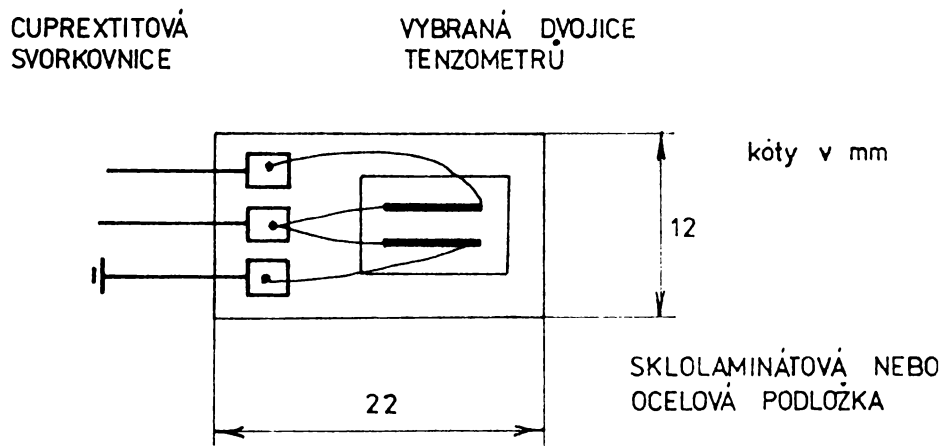


## MIKROELEKTRONICKÉ SNÍMAČE MECHANICKÉHO NAMÁHÁNÍ

K výzkumu mechanického namáhání byly v ÚT ČSAV vyvinuty snímače s křemíkovými legovanými trámečkovými tenzometry. Jako nejvhodnější s ohledem na vnitřní odpor a citlivost se ukázaly křemíkové tenzometry typu "p" 4PAB-025-350 a typu "n" 4NBC-039-340 fy RUKOV Rumburk. Prvý typ v potenciometrickém zapojení je vhodný pro měření střídavé složky. Oba typy ve vybrané dvojici o vhodných teplotních závislostech a v polomůstkovém zapojení jsou pak vhodné k současnému sledování obou složek, statické a dynamické. Dvojice tenzometrů se lepí na sklolaminátovou podložku se svorkovnicí - obr. 1



Obr. 1

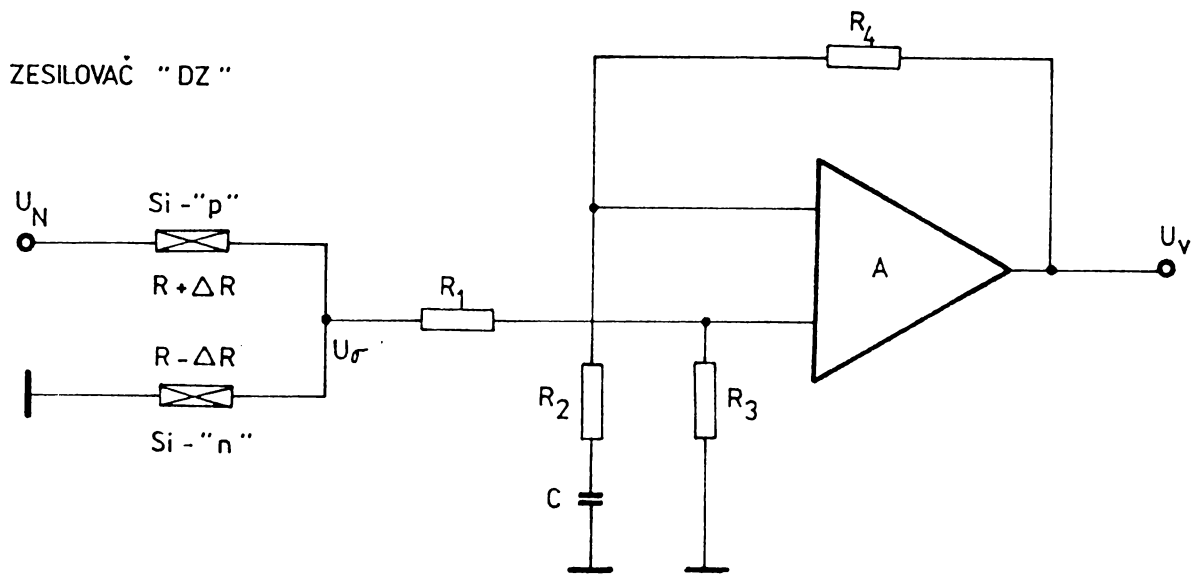
Vztah mezi sledovaným efektivním namáháním a výstupním napětím je popsán vzorcem /1/

