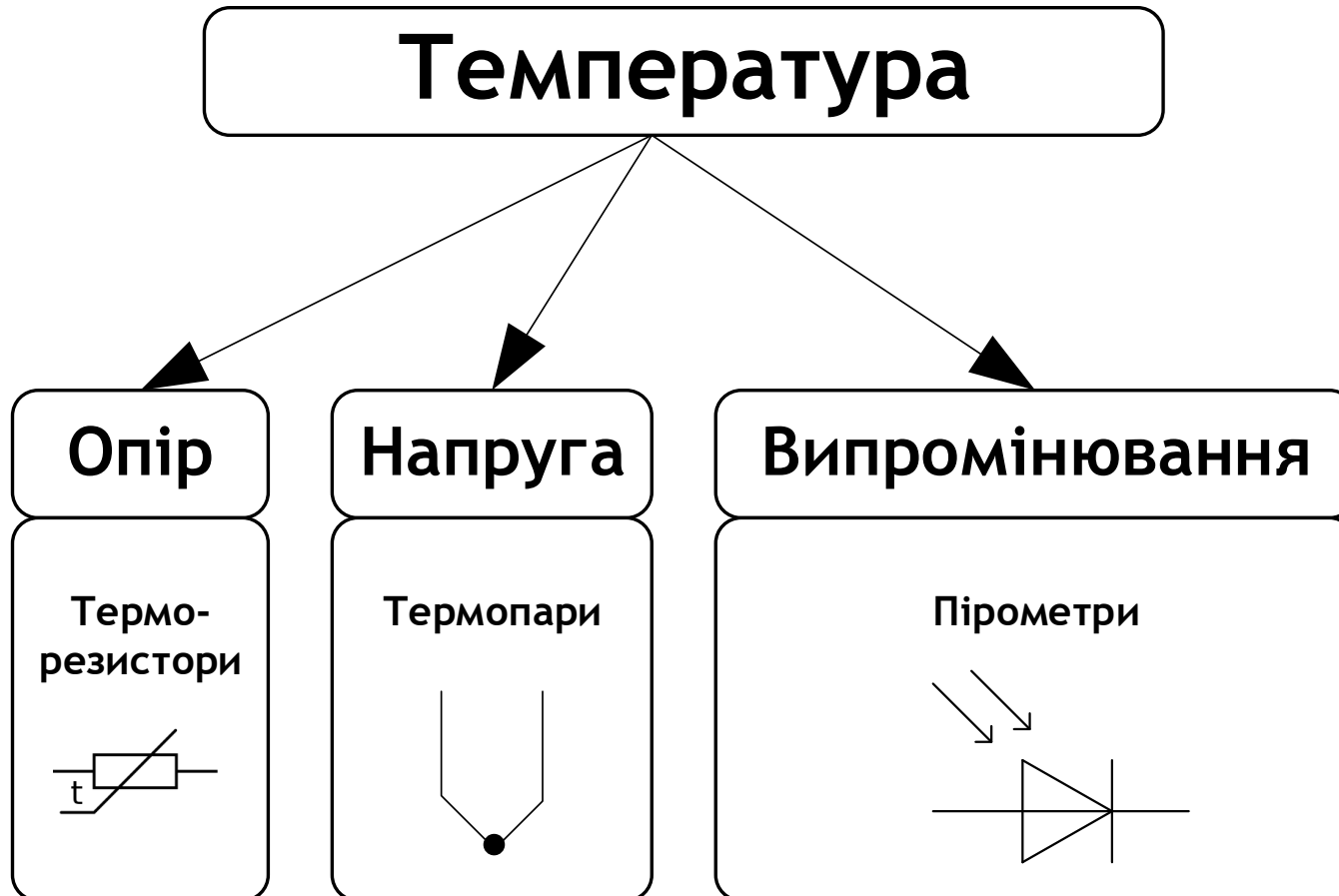


Лекція 4

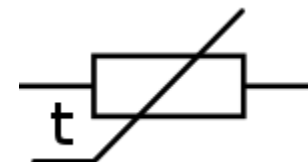
Вимірювальні перетворювачі для медико-біологічних вимірювань

