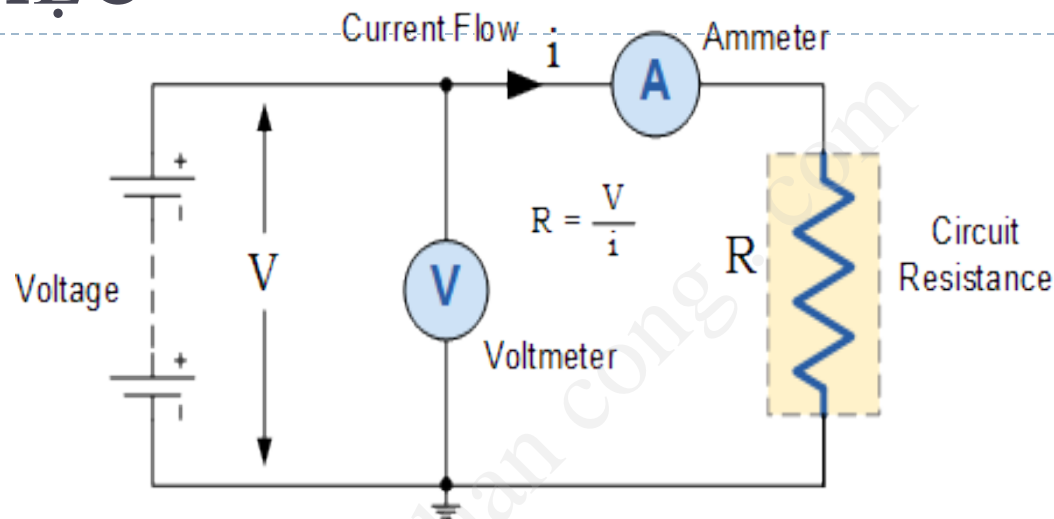


## 4.3. ĐẶC TRƯNG I-V

# GIỚI THIỆU



Đường đặc trưng I-V (**Current-Voltage Characteristic Curves**) chỉ đơn giản là những đường cong I-V của một thiết bị điện hay thành phần nào đó, là một tập hợp của những đường cong đồ họa được sử dụng để xác định các hoạt động của nó trong một mạch điện.

Đường cong I-V đặc trưng cho mối quan hệ giữa dòng điện chạy qua một thiết bị điện tử và điện áp áp dụng trên thiết bị đầu cuối của nó.

- ▶ Đường đặc trưng I-V thường được sử dụng như một công cụ để xác định và tìm hiểu các thông số cơ bản của một thành phần hoặc thiết bị và đó cũng có thể được sử dụng đối với mô hình toán học để mô tả hành vi của nó trong một mạch điện tử. Nhưng với hầu hết các thiết bị điện tử, có một số lượng vô hạn của đường đặc trưng I-V đại diện cho các đầu vào hoặc các thông số khác nhau và như vậy chúng ta có thể hiển thị một họ hoặc một nhóm các đường cong trên cùng một đồ thị đại diện cho các giá trị khác nhau.