$$\sigma_{ef} = \frac{E \cdot U_v}{K \cdot A \cdot U_\sigma} \cdot$$

kde E je modul pružnosti měřeného tělesa a součinitel K je teplotně korigován podle linearizovaného vztahu

$$K = K_0 (1 - \beta \vartheta^n) \cdot$$

Elektrické napětí  $U_G$  z polomůstkového zapojení se zesílí  $A$  krát v měřicím zesilovači na hodnotu  $U_V$ , kde pro stejnosměrnou složku je  $A = 1$ , pro střídavou  $A > 20$ . Vyvinutý měřicí zesilovač je patrný z obr. 2.

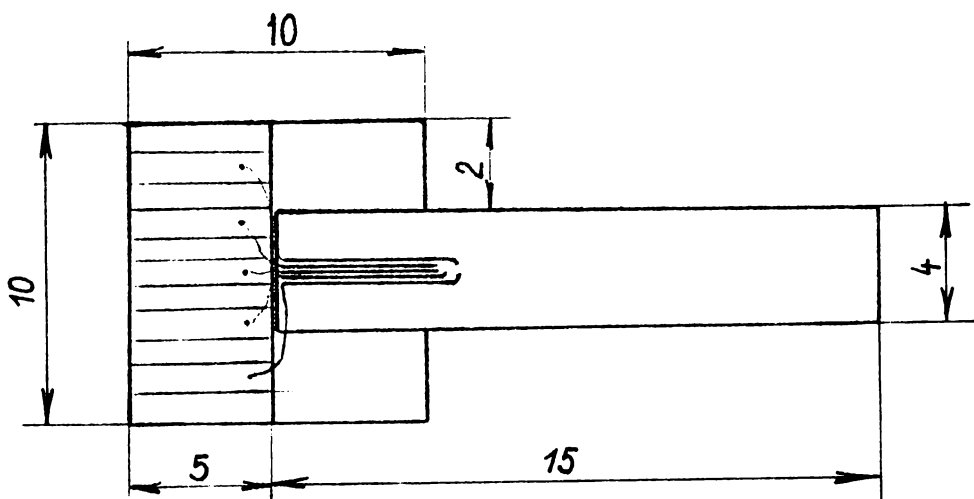
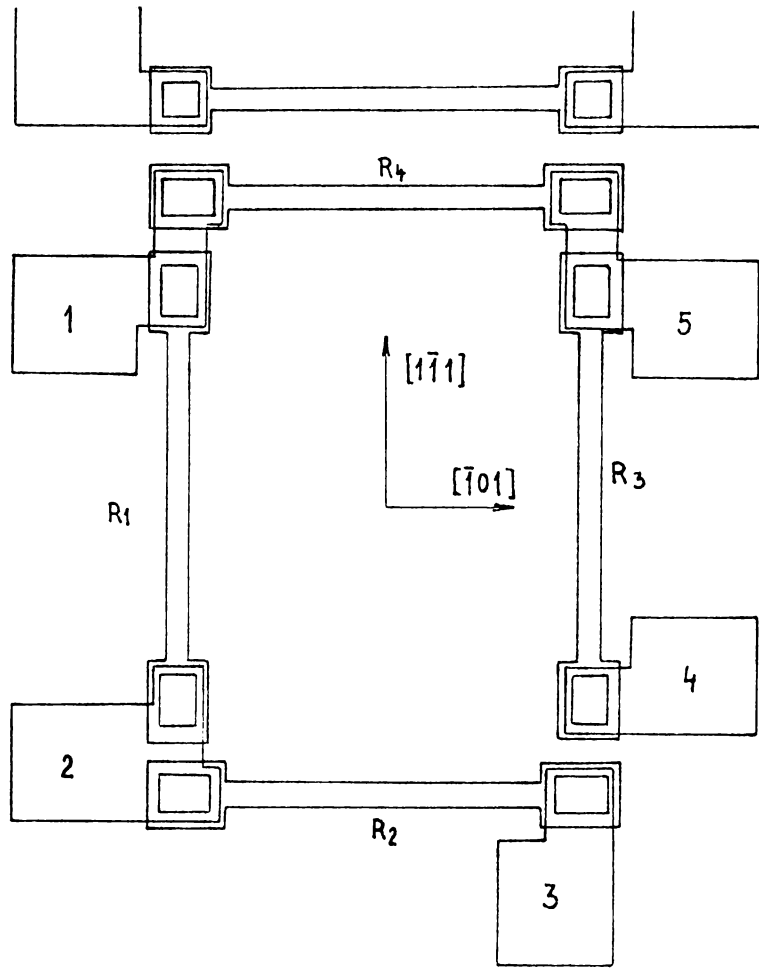