Ч.2. Сенсори температури і тиску



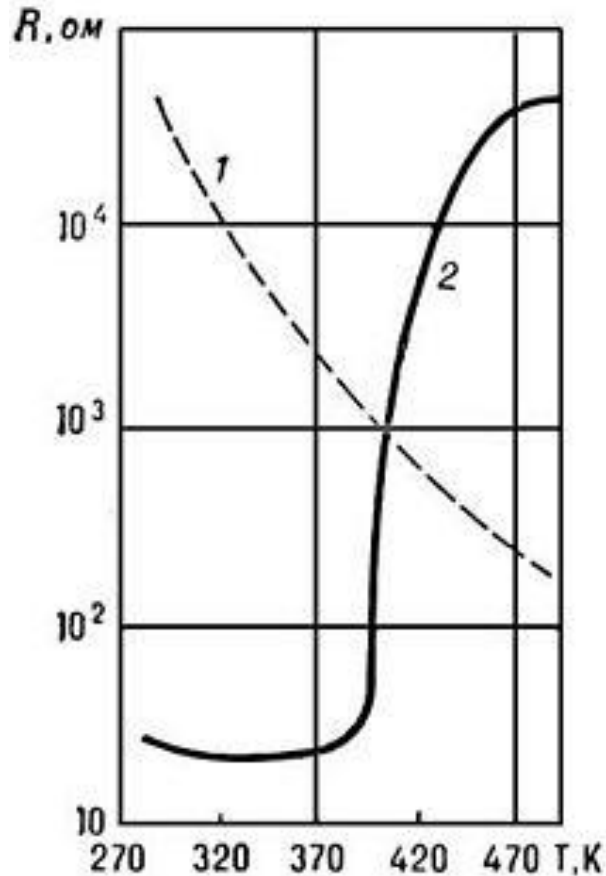
Розрізняють терморезистори з негативним (NTC-термістори, від англ. «*Negative Temperature Coefficient*») і позитивним (PTC-термістори, від англ. «*Positive Temperature Coefficient*», або просто – позистори) температурним коефіцієнтом опору (ТКО).

Терморезистори з негативним ТКО виготовляють із суміші полікристалічних оксидів перехідних металів (наприклад, MnO , CoO , NiO , CuO), легованих Ge і Si , напівпровідників типу $AlIII BV$, скловидних напівпровідників і інших матеріалів.



Терморезистори

Рівняння Стейнхарта - Харта



1 - ТКО < 0

2 - ТКО > 0

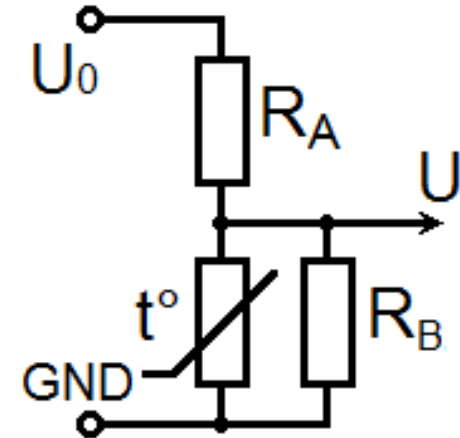
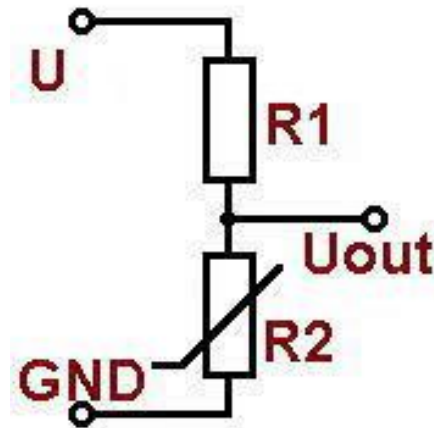
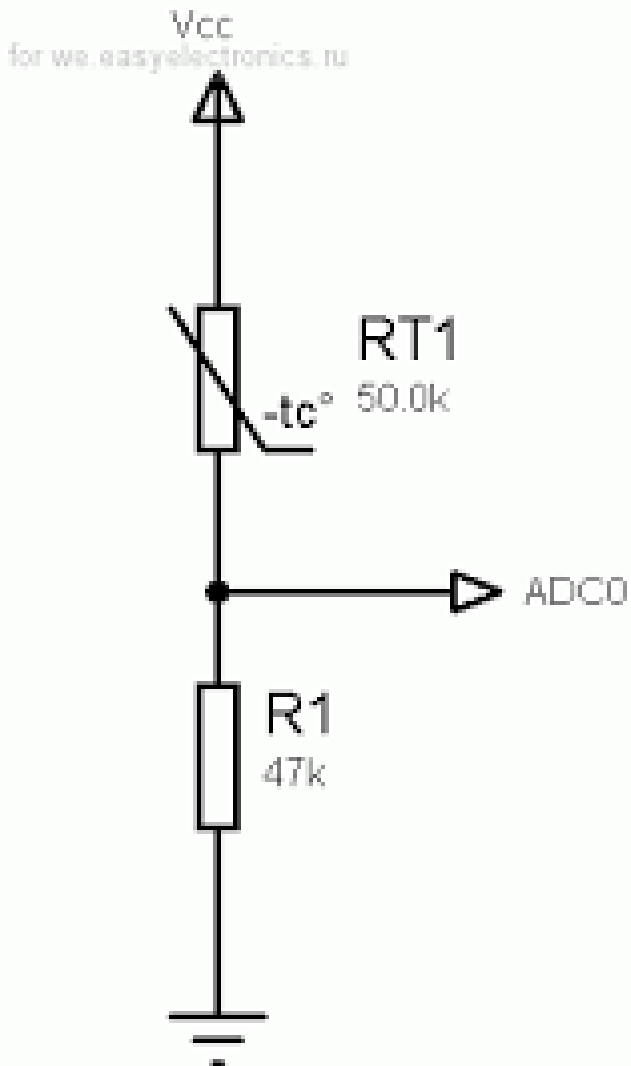
Для точних вимірювань температури в широкому діапазоні значень крива залежності має бути описана більш детально, ніж це робить лінійна залежність. Найчастіше для цього використовується рівняння Стейнхарта–Харта, яке дає наближення третього порядку і має такий вигляд:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C [\ln(R)]^3$$

