



**Сумський
державний
університет**



МАТЕРІАЛИ І КОМПОНЕНТИ МІКРОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

КОМПОНЕНТИ МІКРОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ. РЕЗИСТОРИ

Викладач: к.ф.-м.н., доцент Пазуха І.М.

Суми-2022

Основні параметри резисторів

Номинальний опір – електричний опір, значення якого відповідає нормативній документації і позначене на резисторі та є вихідним для випадку відхилень від цього значення

❖ *Випускаються резистори з номінальним опором від часток Ом до декількох МОм*

Припустиме відхилення – характеризує ступінь розкиду, відхилення від номінального значення для резисторів даного класу точності. Вказується у відсотках від номіналу.

- Для резисторів загального призначення – 20, 10, 5%;
- Для прецизійних резисторів - 0,1%.



Номінальна потужність розсіювання – максимально допустима потужність у Вт, що розсіюється на резисторі, при якій параметри резистора зберігаються у встановлених межах протягом тривалого часу, т.зв. терміну служби

- ❖ **Напруга на резисторі** повинна не перевищувати номінальної величини

$$U_{\text{ном}} = \sqrt{P_{\text{ном}} \cdot R}, \text{ де } P_{\text{ном}} - \text{номінальна потужність, Вт; } R - \text{опір, Ом.}$$

- ❖ **Номінальну потужність розсіювання** обирають з номінального ряду 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 5 і т.д.

Температурний коефіцієнт опору (ТКО) – відносна зміна опору резистора при зміні температури навколишнього середовища на 1 °С.

- може бути як додатній, так і від'ємний (знак може змінюватися);
- може змінюватися в інтервалі температур;
- великим номінальним опорам відповідає більший ТКО.

Електрична міцність – характеризується граничною напругою, при якій резистор може працювати протягом терміну служби без електричного пробою

Залежить від:

- атмосферного тиску;
- температури;
- вологості повітря

Рівень власних шумів визначається випадковими коливаннями різниці потенціалів, що виникають на резистивному елементі внаслідок об'ємної концентрації носіїв заряду і флуктуацій його електричного опору

Частотні властивості визначається номінальним опором і розподіленими реактивними параметрами (індуктивністю і ємністю)

Вольт-амперна характеристика

Поводження резистора при включенні його в електричний ланцюг характеризується його електричними параметрами і характеристиками

□ **функціональна залежність** між величиною прикладеної напруги і значенням електричного струму, що протікає через резистор відповідно до закону Ома, називається **вольт-амперною характеристикою (ВАХ)**.

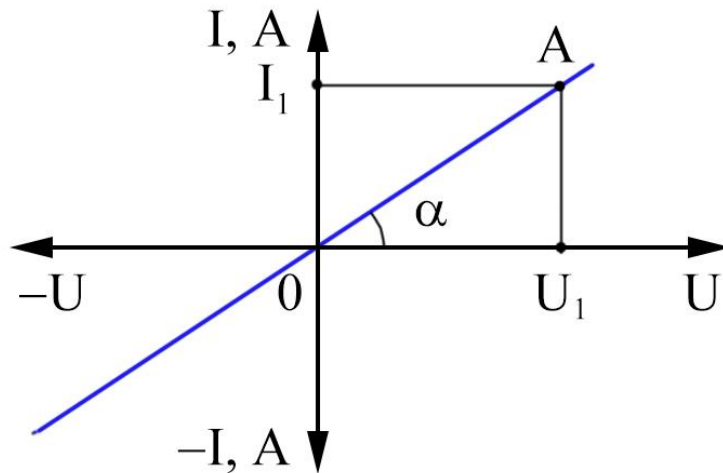


Рисунок 1 - Вольт-амперна характеристика (ВАХ) лінійного резистора

Класифікація резисторів

За виглядом ВАХ

лінійні

нелінійні постійного опору

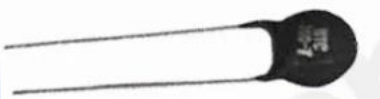
нелінійні змінного опору.



