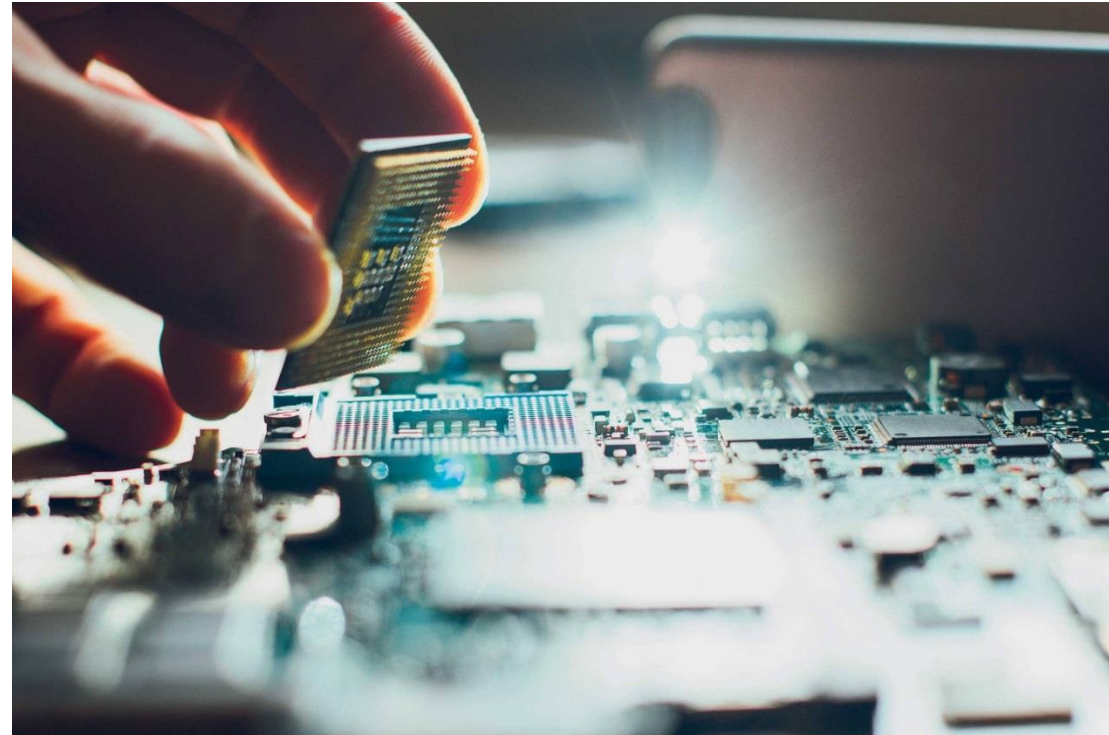


DISPOZITIVE ELECTRONICE ÎN ELECTRONICA APLICATĂ

Tema 8:
**DISPOZITIVE
SEMICONDUCTOARE SPECIALE**

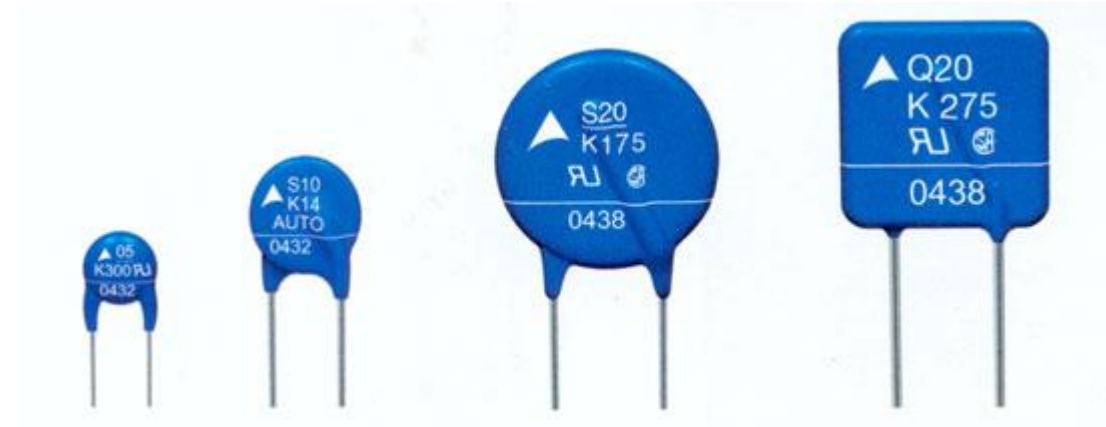


Dispozitive semiconductoare speciale: Tipuri

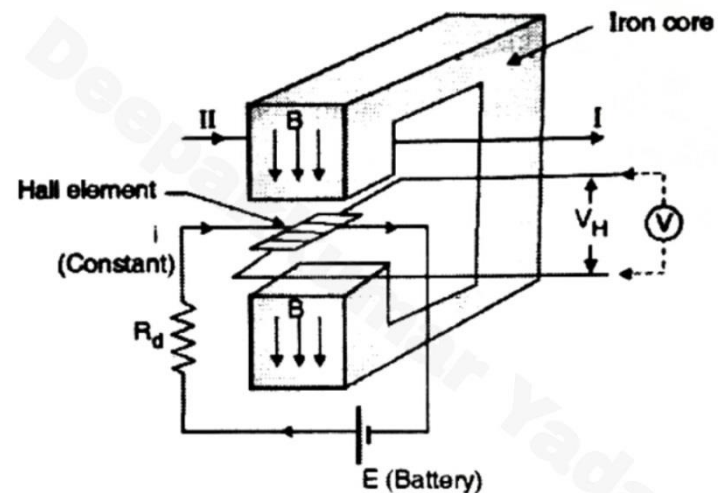
Termistorul



Varistorul



Generatorul Hall



Hall Generator

Termistorul

- Termistorul este un tip special de element rezistiv variabil care își schimbă rezistența fizică atunci când este expus la schimbări de temperatură.
- Termistorul este un dispozitiv solid-state de detectare a temperaturii, care acționează un pic ca un rezistor electric, dar este sensibil la temperatură. Termistoarele pot fi utilizate pentru a produce o tensiune de ieșire analogică cu variații ale temperaturii ambiante și ca atare pot fi raportate ca un traductor. Acest lucru se datorează faptului că creează o schimbare a proprietăților sale electrice datorită unei schimbări fizice a căldurii.
- Un termistor este în principiu un traductor solid-state, sensibil termic, cu două terminale, realizat din oxizi metalici sensibili, pe bază de semiconductori, cu conductori de legătură metalizați sau sinterizați pe un disc ceramic sau bile. Acest lucru îi permite să-și schimbe valoarea rezistivă proporțional cu variațiile mici ale temperaturii. Cu alte cuvinte, pe măsură ce temperatura sa se schimbă, la fel face și rezistența sa și, ca atare, denumirea sa, "Thermistor" este o combinație a cuvintelor **THERM**-ally res-**ISTOR**.