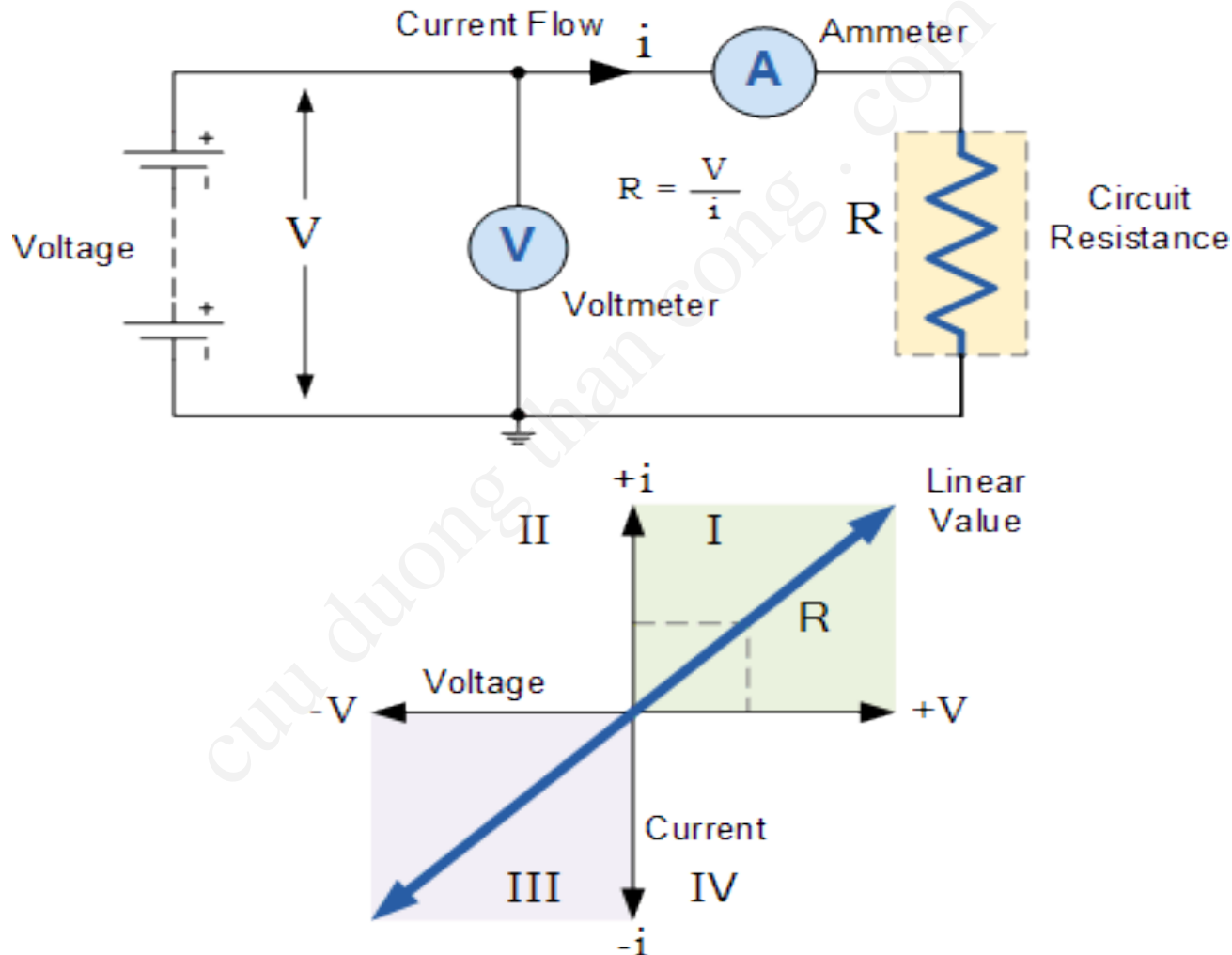
- ▶ Ví dụ, các “đường đặc trưng dòng - thế” của một transistor lưỡng cực có thể được trình bày với số lượng khác nhau của các đường cong đặc trưng I-V của một diode hoạt động trong cả hai vùng thuận và nghịch của nó.
- ▶ Nhưng đường đặc trưng I-V của một thành phần hoặc một thiết bị không cần phải là một đường thẳng. Hãy ví dụ như các đặc trưng của một điện trở có giá trị cố định, chúng ta sẽ mong đợi chúng được thẳng và liên tục trong phạm vi nhất định của dòng điện, điện áp và điện năng vì nó là một tuyến tính hoặc thiết bị ohmic.

- ▶ Tuy nhiên, các yếu tố điện trở khác như quang điện trở (LDR-Light Dependent Resistor ), nhiệt điện trở, tụ chống sét (varistor), và ngay cả những bóng đèn, có đường đặc trưng I-V không phải là đường thẳng hoặc đường tuyến tính mà thay vào đó là đường cong hoặc có hình dạng nào đó và do đó được gọi là thiết bị phi tuyến tính vì trở kháng của chúng là trở kháng không tuyến tính.
- ▶ Nếu chúng ta áp thế vào một đầu của phần tử điện và kết quả ta thu được dòng điện thì  $I = V/R$  – định luật Ohm

---

Từ định luật Ohm, khi điện áp trên điện trở tăng thì dòng điện chạy qua nó cũng tăng theo, điều đó sẽ có thể xây dựng một đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa điện áp và dòng điện như trình bày với đồ thị đại diện cho các đặc tuyến volt-ampere (đường đặc trưng I-V) của phần tử điện trở.

# Đặc trưng I-V của một điện trở lý tưởng



- ▶ Các đường đặc trưng I-V ở trên xác định các yếu tố điện trở, nếu chúng ta áp bất kỳ giá trị điện áp cho các phần tử điện trở, dòng điện thu được trực tiếp từ các đặc tính I-V. Kết quả là, điện năng được tạo ra bởi phần tử điện trở cũng có thể được xác định từ đường cong I-V.
- ▶ Nếu điện áp và dòng điện dương thì đường đặc trưng I-V sẽ dương và nằm ở góc phần tư thứ I, nếu áp điện âm thì dòng điện cũng âm khi đó đường đặc trưng I-V sẽ âm và nằm ở góc phần tư thứ III.

