Тема 2. Електрична провідність і електричний опір.

План: 1. Електрична провідність.

2. Електричний опір.
3. Залежність опору від температури.
4. Резистори.

Л1, ст. 24, Л2, ст. 36, Л3, ст.23.

1.Електрична провідність.

На початку 19-го століття дослідним шляхом встановлено, що густина струму прямо пропорційна напруженості однорідного електричного поля в провіднику:

$$J = \gamma E.$$

Коефіцієнт пропорційності γ називають **питомою провідністю** матеріалу провідника:

$$[\gamma] = 1/(\text{Ом}\cdot\text{м}).$$

Питома електрична провідність ***γ характеризує електропровідність речовини, тобто властивість утворювати усередині речовини електричний струм під дією електричного поля.***

Електричною провідністю ***ділянки кола називається величина, яка визначає здатність ділянки проводити електричний струм.***

Вважаючи, що в однорідному полі $E=U/l$, а $I = JS$, маємо:

$$I = JS = \gamma S/lU = gU,$$

де $\mathbf{g = \gamma S/l}$ - провідність провідника, чи ділянки кола, яка вимірюється в сименсах (См):

$$[g] - 1/\text{Ом} = \text{См}.$$

1. Електричний опір.

Електричним опором ***ділянки кола називається величина, яка визначає властивості ділянки протидіяти проходженню електричного струму.*** Опір вимірюється в омах (Ом) або в кратних одиницях:

$$[R] - Ом; \quad 1\ кОм = 10^3\ Ом; \ 1\ МОм = 10^6 Ом.$$

Величина, обернена до питомої провідності, називається **питомим опором**:

$$\rho = 1/\gamma; \quad [\rho] - Ом \bullet м .$$

Інакше, **питомим опором** ***називається таблична величина, яка визначає властивість матеріалу протидіяти проходженню електричного струму***. **Питомий опір** є електричним опором провідника одиничних розмірів (l = 1м, S = 1мм^2) в нормальних умовах (t = 20° C).

Якщо підставити у формулу опору значення провідності, одержимо іншу, дуже корисну для практичних розрахунків формулу:

$$R = l/(\gamma S) = \rho \cdot l/S$$

Ця формула встановлена російським академіком Петровим і носить його ім'я.

3.Залежність опору від температури.

Підвищення температури металевого провідника викликає збільшення швидкості теплового руху частинок. Це призводить до збільшення кількості зіштовхувань вільних електронів і зменшення часу їх вільного пробігу, що веде до збільшення питомого опору матеріалу. Нагрівання електролітів та вугілля, крім зменшення часу вільного пробігу, збільшує концентрацію вільних носіїв зарядів. Це веде до збільшення концентрації вільних носіїв зарядів, внаслідок чого питомий опір цих матеріалів зменшується.

У вузьких межах зміни температури 0-100°C відносний приріст опору Δr для більшості металів пропорційний приросту температури $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$. Позначивши опори r_1 і r_2 при температурах θ_1 і θ_2, можемо написати:

$$\Delta R/R, = (R_2 - R_1)/R_1 = \alpha\Delta\theta = \alpha(\theta_2 - \theta_1.),$$

звідки

$$R_2 = R_1 + R_1\ \alpha\ (\theta_2 - \theta_1) = R_1[1 + \alpha\ (\theta_2 - \theta_1)]$$

Коефіцієнт пропорційності **α** називається **температурним коефіцієнтом опору.**

Для більшості чистих металів α = 0,004 °C^{-1}, що означає збільшення їх опору на 4% при підвищенні температури на 10°C.

Для електролітів та вугілля $\alpha = -0{,}02\ °C^{-1}$.

Деякі сплави, наприклад, манганін та константан мають великий питомий опір і дуже малий температурний коефіцієнт опору. Вони широко використовуються в електровимірювальній техніці для виготовлення зразкових котушок опорів, шунтів, резисторів з постійним опором .

У деяких металів та сплавів при дуже низьких температурах, порядку одиниць або десятків кельвінів, виникає явище **надпровідності.** Це означає, що електрони у надпровіднику не зустрічають на своєму шляху ніяких перешкод і з ними не трапляються зіштовхування.

Одержано металооксидні кераміки з температурою надпровідності біля 100 К, що вище температури рідкого азоту, який одержується досить дешево. Тому можна очікувати широкого застосування надпровідників в техніці, наприклад, для передачі електроенергії з дуже високим ККД за допомогою надпровідних кабелів.

4 Резистори.

Пристрій, який вмикається в електричне коло для обмеження або регулювання струму, називається **резистором.** Резистори бувають регульовані та нерегульовані, дротяні та недротяні.

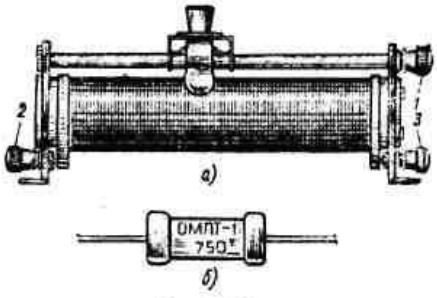

Рис. 2

Основою резистора є непровідний (як правило, керамічний) циліндр, на якому розташована дротяна обмотка або нанесено провідне покриття

Регульований дротяний резистор називається **реостатом** (рис.6.2, а). Обмотки реостатів і нагрівальних приладів виготовляють із сплавів з великим питомим опором, наприклад, з ніхрому,. фехралю. Це дає можливість при малій довжині отримати потрібний опір. Один затискач реостата (1) з'єднаний з рухомим контактом, два інші (2) і (3) - з кінцями спіралі. Пересуваючи рухомий контакт, можна змінювати опір між затискачами 1 і 2 або 1 і 3. Такі реостати громіздкі і виготовляються на великі струми (до 10 А). При малих струмах в теле- і радіоапаратурі, пристроях автоматики тощо застосовуються недротяні змінні резистори.