Termistorul

- În timp ce schimbarea rezistenței datorată căldurii este, în general, nedorită în rezistoarele standard, acest efect poate fi folosit în multe circuite de detecție a temperaturii. Deci, fiind dispozitive cu rezistență variabilă neliniară, termistoarele sunt frecvent utilizate ca senzori de temperatură care au multe aplicații pentru a măsura temperatura lichidelor și a aerului ambiant.
- De asemenea, fiind un dispozitiv solid-state, făcut din oxizi metalici foarte sensibili, funcționează la nivel molecular, cu electronii de valență devenind mai activi și producând un coeficient de temperatură negativ sau mai puțin activ, producând un coeficient de temperatură pozitiv când temperatura termistorului este crescută. Acest lucru înseamnă că pot avea caracteristici de temperatură foarte bune pentru rezistență reproductibilă, permițându-le să funcționeze până la temperaturi de aproximativ 200°C.
- În timp ce utilizatorii primari ai termistoarelor sunt ca senzori de temperatură rezistivi, fiind dispozitive rezistive aparținând familiei rezistorului, ele pot fi utilizate în serie cu o componentă sau un dispozitiv pentru a controla curentul care trece prin ele. Cu alte cuvinte, ele pot fi utilizate și ca dispozitive de limitare a curentului.