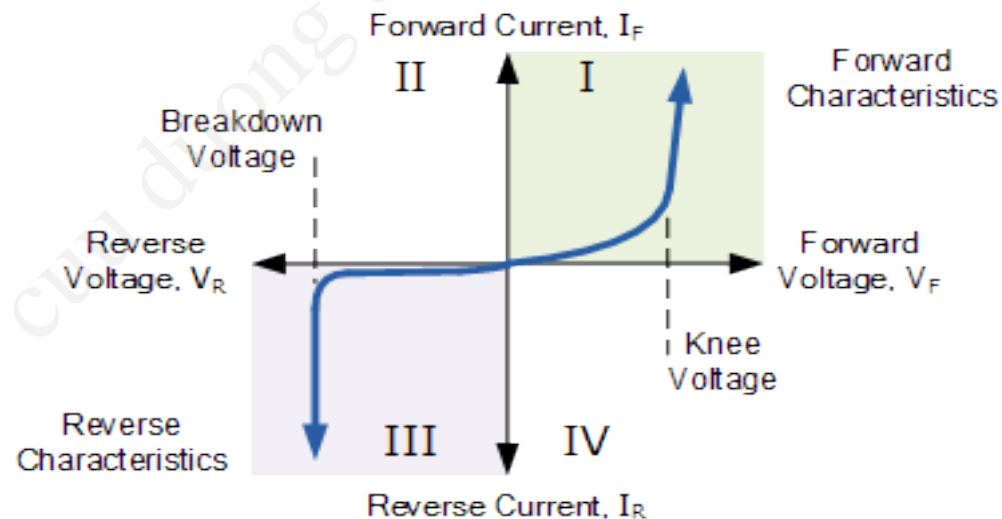
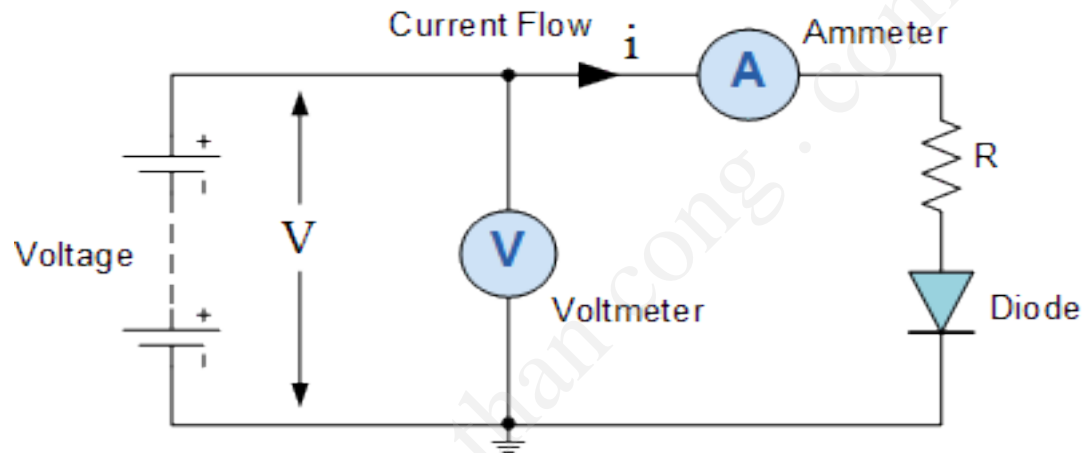


- 
- ▶ Đối với điện trở thuần, mối quan hệ giữa điện áp và dòng điện là tuyến tính và liên tục tại một nhiệt độ xác định,  $I = V/R$ . Dòng điện là một hàm của điện áp.
  - ▶ Trong ví dụ đơn giản này, dòng điện  $I$  phụ thuộc vào điện thế  $V$  khác nhau, là một đường thẳng có độ dốc là  $1/R$  vì mối quan hệ là tuyến tính và ohmic.

# Đặc trưng I-V của bán dẫn

- ▶ Các thiết bị bán dẫn như diode, transistors, và thyristors đều được xây dựng bằng cách sử dụng bán dẫn tiếp giáp PN và như vậy đặc trưng I-V của chúng sẽ phản ánh các hoạt động của các tiếp giáp PN này. những thiết bị này sẽ có những đặc trưng I-V phi tuyến tính, trái ngược với điện trở có mối quan hệ tuyến tính giữa dòng điện và điện thế.
- ▶ ví dụ, các chức năng chính của một diode bán dẫn là biến đổi AC  $\rightarrow$  DC. Khi một diode được áp điện theo chiều thuận nó sẽ cho dòng điện đi qua. Khi diode được áp theo chiều nghịch, dòng điện sẽ bị chặn. Khi đó, một tiếp giáp PN cần một thế hiệu dịch của một phân cực nhất định và biên độ dòng điện. Thế hiệu dịch này cũng kiểm soát trở kháng của mối nối và do đó dòng điện chạy qua nó.