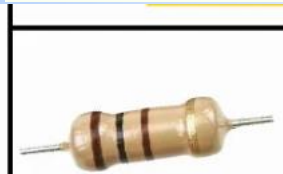
Linear Resistor



Resistor



nonlinear Resistor



Fixed Resistor

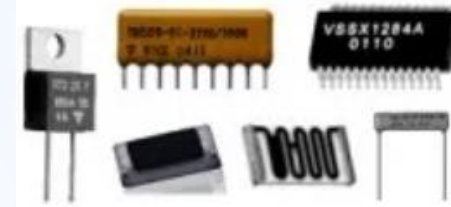


Variable Resistor

Thin Film



Thick Film



За конструкцією

плівкові

об'ємні

дротяні

За матеріалом струмопровідного елемента

плівкові

вуглецеві

метало-плівкові

метало-оксидні

метало-діелектричні

композиційні

напівпровідникові



Fusible Resistor



Cermet Film Resistor



Metal Oxide Resistor



Carbon Film Resistor



Metal Film Resistor

За способом захисту

неізолювані

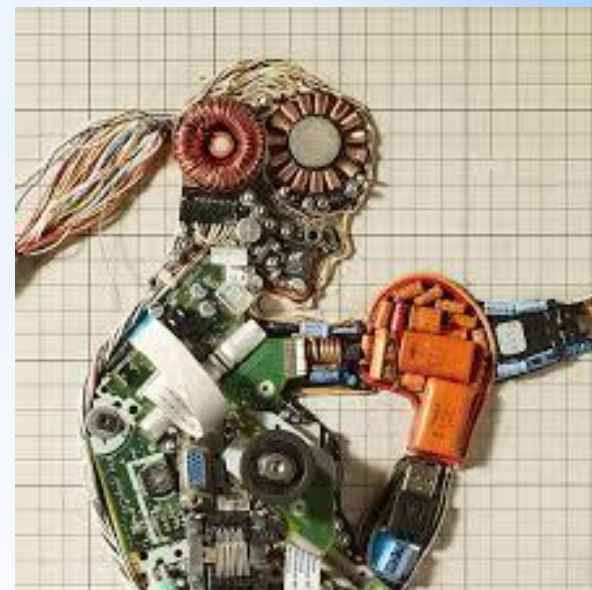
ізолювані

компандовані

опресовані пластмасою

герметизовані

вакуумовані



За призначенням

загального застосування

спеціального застосування

Резистори постійного струму

Вуглецеві резистори

Резистивний елемент – тонка плівка вуглецю, осаджена на основу із кераміка

Характеризуються високою стабільністю опору, низьким рівнем власних шумів, невеликим негативним ТКО, слабкою залежністю опору від частоти і прикладеної напруги



Композиційні резистори

Резистивний елемент – суміш порошкоподібного провідника (сажа, графіт та ін.) і органічного і неорганічного діелектрика

Випускають плівкові (характеризуються сильною залежністю опору від напруги, низькою стабільністю параметрів), об'ємні з органічним пов'язуючим матеріалом (висока стабільність параметрів, низька надійність) та об'ємні з неорганічним пов'язуючим матеріалом (висока надійність, низька стабільність опору при зміні частоти)



Металоплівкові резистори

Резистивний елемент – тонка металева плівка, осаджена на основу з кераміки, скла, шаруватого пластика, ситалу тощо

Характеризуються високою стабільністю параметрів, слабкою залежністю опору від частоти і прикладеної напруги та високою надійністю.

Металоокисні резистори

Резистивний елемент – на основі оксидів металів (SnO_2)

Характеризуються середньою стабільністю параметрів, слабкою залежністю опору від частоти і прикладеної напруги та високою надійністю.



Терморезистори – лінійний або нелінійний резистор, опір якого значно залежить від температури

ВИГОТОВЛЯЮТЬ:

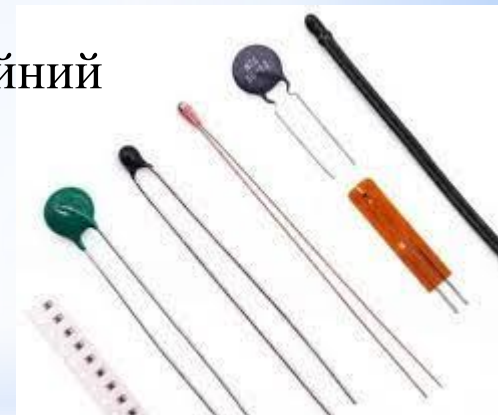
- ❖ на основі металів (Cu, Pt);
- ❖ на основі напівпровідників (Mn_3O_4 , Co_3O_4 , CoO, CuO).

