

Використання багатоканальних електронних потенціометрів для фізіологічних досліджень

В. Я. Березовський і В. І. Мирутенко

Лабораторія фізіології травлення і лабораторія біофізики Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

Необхідність одночасної реєстрації кількох показників є однією з особливостей майже кожного фізіологічного експерименту. Складна і коштвна апаратура, що використовується з цією метою, в багатьох випадках може бути замінена більш простою і доступною, цілком надійною апаратурою вітчизняного виробництва.

Протягом більше трьох років автори використовували автоматичні електронні самореєструючі потенціометри типу ЕПП-09 і аналогічні прилади для одночасної

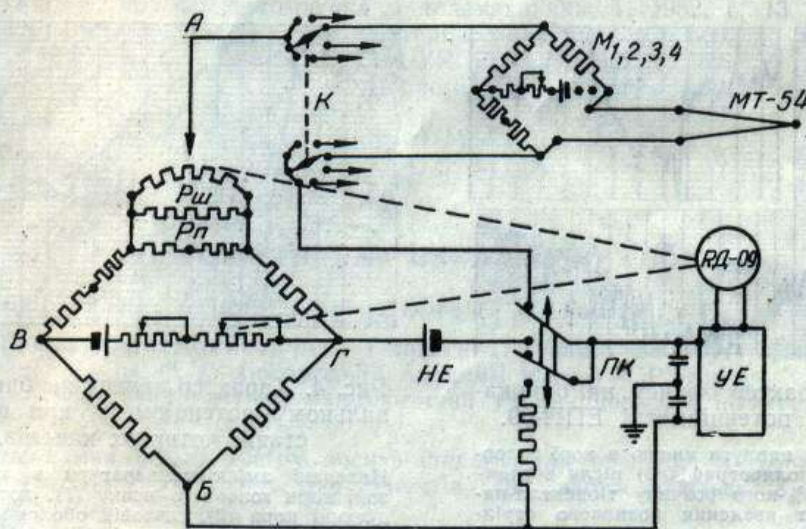


Рис. 1. Принципова вимірювальна схема установки з використанням електронного потенціометра ЕПП-09 для реєстрації температури в чотирьох точках.

$M_1, 2, 3, 4$ — один з чотирьох додаткових мостів для термоопору МТ-54. К — комутуючий механізм потенціометра. АБВГ — вимірювальна мостова схема потенціометра. Пунктиром позначено кінематично пов'язані вузли.

реєстрації коливань температури, відносної швидкості кровотоку та інфрачервоного випромінювання в чотирьох або шести точках одночасно. Прилади дають можливість здійснювати одночасну реєстрацію в дванадцяти точках і більше.

Автоматичні електронні потенціометри типу ЕПП-09 призначаються для вимірювання температури за допомогою термопар в широких межах: від 0 до 100°С і більше. Біологічні дослідження потребують менших меж, але більш високої чутливості приладу, що досягається зменшенням опору $R_{ш}$.

Використання напівпровідникових термоопорів (термісторів) з високим температурним коефіцієнтом дозволяє з нескладним додатковим пристроєм до вимірювальної схеми приладу досягти значного підвищення його температурної чутливості.

Для безпосереднього вимірювання температури в тканинах піддослідної тварини були застосовані мікротермоопори МТ-54, які випускаються експериментально-вироб.

ними майстернями Ленінградського агро-фізичного інституту, з температурним коефіцієнтом близько 3,60% і постійною часу у воді близько 0,1 сек. Термістори виконані у формі скляної голки з теплоізоляцією робочого тіла з піноскла. В окремих випадках використовували промислові зразки термоопорів типу ТШ-1, які мають порівняльно невелику інерційність. Використання термоопорів типу ММТ-1, як це рекомендують деякі автори (Бенедиктов, 1957), навряд чи доцільно, виходячи із спотворення ними швидких температурних коливань внаслідок значної інерційності термісторів цього типу.

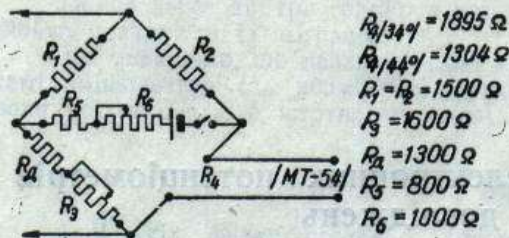


Рис. 2. Принципова схема додаткового моста постійного струму з мікро-термоопором МТ-54.