Termistorul

- Termistoarele sunt disponibile într-o gamă largă de tipuri, materiale și dimensiuni, în funcție de timpul de reacție și temperatura de funcționare. De asemenea, termistoarele etanșate ermetic elimină erorile din citirile de rezistență datorate penetrării umidității, oferind în același timp temperaturi ridicate de funcționare și o dimensiune compactă. Cele trei tipuri cele mai des întâlnite sunt: termistoare cu bile, termistoare de disc și termistoare încapsulate în sticlă.
- Aceste rezistoare dependente de căldură pot funcționa într-una din cele două moduri, fie crescând, fie scăzând valoarea lor rezistivă cu variația de temperatură. Astfel, sunt disponibile două tipuri de termistori: cu coeficient de temperatură negativ (NTC) al rezistenței și cu coeficient de temperatură pozitiv (PTC).



Termistor cu coeficient de temperatură negativ

- Termistorul cu coeficient de temperatură negativ al rezistenței sau *termistor NTC* pe scurt, își micșorează valoarea rezistivă, pe măsură ce temperatura ambiantă crește. În general, termistoarele NTC sunt cele mai frecvent utilizate tipuri de senzori de temperatură, deoarece pot fi folosite în aproape orice tip de echipament în care temperatura joacă un rol.
- Termistoarele NTC au o relație de rezistență electrică negativă față de temperatură (R/T). Răspunsul negativ relativ mare al unui termistor NTC înseamnă că mici variații ale temperaturii pot provoca schimbări semnificative în rezistența sa electrică. Acest lucru le face ideale pentru măsurarea și controlul precis al temperaturii.
- Dacă rezistența termistorului depinde în mare măsură de temperatură, trimițând un curent constant prin termistor și măsurând căderea de tensiune pe acesta, putem determina rezistența și temperatura.
- Termistoarele NTC sunt de obicei caracterizate de rezistența lor de bază la temperatura camerei, adică 25°C (77°F), deoarece aceasta oferă un punct de referință convenabil. De exemplu, 2k2 Ω la 25°C, 10 kΩ la 25°C sau 47 kΩ la 25°C, etc.

Termistor cu coeficient de temperatură negativ

- O altă caracteristică importantă este valoarea "B". Valoarea B este o constantă de material determinată de materialul ceramic din care este făcută și descrie gradientul curbei rezistive (R/T) pe un anumit interval de temperatură între două puncte de temperatură. Fiecare material termistor va avea o constantă diferită de material și, prin urmare, o curbă diferită de rezistență față de temperatură.
- Deci, valoarea B va defini valoarea rezistivă a termistorului la prima temperatură sau la punctul de bază (care este de obicei 25°C), numit T_1 , și valoarea rezistivă a termistorului la un al doilea punct de temperatură, de exemplu 100°C , numit T_2 . Prin urmare, valoarea B va defini constanta de material a termistorului între intervalul T_1 și T_2 . Aceasta este BT_1/T_2 sau $B_{25/100}$ cu valori B tipice termistorului NTC date undeva între 3000 și 5000.
- Rețineți, totuși, că ambele puncte de temperatură T_1 și T_2 sunt calculate în unitățile de temperatură Kelvin unde $0^{\circ}\text{C} = 273,15$ Kelvin. Astfel, o valoare de 25°C este egală cu $25^{\circ} + 273,15 = 298,15$ K, iar 100°C este egală cu $100^{\circ} + 273,15 = 373,15$ K, etc.

Termistor cu coeficient de temperatură negativ

- Astfel, prin cunoașterea valorii B a unui anumit termistor (obținut din fișa tehnică a producătorilor), este posibil să se producă un tabel de temperatură versus rezistență pentru a construi un grafic adecvat folosind următoarea ecuație normalizată:

Ecuația termistorului

$$B_{(T1/T2)} = \frac{T_2 \times T_1}{T_2 - T_1} \times \ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)$$

unde:

T1 este primul punct de temperatură în Kelvin

T2 este al doilea punct de temperatură în Kelvin

R1 este rezistența termistorilor la temperatura T1 în Ohmi

R2 este rezistența termistorilor la temperatura T2 în Ohmi

Exemplul nr. 1 de termistor

- Un termistor NTC de 10 k Ω are o valoare B de 3455 între intervalul de temperatură de 25°C până la 100°C. Calculați valoarea sa rezistivă la 25°C și la 100°C.
- Date: B = 3455, R1 = 10 k Ω la 25°C. Pentru a converti scala de temperatură de la grade Celsius °C la grade Kelvin adăugați constanta matematică 273,15.
- Valoarea lui R1 este dată deja ca rezistență de bază de 10 k Ω , astfel valoarea lui R2 la 100°C este calculată ca:

$$B_{(25/100)} = \frac{(100+273.15) \times (25+273.15)}{(100+273.15) - (25+273.15)} \times \ln\left(\frac{10000}{R_x}\right)$$

$$3455 = \frac{111254.6725}{75} \times \ln\left(\frac{10000}{R_x}\right)$$

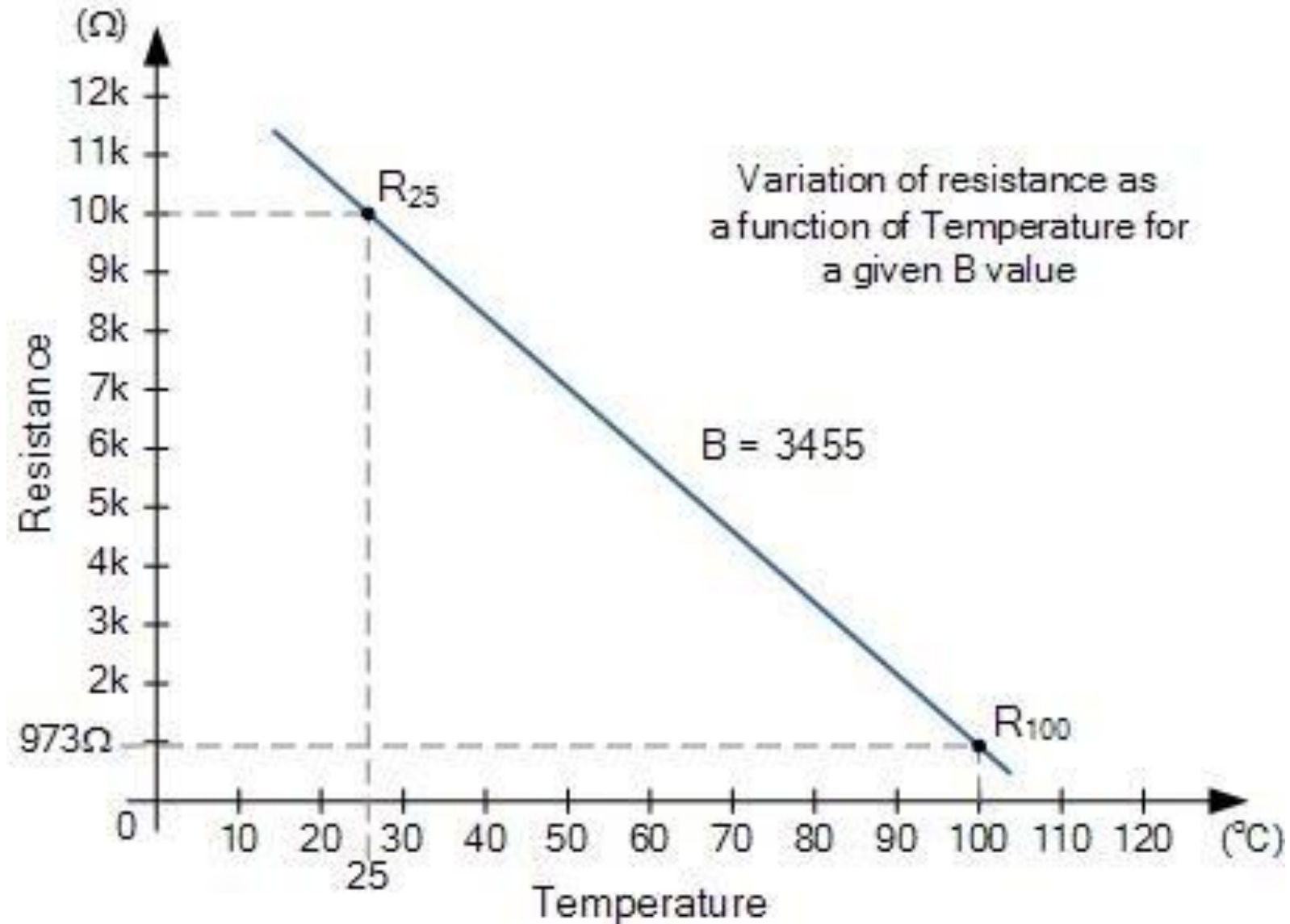
$$3455 = 1483.4 \times \ln\left(\frac{10000}{R_x}\right)$$

