

 Технически Университет - София ФЕТТ, Катедра Електронна техника	
Дисциплина:	Сензорни схеми и устройства
Протокол за упражнение № 2	
СЕНЗОРИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА МЕХАНИЧНИ ВЕЛИЧИНИ. ТЕНЗОРЕЗИСТОРИ	
Студент:	Ф. № Група
.....	Дата на провеждане:
Подготовка за лаб. упр.	Провеждане на лаб. упр.
Заверка на преподавател:	Дата:
За коригиране:	Дата:

1. Задачи за предварителна подготовка

Задача 1. В неутрализиран измервателен мост е включен тензорезистора R_1 с чувствителност $K = 2$. Всички други съпротивления имат константни стойности: $R_2 = R_3 = R_4 = 300 \Omega$. В ненатоварено състояние стойността на R_1 е $300,1 \Omega$. Номиналната стойност за протичащия през тензорезистора ток е 20 mA , а изходното напрежение $U_{\text{изх}}$ се усилва 1000 пъти. Да се определи захранващото напрежение за моста така, че да се осигури номиналната стойност на протичащия през тензорезистора ток и да се изчисли изходното напрежение за $\epsilon_1 = 0$ и $\epsilon_1 = 100 \mu\text{m/m}$.

Задача 2. При измерване на усукване на вал се използват 4 тензорезистора.

а) Скицирайте разположението на тензорезисторите върху вала;

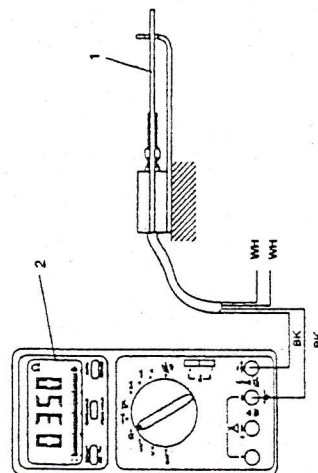
б) Тензорезисторите се свързани в мостова схема с 4 активни елемента. В ненатоварено състояние съпротивлението на всички тензорезистори е 300Ω , а K -коэффициентът е 2,05. Какво трябва да е захранващото напрежение на моста, така че при разширяване или свиване от 1 mm/m на всеки от тензорезисторите да се получи диагонално напрежение на моста 2 mV .

Решения на задачите

2. Задачи за изпълнение

2.1. Изследване на електрическите характеристики на тензорезистори при опън и натиск

- Да се разгледат тензорезисторите и се обърне внимание на конструктивните им особености и начина на закрепване към металната греда;
- Измерва се съпротивлението на двата тензорезистора R_6 (с бели изводи - WH) и R_4 (с черни изводи - BK) с възможно най-голяма точност (Фиг. 2.1). Резултатите се нанасят в табл. 2.1;
- Гредата, към която са прикрепени тензорезисторите се натоварва с 500 g , след което отново се проверяват стойностите на съпротивлението на тензорезисторите. Резултатите се нанасят в табл. 2.1 и се изчислява $\Delta R/R$.

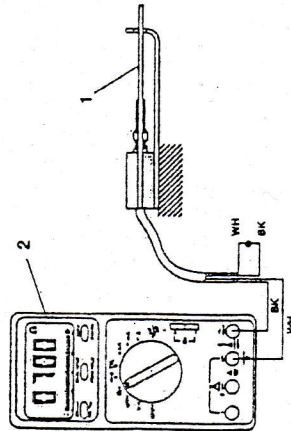


Фиг. 2.1.

Таблица 2.1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ИЗХОДНОТО НАПРЯЖЕНИЕ НА УСИЛВАТЕЛЯ И ГО НАНЕСЕТЕ В ТАБЛ. 2.3.					
РЕЗУЛТАТИ					

- Свържете тензорезисторите последователно и ги включете към мултиметъра за измерване на съпротивлението им (фиг. 2.2);
- С леко натискане на гредата надолу и нагоре определете характера на изменението на съпротивлението на последователно свързаните тензорезистори.



Фиг. 2.2.

2.2. Свързване на тензорезисторите към мостов усилвател

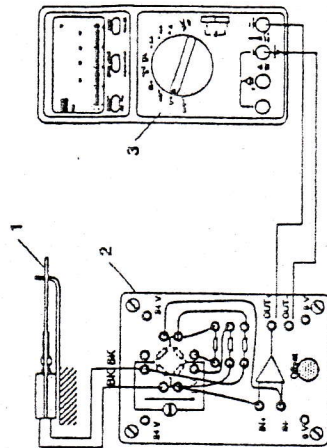
Реализирайте четвърт мост с тензорезистора, разположен от горната страна на гредата. Другите съпротивления, включени в мост на Уинстон са постоянни.