де T - абсолютна температура (у Кельвінах),
 R – опір при температурі T (Ом),
 A, B, C – коефіцієнти Стейнхарта–Харта, які варіюються залежно від типу і моделі термістора і від діапазону температур.

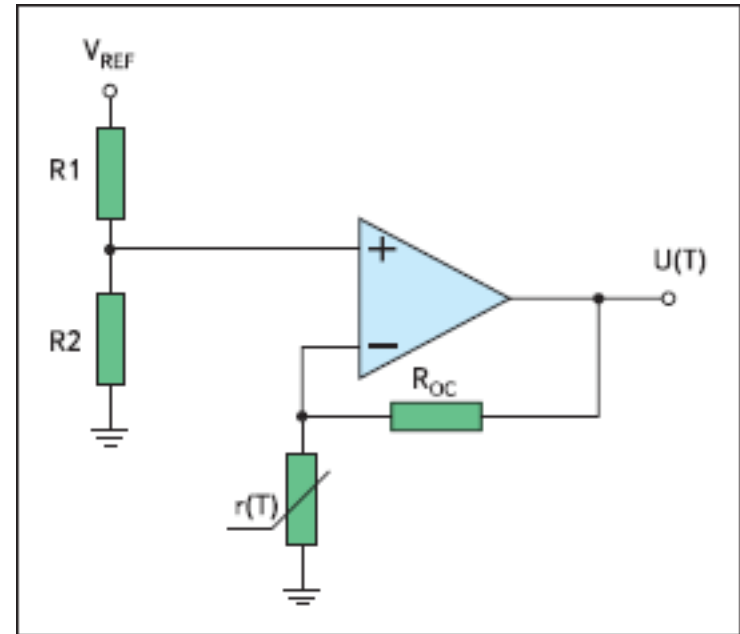
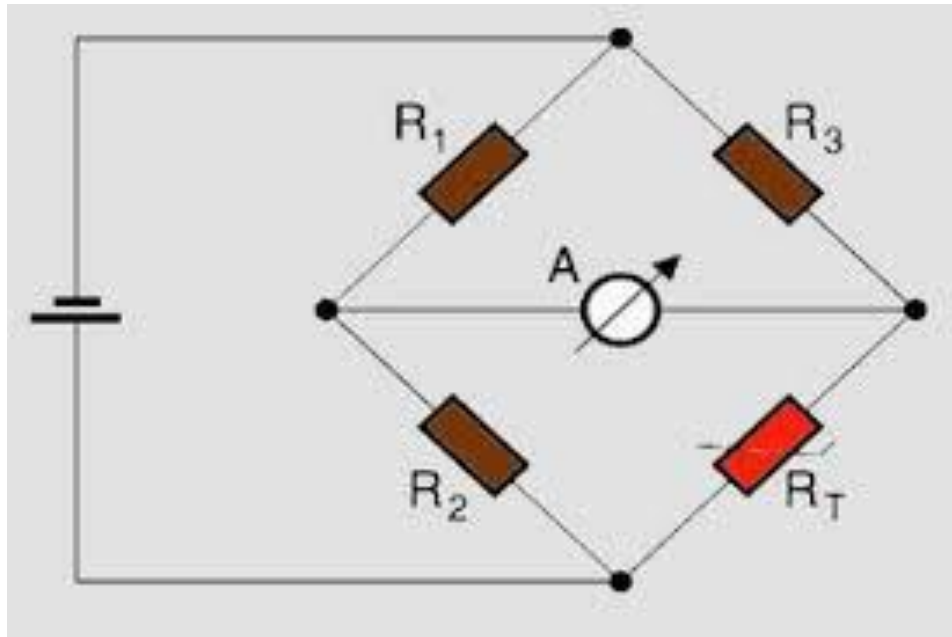
Терморезистори