$$e^{\left[\frac{3455}{1483.4}\right]} = \frac{10000}{R_x}$$

$$\therefore R_x = \frac{10000}{e^{2.33}} = 973\Omega$$

Exemplul nr. 1 de termistor

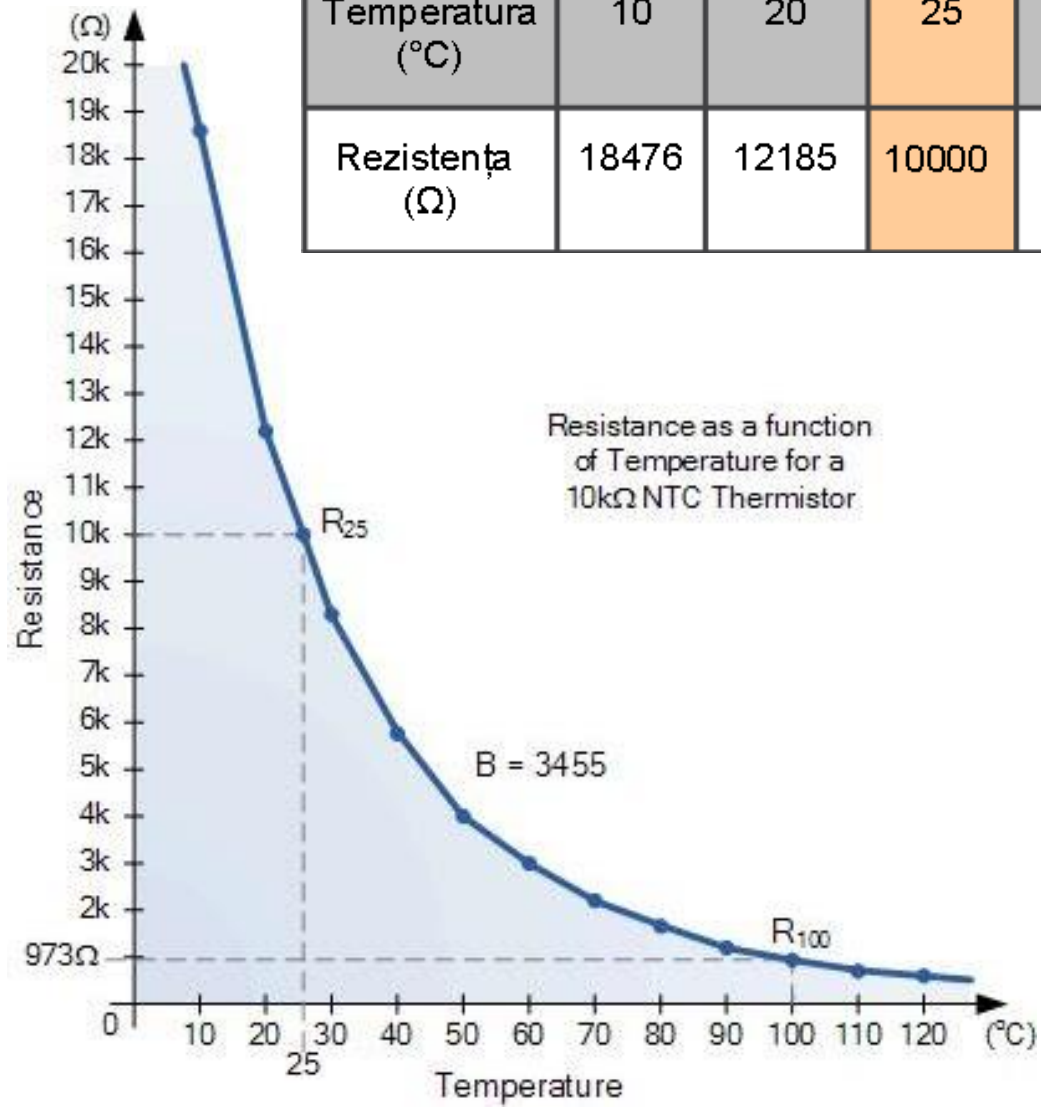
Oferind următoarele două caracteristici ale graficului:



Curba caracteristică termistorului NTC

În general termistoarele își schimbă rezistența exponențial cu modificări ale temperaturii, astfel încât curba lor caracteristică este neliniară, prin urmare, cu cât mai multe puncte de temperatură sunt calculate, cu atât curba va fi mai precisă.