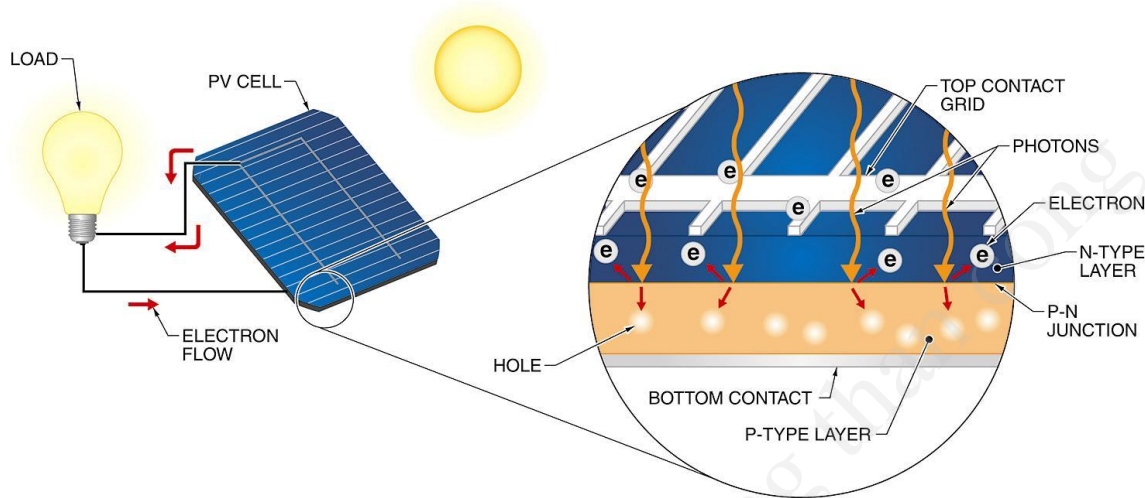
# Đặc trưng I-V của diod



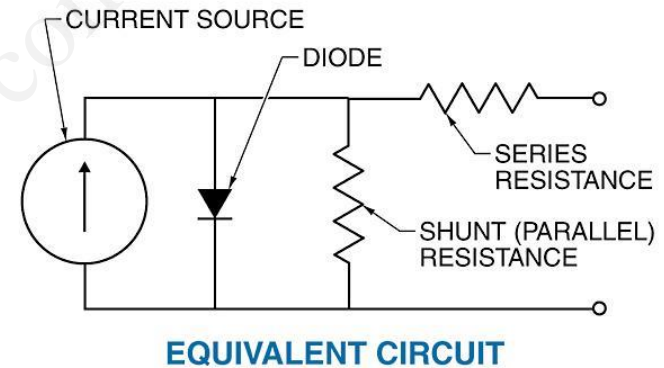
# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

## Pin mặt trời

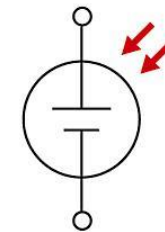
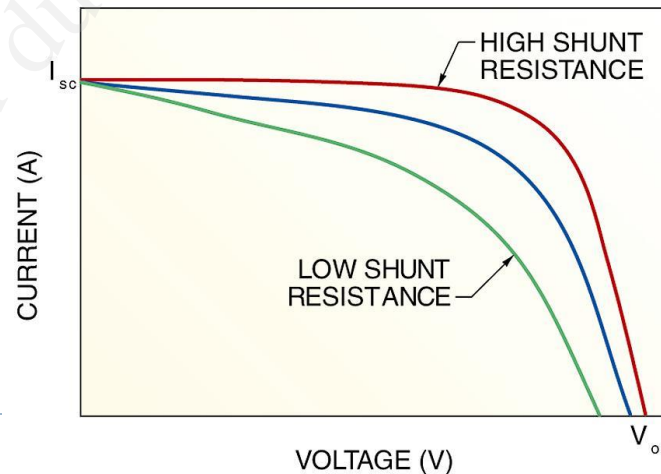
### Photovoltaic Effect



### Schematic Symbols

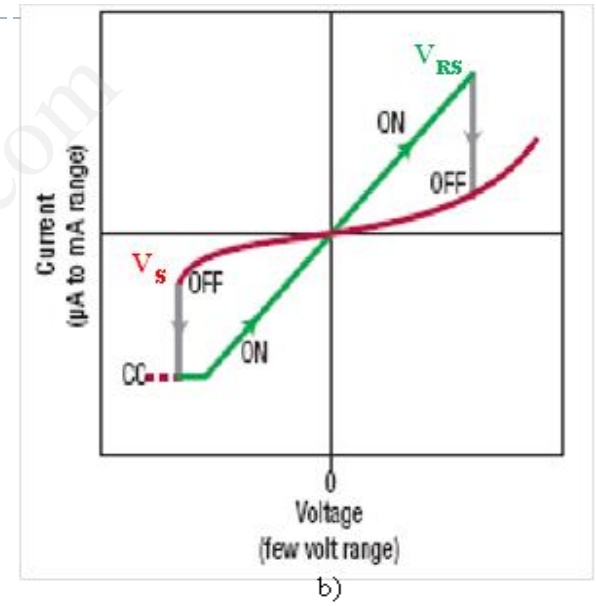
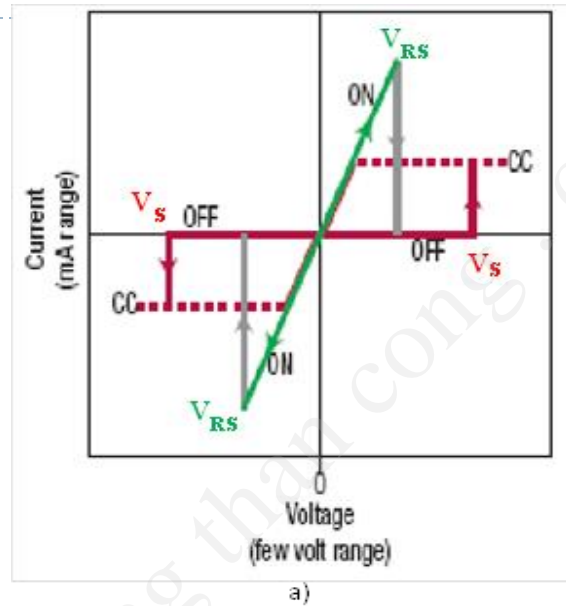
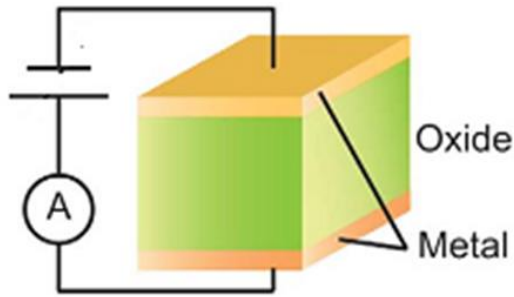