Потенціометрична схема включення



Терморезистори

Інші схеми включення



Термопара – чутливий елемент термоелектричного перетворювача у вигляді двох ізольованих провідників із різнорідних матеріалів, з'єднаних на одному кінці, принцип дії якого ґрунтується на використанні термоелектричного ефекту для вимірювання температури.

Типи термопар:

R - платинородій-платинові

S - платинородій-платинові

B - платинородій-платинородієві

J - залізо-константанові (залізо-мідьнікелеві)

T - мідь-константанові (мідь-мідьнікелеві)

N - ніхросил-нісильові (нікельхромнікель-нікелькремнієві)

K - хромель-алюмелеві

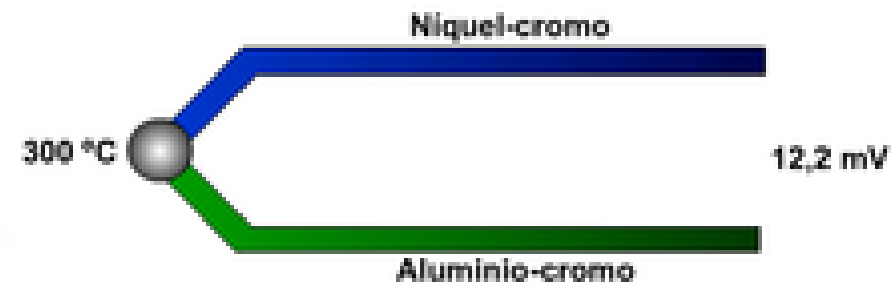
E - хромель-константанові

L - хромель-копелеві

M - мідь-копелеві

I - сильх-силінові

A-1, A-2, A-3 вольфрам-ренієві



Тип термопары за МЭК*	Тип термопары за ДСТУ (ГОСТ)	Температурний діапазон °С (довготривало)	Температурний діапазон °С (короткотривало)
K	ТХА (хромель-алюмелеві)	0 до +1100	-180 до +1300
J	ТЖК (залізо-константанові)	0 до +700	-180 до +800
N	ТНН (ніхросил-нісилкові)	0 до +1100	-270 до +1300
R	ТПП 13 (платинородій-платинові)	0 до +1600	-50 до +1700
S	ТПП 10 (платинородій-платинові)	0 до 1600	-50 до +1750
B	ТПР (платинородій-платинородієві)	+200 до +1700	0 до +1820
T	ТМКн (мідь-константанові)	-185 до +300	-250 до +400
E	ТХКн (хромель-константанові)	0 до +800	-40 до +900

* Міжнародна електротехнічна комісія

Принцип роботи термопар

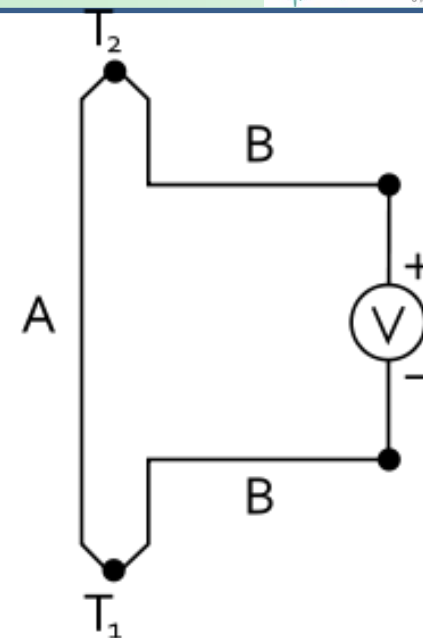
Ефект Зеебека

Ефект Зеебека — явище виникнення електрорушійної сили між двома контактами різних провідників, які перебувають при різній температурі.

$$E = \alpha_{12}(T_2 - T_1)$$

де α_{12} - коефіцієнт термо-ЕРС.

