependența tensiunii de ieșire $V(\text{Out})$ în funcție de parametrul *DISPL*.
- determinați sensibilitatea traductorului în V/mm .
- care este rezoluția traductorului dacă pentru măsurarea tensiunii de ieșire folosim un milivoltmetru cu o precizie de 1 mV ?

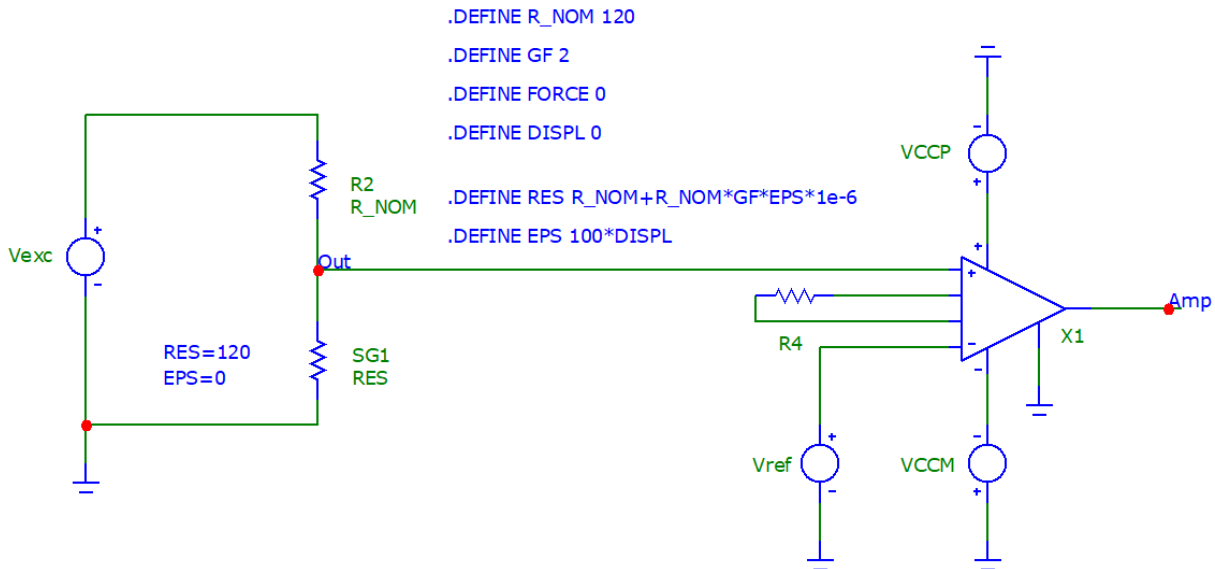
```
.DEFINE R_NOM 120
.DEFINE GF 2
.DEFINE FORCE 0
.DEFINE DISPL 0

.DEFINE RES R_NOM+R_NOM*GF*EPS*1e-6
.DEFINE EPS 100*DISPL
```



Pentru creşterea sensibilităţii şi implicit a rezoluţiei traductorului putem amplifica semnalul de ieşire al divizorului folosind un amplificator de instrumentaţie AD620 alimentat simetric cu ± 15 V.

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12, alegând $V_{exc} = 5$ V. Rezistenţa nominală a mărcii se va alege conform datelor din catalog. Valoarea tensiunii de referinţă este $V_{ref} = V_{exc}/2$.