### Shunt (Parallel) Resistance



# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

## RRAM

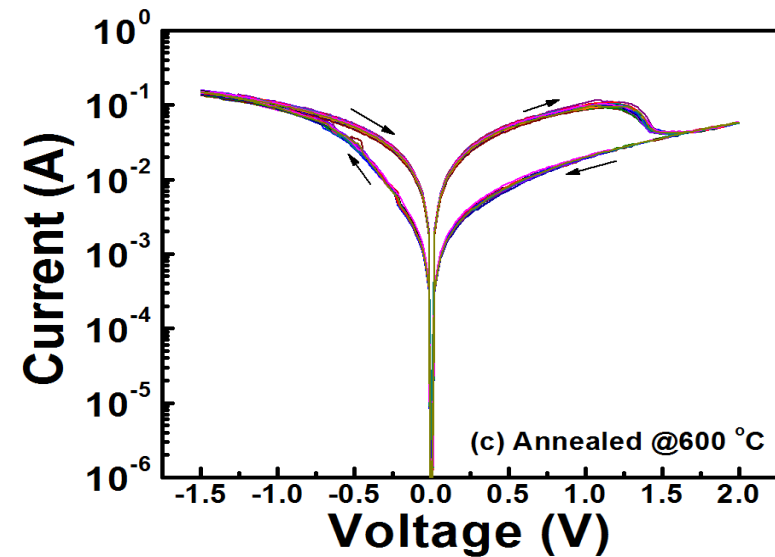
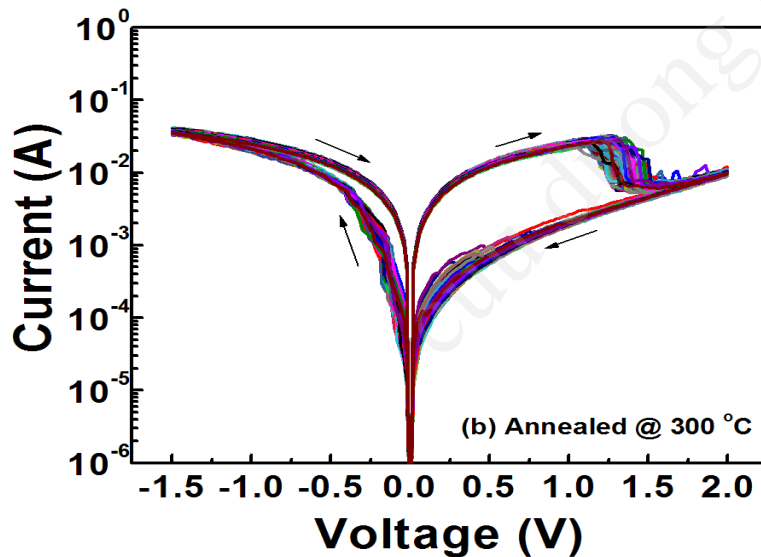
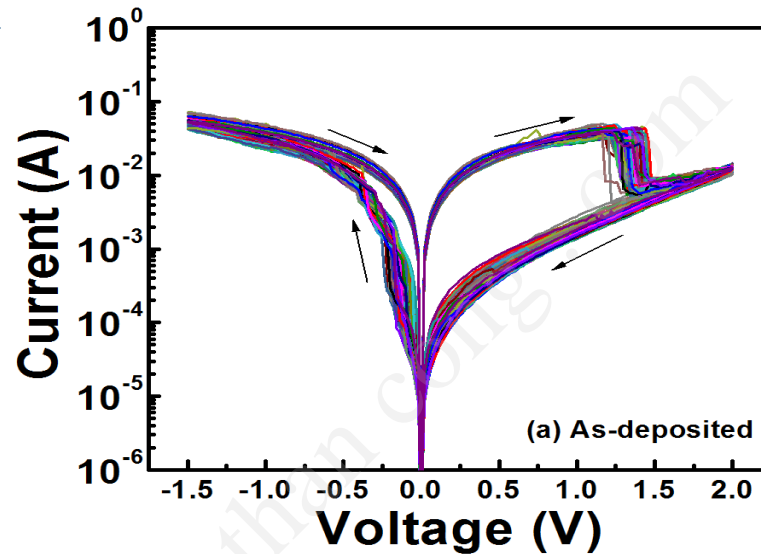
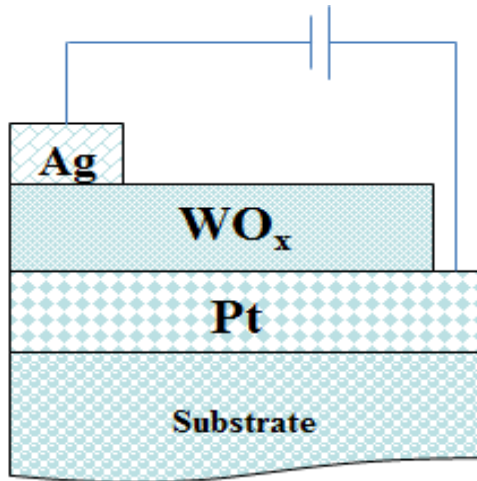