У кожній речовині електрони мають властивий для речовини розподіл за енергіями, яка характеризується рівнем хімічного потенціалу. При контакті двох речовин їхні хімічні потенціали вирівнюються за рахунок перетікання частини електронів із однієї речовини в іншу. Якщо два контакти між провідниками мають однакову температуру, то перетікання електронів на одному контакті балансується аналогічним на іншому контакті й виникає термодинамічна рівновага. При неоднаковій температурі контактів кількість електронів, які перетікають із одного провідника в інший і навпаки, різні, тож один із провідників стає зарядженим, що призводить до протікання електричного струму.

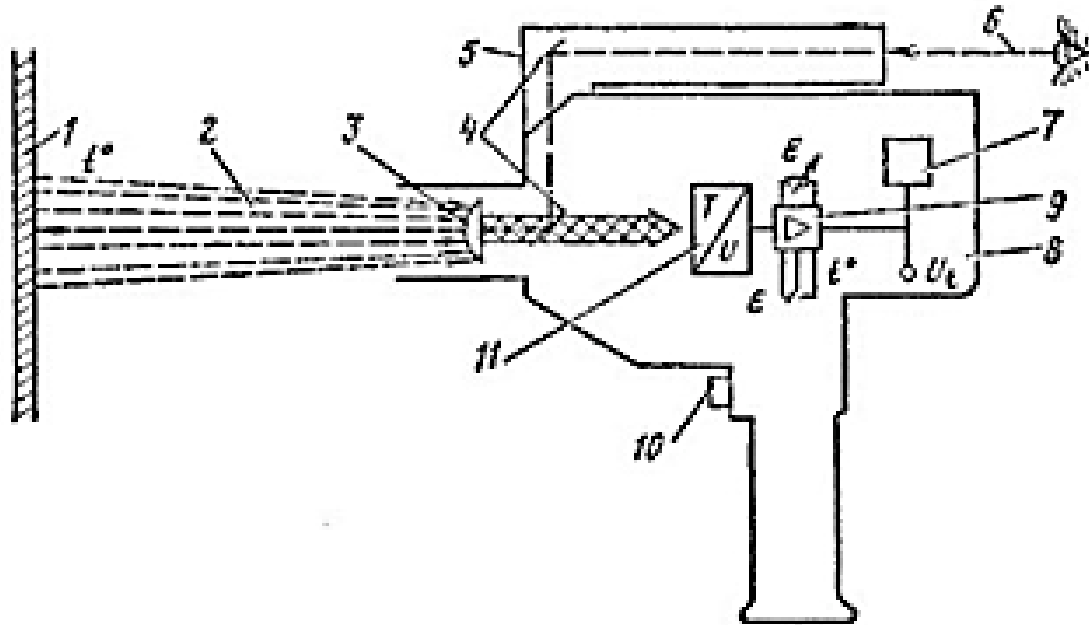


Пірометр – прилад для безконтактного вимірювання температури непрозорих тіл за їхнім випроміненням в оптичному діапазоні спектра. Принцип дії полягає у вимірюванні значення амплітуди електромагнітного випромінювання тіла.

Тепловий промінь потрапляє на поверхню, відбивається та потрапляє на первинний перетворювач, на виході якого формується пропорційний температурі електричний сигнал.



Пірометри Принцип дії



1 - об'єкт вимірювання; 2 - теплове випромінювання; 3 - оптична система; 4 - дзеркало; 5 - віконце пошуку; 6 - вісь віконця пошуку; 7 - вимірювально-лічильний пристрій; 8 - корпус; 9 - електронний перетворювач (АЦП); 10 - кнопка запуску; 11 - сенсор.