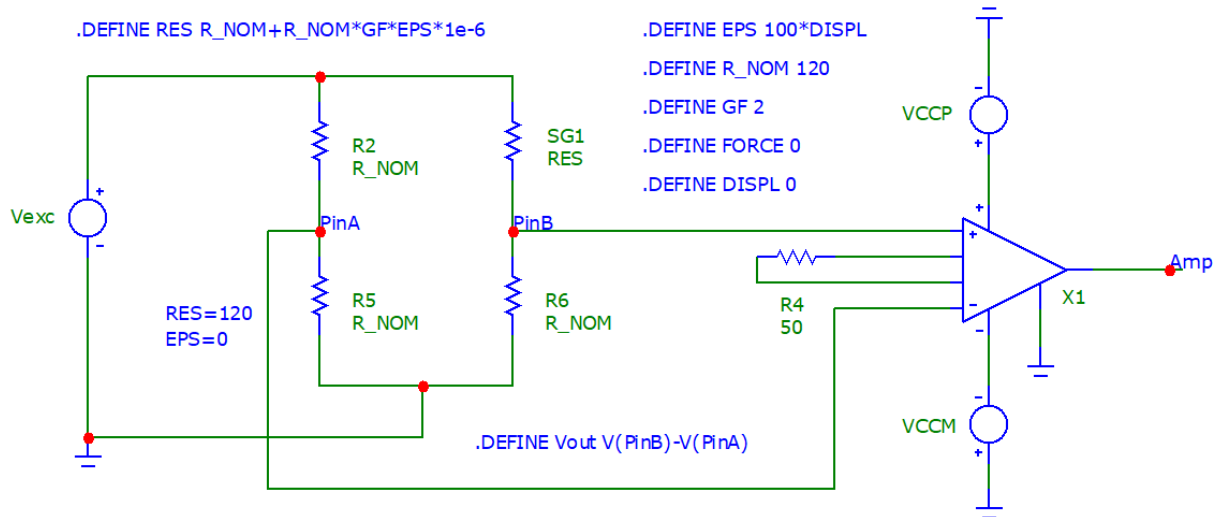


- determinaţi valoarea rezistenţei de gain, R_4 , pentru a obţine un factor de amplificare 1000. Dependenţa factorului de amplificare de rezistenţa de gain este dată în datasheet.
- se realizează analiza DC a circuitului, variind parametrul $DISPL$ între -5 şi 5 mm cu pas de 0.1 mm.
- reprezentaţi grafic dependenţa $V(Amp)$ în funcţie de parametrul $DISPL$.
- determinaţi sensibilitatea traductorului şi rezoluţia acestuia ţinând cont că avem la dispoziţie numai un voltmetru cu o precizie de 0.01 V.
- explicaţi rezultatele obţinute folosindu-vă de cunoştinţele dobândite la curs/seminar.

2) Marca tensometrică într-o punte

Acest experiment reliefează performanţele sistemului de măsură cu marca tensometrică plasată în una din ramurile unei punţi de current continuu Wheatstone, comparativ cu sistemul de măsurare cu divizor de tensiune.

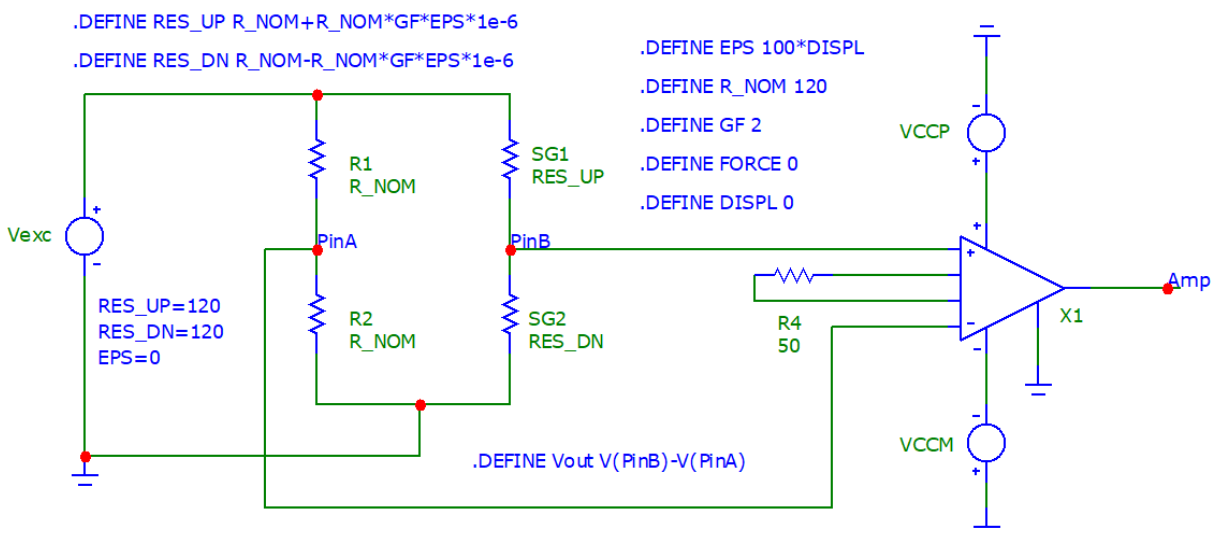
- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12, alegând $V_{exc} = 5$ V. Rezistenţa nominală a mărcii se va alege conform datelor din catalog.
- se realizează analiza DC a circuitului, variind parametrul $DISPL$ între -5 şi 5 mm cu pas de 0.1 mm.
- reprezentaţi grafic dependenţa $V(Amp)$ în funcţie de parametrul $DISPL$.
- determinaţi sensibilitatea traductorului şi rezoluţia acestuia ţinând cont că avem la dispoziţie numai un voltmetru cu o precizie de 0.01 V.
- comparaţi rezultatele obţinute pentru puntea ce conţine o marcă tensometrică cu rezultatele obţinute în cazul punţii tensometrice în divizor. Există diferenţe? Dacă da, de ce? Dacă nu, de ce?