Ở Hình a) cho thấy thể thiết lập  $V_S$  để chuyển đổi điện trở từ mức OFF về mức ON có sự phân cực giống với thể tái thiết lập  $V_{RS}$  chuyển điện trở về mức ON từ mức OFF. Tuy nhiên độ lớn  $V_S$  và  $V_{RS}$  có thể giống hoặc khác nhau.

Ở Hình b)  $V_S$  và  $V_{RS}$  phân cực khác nhau, vì vậy chiều chuyển đổi không những phụ thuộc vào độ lớn của thể áp vào mà còn phụ thuộc vào sự phân cực.

# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

## RRAM



# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

## RRAM

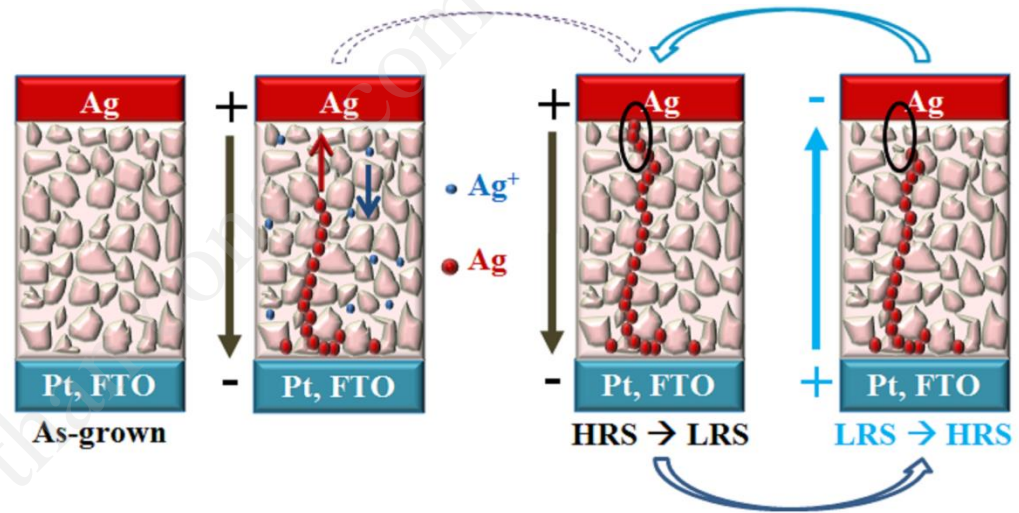
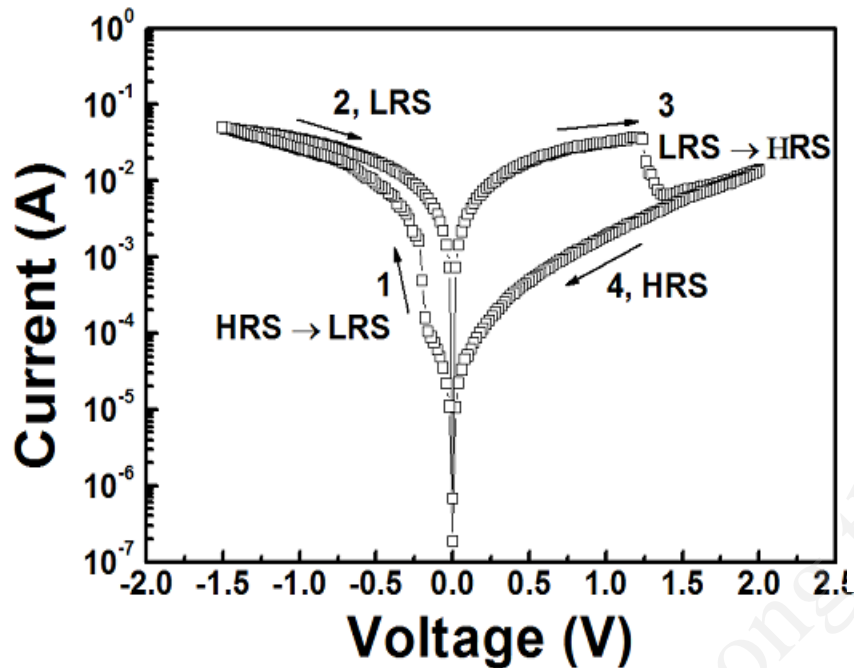