Temperatura (°C)	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Rezistența (Ω)	18476	12185	10000	8260	5740	4080	2960	2188	1645	1257	973	765	608

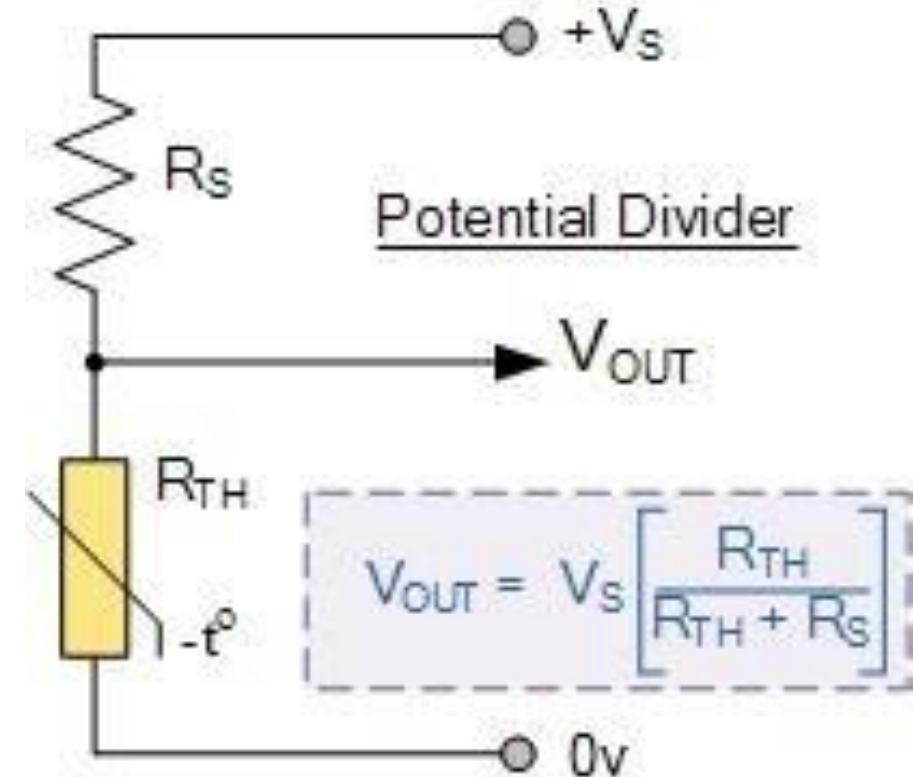


Utilizarea unui termistor pentru măsurarea temperaturii

Deoarece un termistor este un tip activ al unui senzor, adică necesită un semnal de excitație pentru funcționarea acestuia, orice modificare a rezistenței sale ca urmare a schimbărilor de temperatură poate fi transformată într-o schimbare de tensiune.

Cea mai simplă modalitate de a face acest lucru este să folosiți termistorul ca parte a unui circuit divizor de potențial așa cum este arătat. O tensiune constantă este aplicată pe circuitul rezistor și termistor serie cu tensiunea de ieșire măsurată pe termistor.

Dacă, de exemplu, folosim un termistor de $10\text{ k}\Omega$ cu un rezistor serie de $10\text{ k}\Omega$, atunci tensiunea de ieșire la temperatura de bază de 25°C va fi jumătate din tensiunea de alimentare.



Atunci când rezistența termistorului se schimbă datorită variațiilor de temperatură, fracția tensiunii de alimentare a termistorului se modifică și produce o tensiune de ieșire care este proporțională cu fracțiunea din rezistența totală serie dintre terminalele de ieșire.