- Реализирайте схемата от фиг. 2.3;
- Нулирайте напрежението на изхода на усилвателя (вж. фиг. 2.4, точност от $\pm 10 \text{ mV}$ е достатъчна);
- Окачете маса от 500 g и определете изходното напрежение на усилвателя и го нанесете в табл. 2.2;

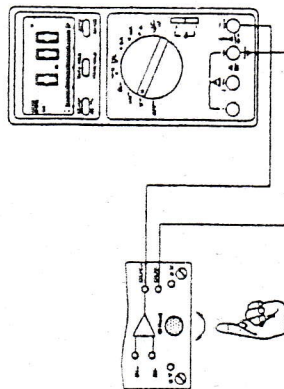
Таблица 2.2.

Изм = ...

- Изчислете стойността на изходното напрежение на усилвателя и го нанесете в табл. 2.3.



Фиг. 2.3.



Фиг. 2.4.

Изходното напрежение на усилвателя $U_{изх}$ се изчислява както следва:

$$U_{изх} = K_y \cdot U_{ax} \cdot 0,25 \cdot \frac{\Delta R_T}{R_T} \text{ V, където: } K_y - \text{Коефициент на усилване на мостовия усилвател, } U_{ax} - \text{Захранващо напрежение на моста (5 V), } \Delta R_T - \text{Изменение на съпротивлението на тензорезистора (0,2 } \Omega - \text{приета стойност), } R_T - \text{Съпротивление на тензорезистора (350 } \Omega \text{) .}$$

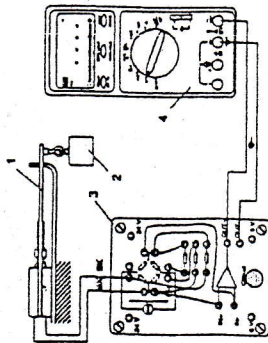
(Използвайте коефициента на усилване на мостовия усилвател от техническите му данни (вж. Приложение 3 на ръководството - Характеристики на мостов усилвател - $K_y \approx 500$) или го определете експериментално).

Таблица 2.3. Изчислена стойност на изходното напрежение

Коефициент на усилване	K_y	...
Изходно напрежение на усилвателя	$U_{изх} = K_y \cdot U_{ax} \cdot 0,25 \cdot \frac{\Delta R_T}{R_T}$	V

2.3. Калибриране на сензор на сила

2.3.1. Схема с четвърт мост

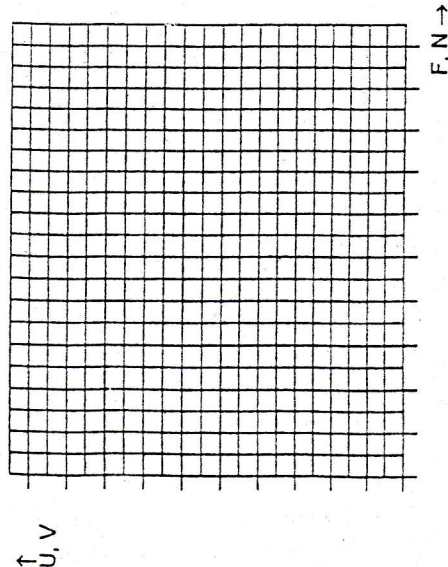


Фиг. 2.5.

- Реализира се измервателна схема, показана на фиг. 2.5, като в моста се включва един тензорезистор и три резистора. Диагоналното напрежение на моста се подава на измервателния усилвател;
- Чрез потенциометъра на измервателния усилвател се нулира показанието на волтметъра без гредата с тензорезисторите да се натоварва;
- Последователно гредата се натоварва с тежести със стойностите като указаните в табл. 2.4 и се записват показанията на волтметъра;
- На фиг. 2.6 се чертае характеристика $U = f(F)$.

Таблица 2.4.

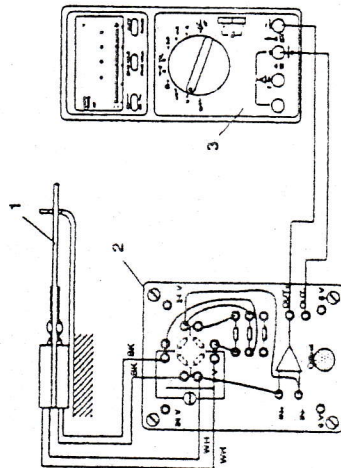
Маса g	0	20	50	100	200	300	500
Сила на тежестта N							
Напрежение V							



Фиг. 2.6. Характеристика $U = f(F)$

- Определете наклона на характеристиката ($\Delta V/\Delta N$).
- Какво може да се каже за прага на сработване?