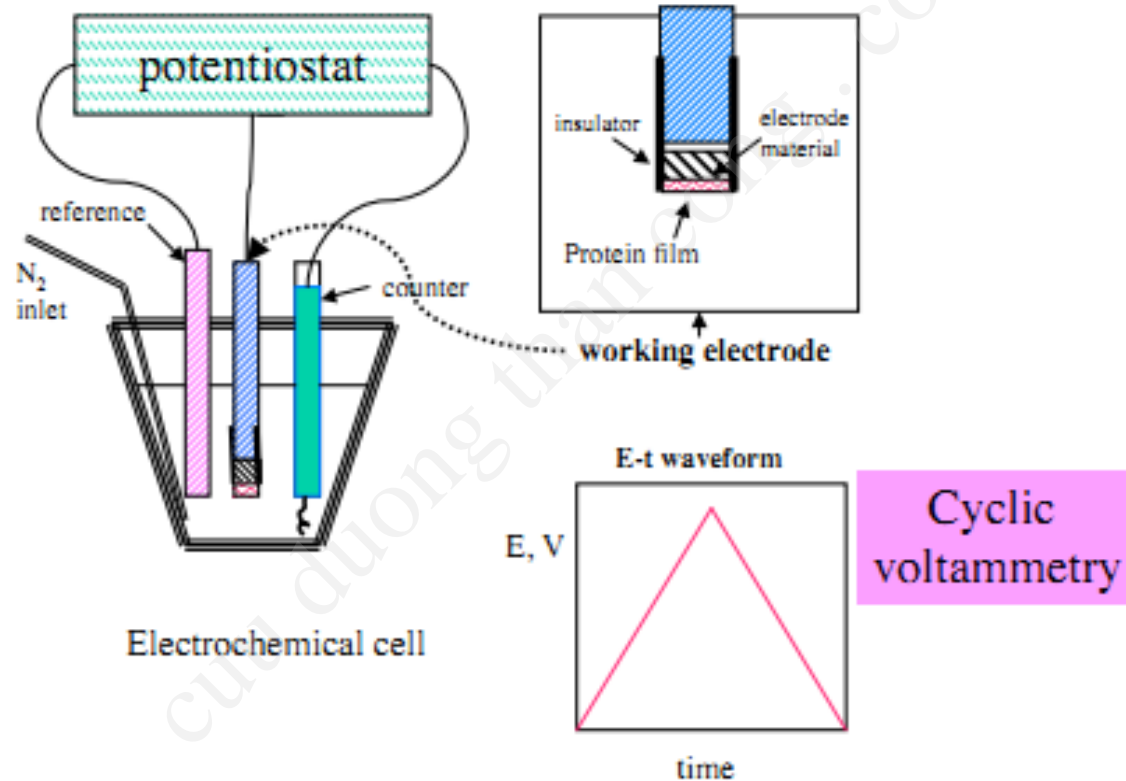
Table I. Dominant electrical conduction mechanisms in Ag/WO<sub>3</sub>/Pt, Ag/WO<sub>3</sub>/FTO, and Ti/WO<sub>3</sub>/FTO devices

Device	Sweeping Process: 0 → -V <sub>max</sub> → 0 → +V <sub>max</sub> → 0			
	0 → -V <sub>max</sub>	-V <sub>max</sub> → 0	0 → +V <sub>max</sub>	+V <sub>max</sub> → 0
Ag/WO <sub>3</sub> /Pt	HRS → LRS Trap-controlled space-charge-limited conduction → ballistic conduction	LRS Ohmic conduction	LRS → HRS Ohmic conduction → Fowler-Nordheim tunneling conduction	HRS Fowler-Nordheim tunneling conduction
Ag/WO <sub>3</sub> /FTO	HRS → LRS Trap-controlled space-charge-limited conduction → ballistic conduction	LRS Ohmic conduction	LRS → HRS Ohmic conduction → Fowler-Nordheim tunneling conduction	HRS Fowler-Nordheim tunneling conduction
Device	Sweeping process: 0 → +V <sub>max</sub> → 0 → -V <sub>max</sub> → 0			
Ti/WO <sub>3</sub> /FTO	0 → +V <sub>max</sub> HRS → LRS Trap-controlled space-charge-limited conduction → ballistic conduction	+V <sub>max</sub> → 0 LRS Ballistic conduction	0 → -V <sub>max</sub> LRS → HRS Ballistic conduction → Fowler-Nordheim tunneling conduction	-V <sub>max</sub> → 0 HRS Fowler-Nordheim tunneling conduction



# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

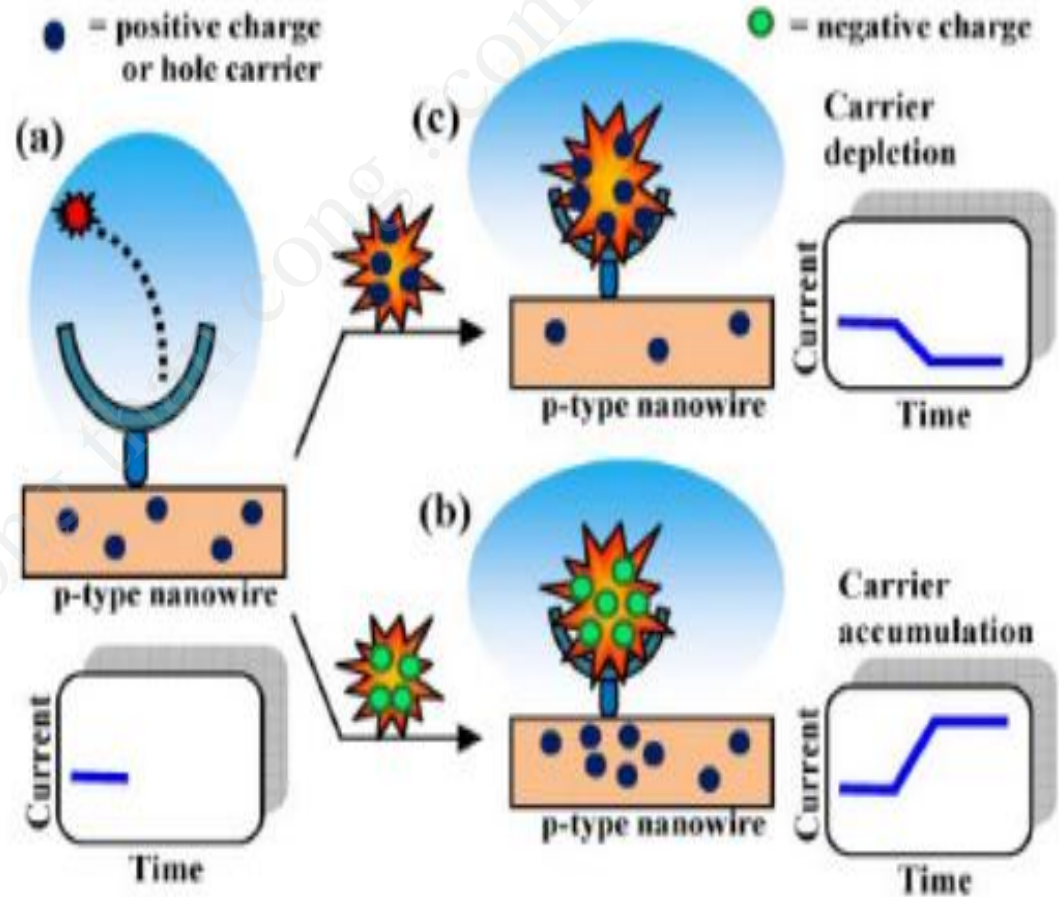
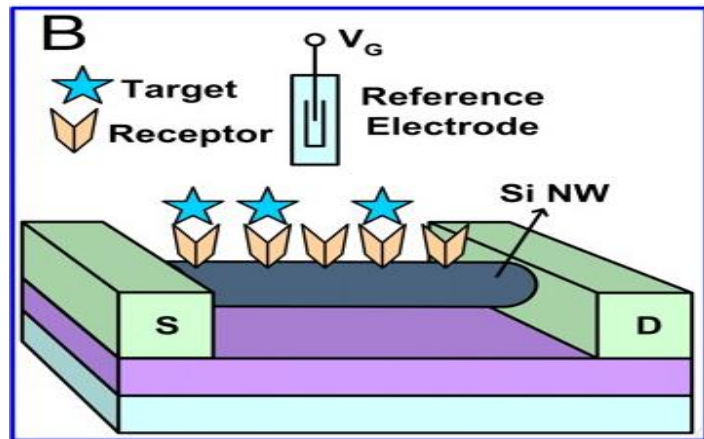
## **Cảm biến sinh học điện hóa**





# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

## Cảm biến sinh học hiệu ứng trường



# Một số ứng dụng của phép đo đặc trưng I-V

## **Cảm biến sinh học trở nhớ**