Astfel, circuitul divizor de potențial este un exemplu de rezistență simplă pentru convertorul de tensiune în care rezistența termistorului este controlată de temperatură, iar tensiunea de ieșire produsă este proporțională cu temperatura. Deci, cu cât termistor devine mai fierbinte, cu atât tensiunea este mai mică.

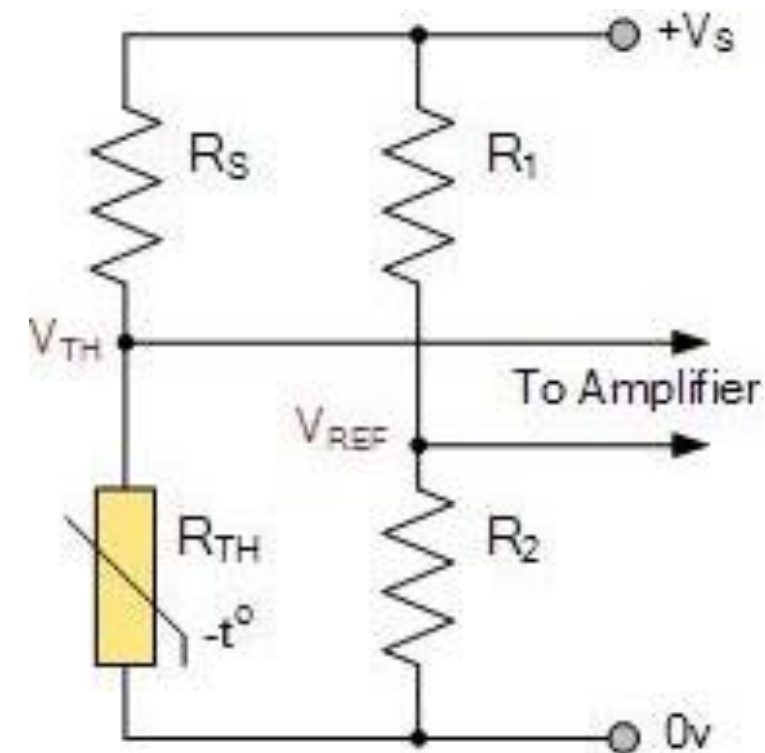
Utilizarea unui termistor pentru măsurarea temperaturii

Dacă am inversa pozițiile rezistorului serie, R_S și termistor, R_{TH} , atunci tensiunea de ieșire se va schimba în direcția opusă, adică dacă este mai cald termistorul, cu atât tensiunea de ieșire este mai mare. Putem folosi termistoare NTC ca parte a unei configurații de detectare a temperaturii folosind un circuit punte, așa cum este arătat. Relația dintre rezistorii R_1 și R_2 stabilește tensiunea de referință, V_{REF} la valoarea cerută. De exemplu, în cazul în care ambii R_1 și R_2 sunt de aceeași valoare, tensiunea de referință va fi egală cu $V_S/2$.

Pe măsură ce temperatura și, prin urmare, rezistența termistorului variază, tensiunea la V_{TH} se modifică, fie mai mare, fie mai mică decât V_{REF} , producând un semnal de ieșire pozitiv sau negativ către amplificatorul conectat.

Circuitul amplificator utilizat pentru acest circuit punte de detectare a temperaturii poate acționa ca amplificator diferențial, pentru sensibilitate și amplificare ridicate, sau ca circuit trigger-Schmitt pentru comutare ON-OFF.

Problema cu trecerea unui curent prin termistor în acest fel este că termistoarele produc ceea ce se numește efect de auto-încălzire, adică disiparea puterii I^2R poate fi suficient de mare pentru a crea mai multă căldură decât poate fi disipată de termistor afectând valoarea sa rezistivă și producând rezultate false.