3) Două mărci tensometrice în ramurile adiacente ale unei punți de curent continuu

Acest experiment determină performanțele sistemului de măsură în care, în două din ramurile punții de curent continuu sunt plasate mărci tensometrice: una care se contractă și una care se dilată odată cu deformarea lamelei elastice pe care sunt lipite.

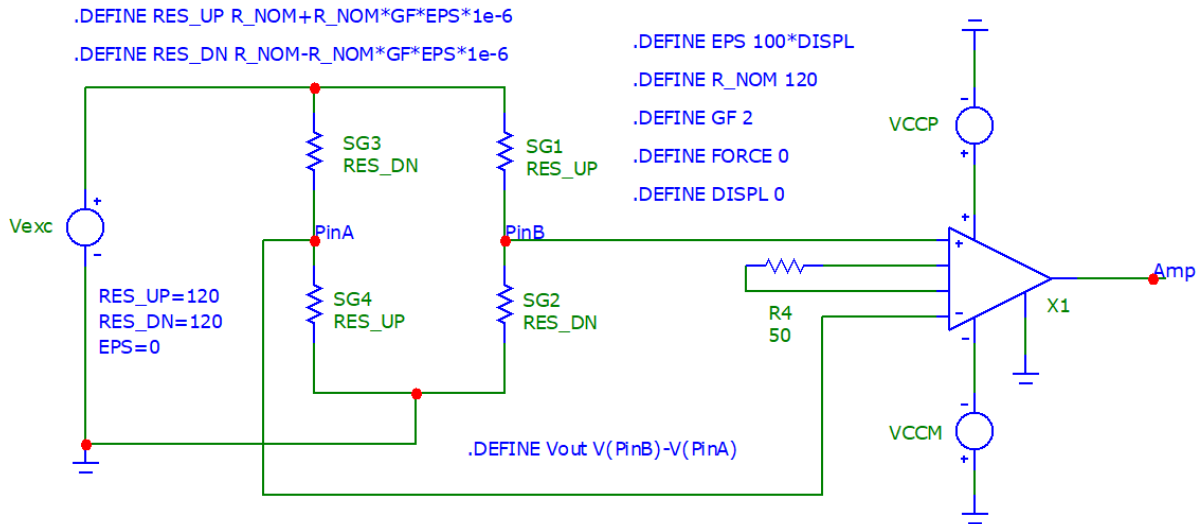
- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12, alegând $V_{exc} = 5$ V. Rezistența nominală a mărcii se va alege conform datelor din catalog. Observați că în această schemă avem două mărci tensometrice, SG1 (întindere) și SG2 (comprimare), ce au valori ale rezistenței RES_{UP} , respectiv RES_{DN} , care corespund creșterii sau scăderii rezistenței mărcii în cazul întinderii, respectiv comprimării.
- se realizează analiza DC a circuitului, variind parametrul $DISPL$ între -5 și 5 mm cu pas de 0.1 mm.
- reprezentați grafic dependența $V(Amp)$ în funcție de parametrul $DISPL$.
- determinați sensibilitatea traductorului și rezoluția acestuia ținând cont că avem la dispoziție numai un voltmetru cu o precizie de 0.01 V.
- comparați rezultatele obținute aici cu cele obținute în cazul utilizării unei singure mărci într-o punte de curent continuu. Există diferențe? De ce?



4) Puntea tensometrică

Acest experiment determină performanţele sistemului de măsură în care, în toate cele patru ramuri ale punţii de curent continuu sunt plasate mărci tensometrice: două care se contractă şi două care se dilată odată cu deformarea lamei elastice pe care sunt lipite.

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12, alegând $V_{exc} = 5$ V. Rezistenţa nominală a mărcii se va alege conform datelor din catalog.



- se realizează analiza DC a circuitului, variind parametrul *DISPL* între -5 şi 5 mm cu pas de 0.1 mm.
- reprezentaţi grafic dependenţa $V(\text{Amp})$ în funcţie de parametrul *DISPL*.
- determinaţi sensibilitatea traductorului şi rezoluţia acestuia ținând cont că avem la dispoziție numai un voltmetru cu o precizie de 0.01 V.
- comparați rezultatele obținute aici cu cele obținute în cazul utilizării unei singure mărcii, respectiv în cazul utilizării a două punți într-o punte de curent continuu. Există diferențe? De ce?