Величини опорів наведені для термістора з опором при 34° С близько 1895 ом і при 44° С близько 1304 ом.

Електронний автоматичний потенціометр може бути використаний як нуль-прилад в будь-якій мостовій схемі. Принципова вимірювальна схема приладу наведена на рис. 1. За допомогою комутуючого пристрою на вхід вимірювальної частини приладу послідовно подається напруга діагоналі одного з додаткових мостів постійного струму. Кількість мостів залежить від бажаної кількості каналів. Потреба в окремих мостах постійного струму для кожного з термісторів виходить із значного розкиду параметрів термоопорів і бажання

зберегти максимальну чутливість. Застосування взаємозамінних контурів у цьому випадку менш доцільне.

Умовою максимальної чутливості моста є однакові значення опорів всіх плеч, тобто

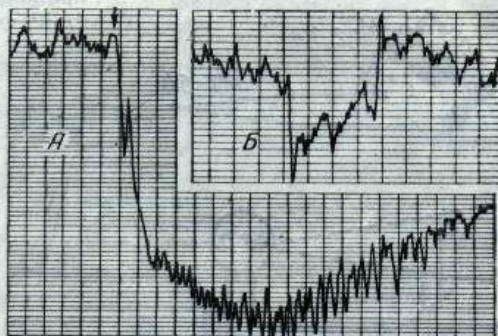


Рис. 3. Характер запису на одноканальному потенціометрі ЕПП-09.

А — динаміка напруги кисню в корі головного мозку (полярографічно) після введення тварині 2%-ного розчину тіопентал-натрію. Момент введення позначено стрілкою; Б — коливання напруги кисню в корі головного мозку при затисненні однієї сонної артерії. Тривалість затиснення (3 хв.)

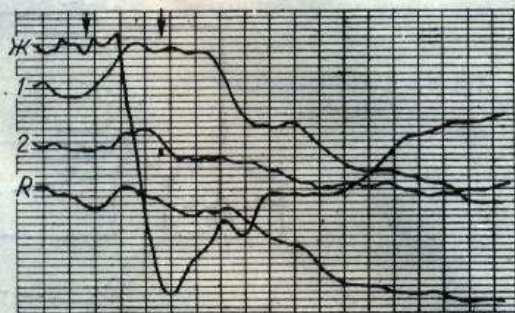


Рис. 4. Характер запису на багатоканальному потенціометрі при використанні чотирьох каналів.

Наведені зміни температури в моторній зоні кори головного мозку (1), потиличній ділянці кори (2), слизовій оболонці шлунка (Ж) і прямій кишці (R) собаки при харчовому збудженні. Для фотозйомки криві транспонуються будь-яким контрастним розчином.

бажано, щоб опори R_1 та R_2 були однакові і приблизно дорівнювали опорі термістора в робочому діапазоні температур. Для стабільної роботи моста при змінах температури навколишнього середовища необхідно використовувати дрітні опори з манганіну.

Опір R_d має дорівнювати опорі термістора при максимальній робочій температурі. Опір R_3 (змінний) становить не менше різниці між опором термістора при максимальній і мінімальній температурах об'єкта.

Струм живлення моста обирають такий, щоб розсіювана на термісторі потужність не викликала нагрівання робочого тіла. Визначення потужності провадиться безпосереднім вимірюванням струму через термістор і падіння напруги на ньому. Збільшенням опорів R_6 досягається зменшення потужності до допустимих для термісторів даного типу величин. Опір R_6 дає можливість запобігти надмірному перегріванню термістора під час регулювання. Теоретичні розрахунки елементів мостової схеми наведені в роботі М. А. Каганова (1952).

Приблизні величини елементів моста для роботи з термістором МТ-54 з опором близько 1895 ом при температурі 34° і з опором близько 1304 ом при температурі 44° в межах цих температур наведені на рис. 2. Відповідним підбором елементів схеми можна змінювати як межі, так і чутливість вимірювань.