МЕТАЛЕВІ:

- ❖ виготовляють у формі дроту намотаного на ізоляційний каркас і розміщеною в герметичний корпус.
- ❖ мають позитивний ТКО

НАПІВПРОВІДНИКОВІ:

- ❖ мають негативний ТКО;
- ❖ мають великий опір і менші габаритні розміри у порівнянні з металевими.



Застосовання терморезистор

- для вимірювання і регулювання температури;
- термокомпенсатори;
- терморезистори для стабілізації напруги
- вимірювальні терморезистори (термістори), зокрема болометри (для індикації та вимірювання теплового випромінювання)



КОНСТРУКТИВНО робочий елемент робиться у вигляді: пластин; стрижнів; трубок; кульок; дроту.

Робочий елемент захищається: вологостійким покриттям, скляним, металевим або металоскляним герметичним корпусом.

Терморезистори можуть бути

- з прямим підігрівом (за рахунок протікання струму);
- з непрямим підігрівом (за рахунок підігрівачого елемента)

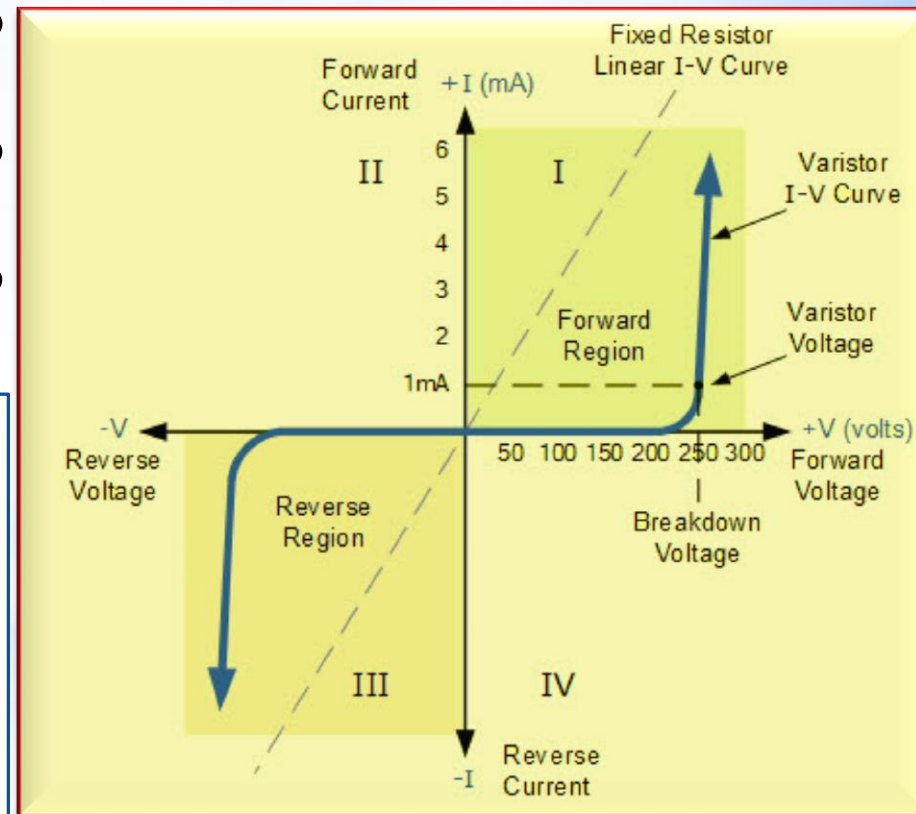
ВАРІСТОР – нелінійний напівпровідниковий резистор, опір якого залежить від прикладеної напруги

ВИГОТОВЛЯЮТЬ на основі:

- ❖ технічного карбиду кремнію SiC;
- ❖ різних аллотропічних модифікацій у вигляді порошку, змішаного із спеціальною діелектричною речовиною (кераміка, рідке склотощо).
 - карбід кремнію, зв'язаний керамікою – **тирит**;
 - карбід кремнію зі скляною зв'язкою – **віліт**;
 - карбід кремнію з ультрафорфорофою зв'язкою – **летін**.

ПРИЗНАЧЕННЯ:

- захист елементів електричних ланцюгів постійного, змінного і імпульсного струмів від перенапуржень;
- захист контактів реле від руйнування;
- захист обмоток від пробоя;
- для регулювання і стабілізації різних ланцюгів і блоків.



Дякую за увагу!