Пірометри

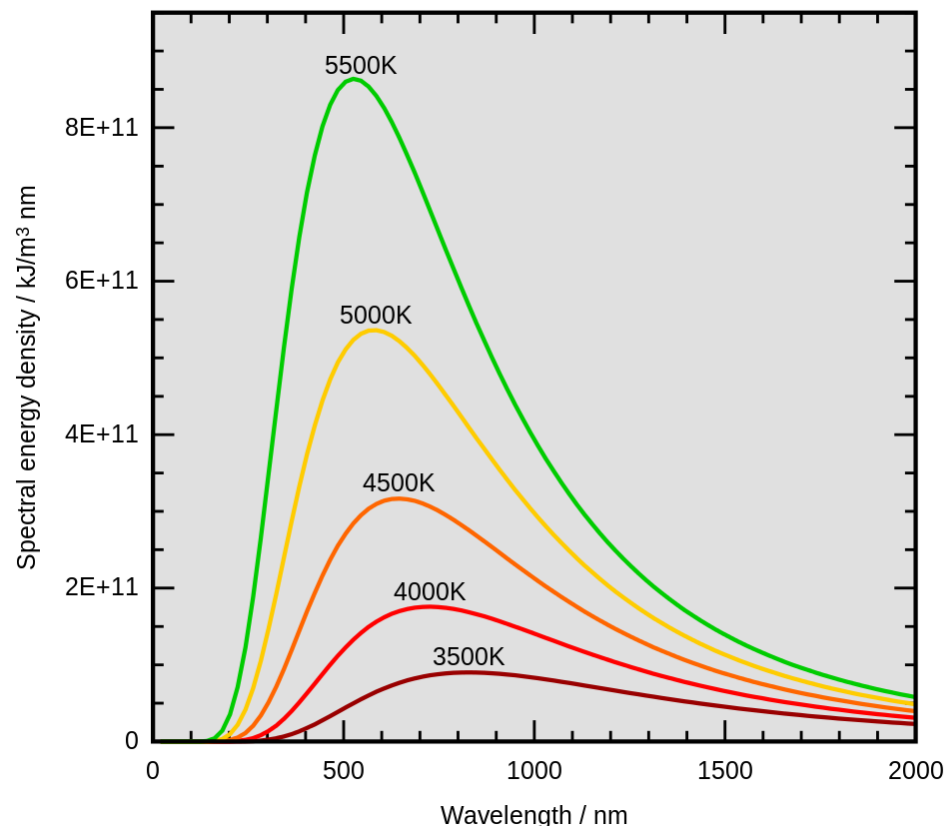
Принцип дії. Закон Стефана-Больцмана.

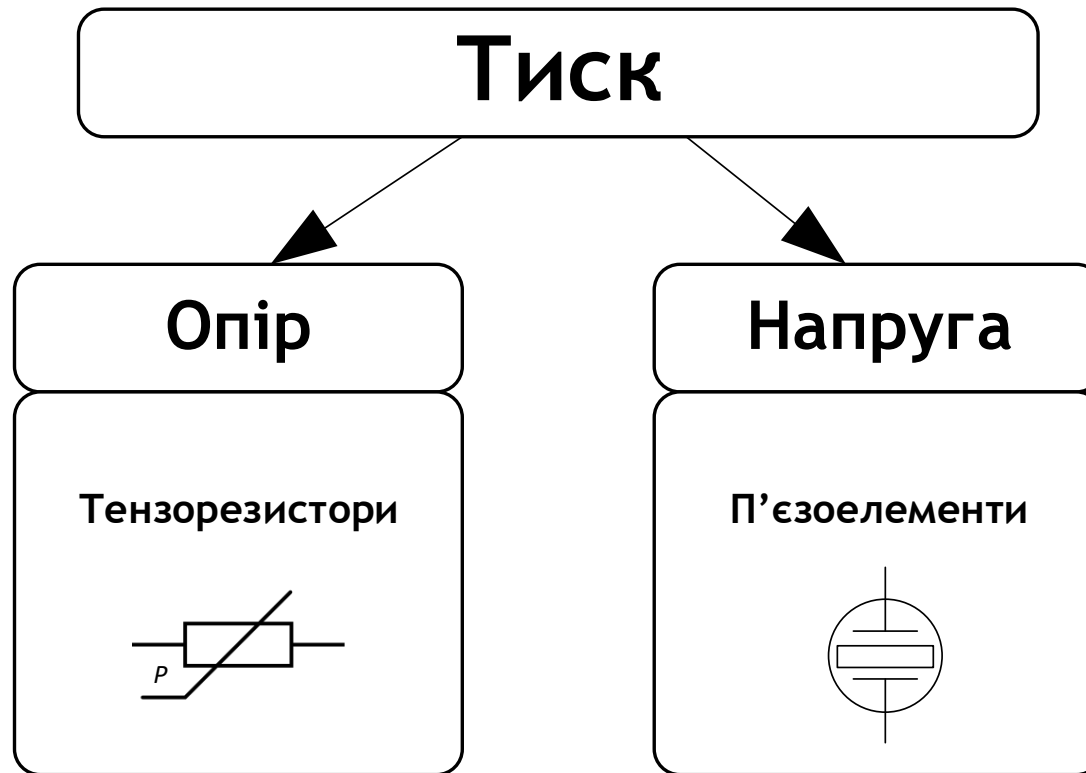
Закон Стефана-Больцмана - інтегральний закон випромінювання абсолютно чорного тіла, який стверджує, що енергія випромінювання з одиниці площі поверхні в одиницю часу абсолютно чорного тіла пропорційна четвертій степені ефективної температури тіла, що випромінює.