Obr. 2

Uvedený tenzometrický snímač mechanického namáhání se osvědčil při laboratorních měřeních v ÚT a v ZES Škoda Plzeň.

Jeho nevýhodou je složitá montáž, dostupnost a cena. Proto byl vyvinut nový typ, snímač s malými implantovanými tenzometry, které jsou atomicky spojeny s křemíkovou planžetou o větší ploše. Ta umožní spojení s proměřovaným povrchem s malou hysterezí a bez prokluzu. Použitím masky lze vyrobit současně tenzometry s vhodným tvarem a v požadovaném směru. Celomůstkového, nebo polomůstkového uspořádání aktivních integrovaných tenzometrů na jedné planžetě je možno dosáhnout použitím anizotropní roviny monokrystalu křemíku /2/, /3/. Na obr. 3 je znázorněn implantovaný tenzometrický můstek.

V podélné ose (krystalografická osa  $/1\bar{1}1/$ ) jsou umístěny tenzometry  $R_1, R_3$  a v příčné ose (krystalografická osa  $/\bar{1}01/$ ) jsou umístěny tenzometry  $R_2, R_4$ . Délka implantovaných tenzometrů je  $400 \mu m$ . Tento můstek je vytvořen modifikovanou technologií CMOS obvodů na křemíkové planžetě o délce  $15 mm$ , šířce  $4 mm$  a tloušťce  $0,1$  až  $0,3 mm$ . Vývody můstku 1 až 5 jsou připojeny na kuprexitovou svorkovnici ultrazvukovou kompresí. Si planžeta s integrovaným tenzometrickým můstkem se lepí na měřený povrch speciálním lepidlem na tenzometry např. Hottinger EP250.



Obr. 3

Funkční vzorky těchto snímačů, zhotovené v Tesle VÚST mají tyto parametry :

rozsah měřeného mech. napětí	± 150 MPa
výstupní napětí	< ± 50 mV
napájecí konstantní proud	< 3 mA
odchylka od linearity	< ± 0,4 %
hystereze	< ± 0,1 %
teplotní závislost nuly s teplotní kompenzací	< ± 0,1 % / 10 °C
teplotní závislost citlivosti s teplotní kompenzací	< ± 0,2 % / 10 °C
vnitřní odpor můstku	< 2 kΩ
teplotní rozsah	- 20 až 70 °C

Seznam literatury : /1/ VANĚK F. - Experimentální výzkum proudění v lopatkových mřížích proudových strojů, kandidátské disertační práce, Praha 1984, /2/ POSPÍŠIL K., VANĚK F. - Polovodičové snímače mechanických veličin, Strojnický časopis 34, 1983, č. 6, /3/ POSPÍŠIL K. - Tlaková čidla pro průmyslové aplikace, Zpráva Tesla VÚST č. 184700 754/1, 1986.

---

Ing. František Vaněk, CSc. - ÚT ČSAV, 182 00 Praha 8  
Ing. Karel Pospíšil, CSc. - Tesla VÚST, 142 21 Praha 4