2.3.2. Схема с половин мост



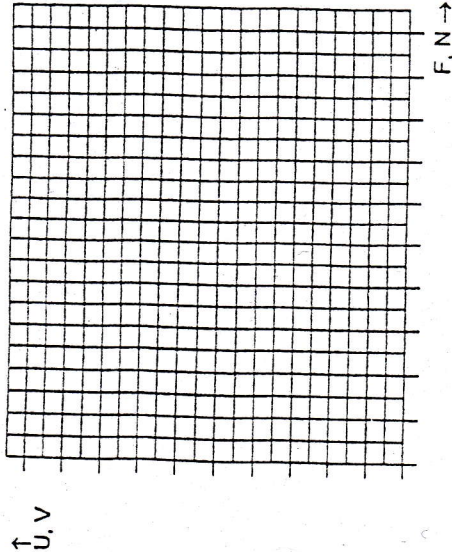
Фиг. 2.7.

- Реализира се измервателна схема, показана на фиг. 2.7 като в моста се включват два тензорезистора и два резистора. Диагоналното напрежение на моста се подава на измервателния усилвател.
- Чрез потенциометъра на измервателния усилвател се нулира показанието на волтметъра без гредата с тензорезисторите да се натоварва.
- Последователно гредата се натоварва с тежести със стойностите като указаните в табл. 2.5 и се записват показанията на волтметъра.
- На фиг. 2.8 се чертае характеристика $U = f(F)$.

Таблица 2.5.

Маса g	0	20	50	100	200	300	500
Сила на тежестта N							
Напрежение V							

- Определете наклона на характеристиката ($\Delta V/\Delta N$) и го сравнете с резултата при работа с един тензорезистор.



Фиг. 2.8. Характеристика $U = f(F)$

2.4. Определяне на теглото на обект с помощта на сметната характеристика

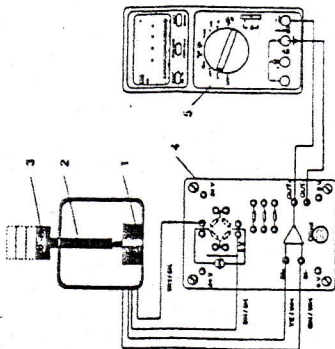
- Окачете на гредата обекта (маса ≤ 500 g);
- Нанесете изходното напрежение в табл. 2.6;
- Определете теглото по помощта на характеристиката.

Таблица 2.6. Определяне теглото на обект

Изходно напрежение U, V	Тегло F, N	Маса m, g

2.5. Калибриране на индустриален сензор

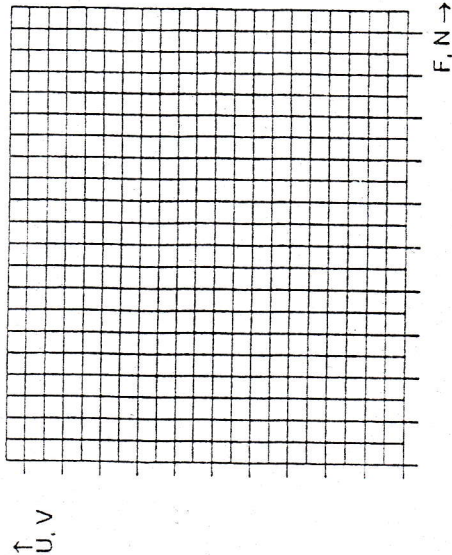
- Реализира се измервателна схема, показана на фиг. 2.9. За генериране на полезния сигнал индустриалния сензор съдържа пълна мостова схема, която се включва към захранването на моста на макета и към входа на усилвателя;
- Чрез потенциометъра на измервателния усилвател се нулира показанието на волтметъра без натоварване на сензора;
- Последователно индустриалния сензор се натоварва с тежести от по 1 kg и се записват показанията на волтметъра;
- На фиг. 2.10 се чертае характеристика $U = f(F)$.



Фиг. 2.9.

Таблица 2.7.

Маса, kg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тегло F, N											
Напрежение U, V											



Фиг. 2.10. Характеристика $U = f(F)$