$$F = \sigma T^4$$

Стала Стефана-Больцмана:

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} \simeq 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$$



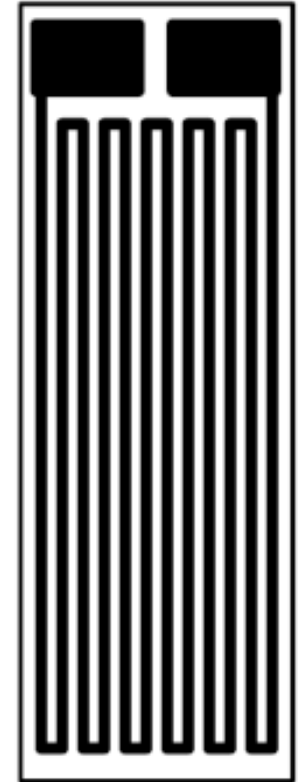


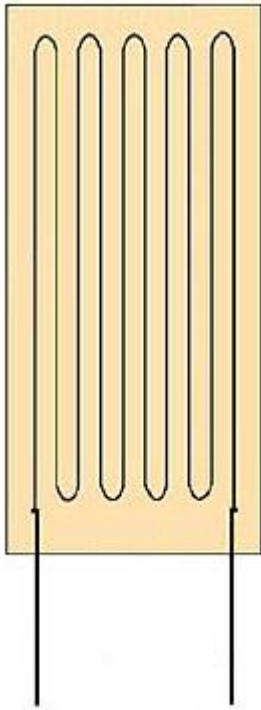
Тензорезистор (від лат. *tensus* – напружений і від лат. *resisto* – чинити опір) – резистор, електричний опір якого змінюється залежно від його деформації. В основі принципу роботи тензорезисторів лежить явище п'єзорезистивного ефекту. За допомогою тензорезисторів можна вимірювати деформації механічно пов'язаних з ними елементів. Тензорезистор є основною складовою частиною тензодатчиків, що застосовуються для непрямого вимірювання сили, тиску, ваги, механічних напружень тощо.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

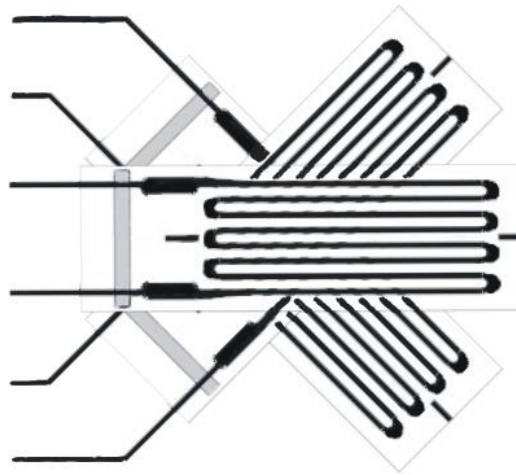
R = 100 Ом

Тензорезистор

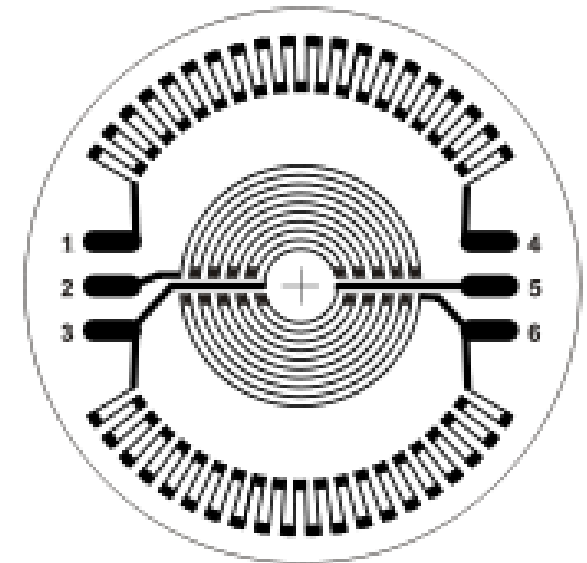
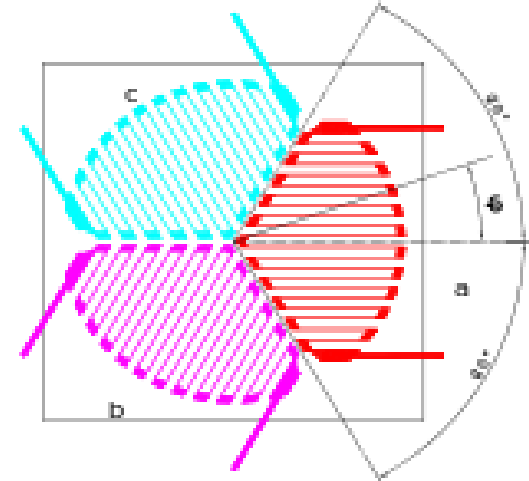




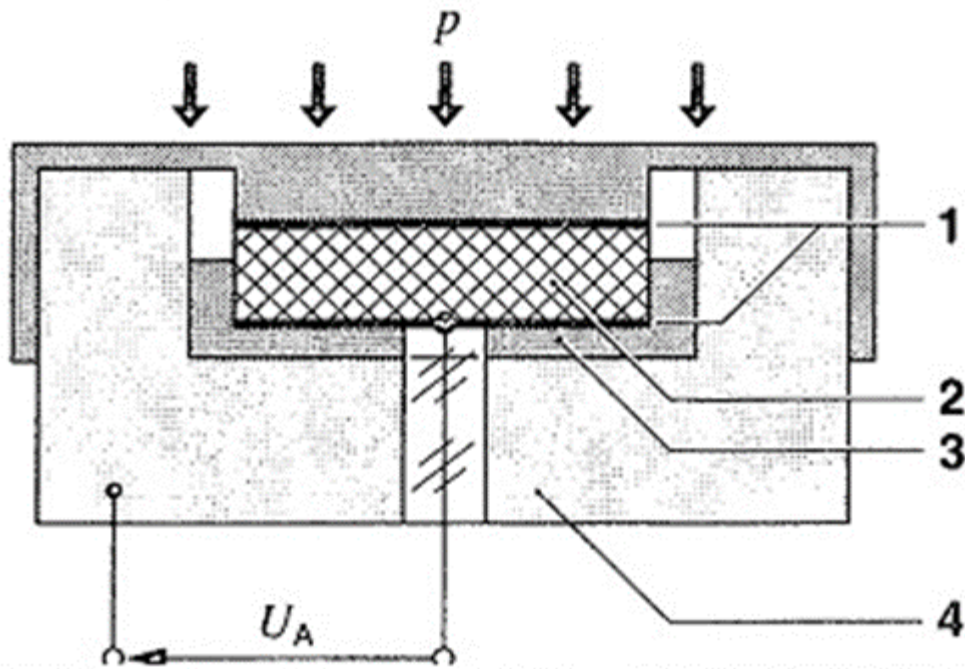
Одиничний
дротовий
тензорезистор



Потрійний фольговий
тензорезистор



Мембранна
тензорезисторна розетка



1 - металеве покриття; 2 -
п'єзоелектричний диск; 3 -
ізоляція; 4 - корпус;
 P - тиск; U_A - вихідна
напруга



GT200



GT200B



GT205



GT300



GT301



GT400

Вимірювальні перетворювачі для медико-біологічних вимірювань Ч.3. Ємнісні, індуктивні, оптичні та магнітні сенсори