Utilizarea unui termistor pentru măsurarea temperaturii

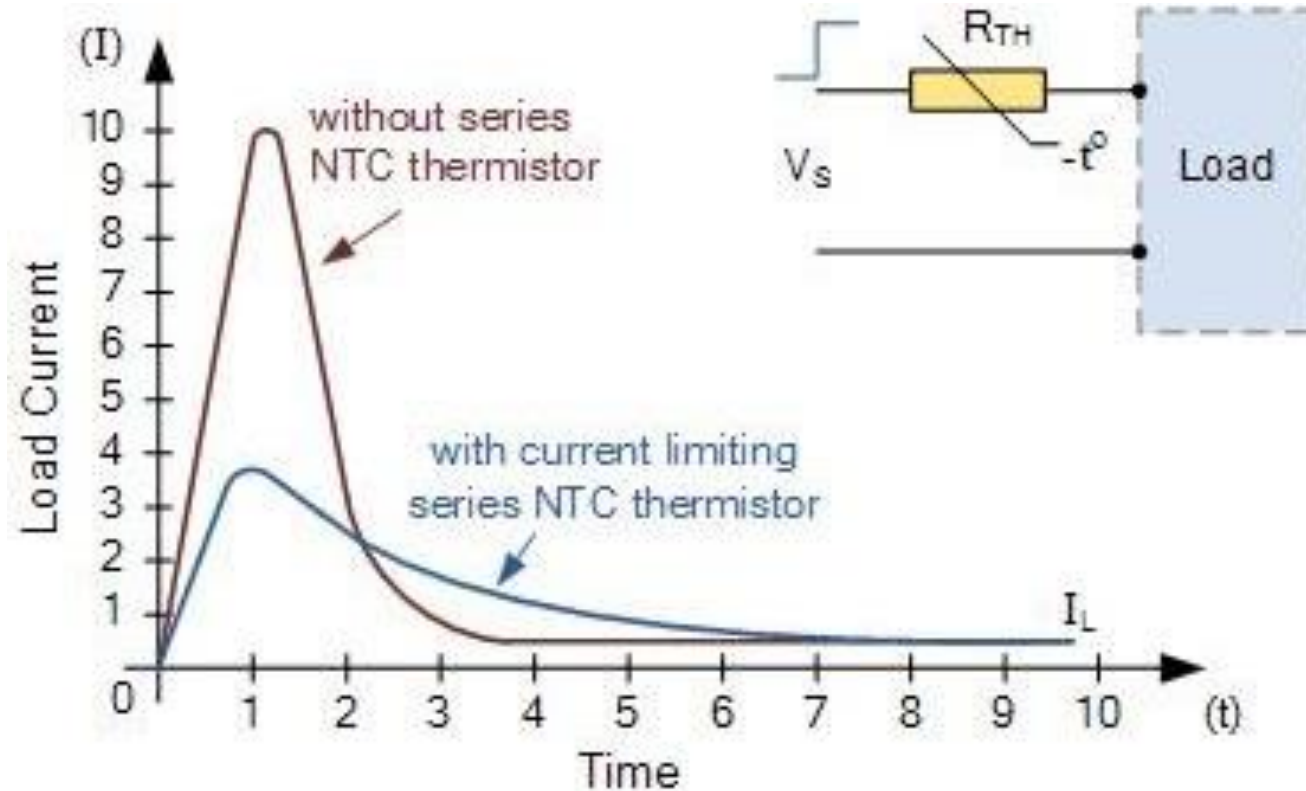
- Astfel, este posibil ca, dacă curentul prin termistor este prea mare, aceasta ar duce la o disipare a puterii sporită și, pe măsură ce crește temperatura, rezistența acestuia scade, determinând un curent mai mare, ceea ce crește temperatura, rezultând în ceea ce este cunoscut sub numele de *Thermal Runaway*. Cu alte cuvinte, dorim ca termistorul să fie fierbinte datorită temperaturii exterioare măsurate și nu prin autoîncălzire.
- Deci, valoarea pentru rezistorul serie, R_S , de mai sus, ar trebui să fie aleasă pentru a oferi un răspuns rezonabil larg pe intervalul de temperaturi pentru care termistorul poate fi utilizat, în același timp, limitând curentul la o valoare sigură la cea mai înaltă temperatură.
- O modalitate de îmbunătățire în acest sens și o conversie mai exactă a rezistenței în temperatură (R/T) este prin comanda termistorului cu o sursă de curent constantă. Variația rezistenței poate fi măsurată prin utilizarea unui curent continuu mic și măsurat, sau DC, trecut prin termistor pentru a măsura căderea de tensiune produsă.

Utilizarea Termistorului

- **Termistor folosit pentru suprimarea curentului de pornire**

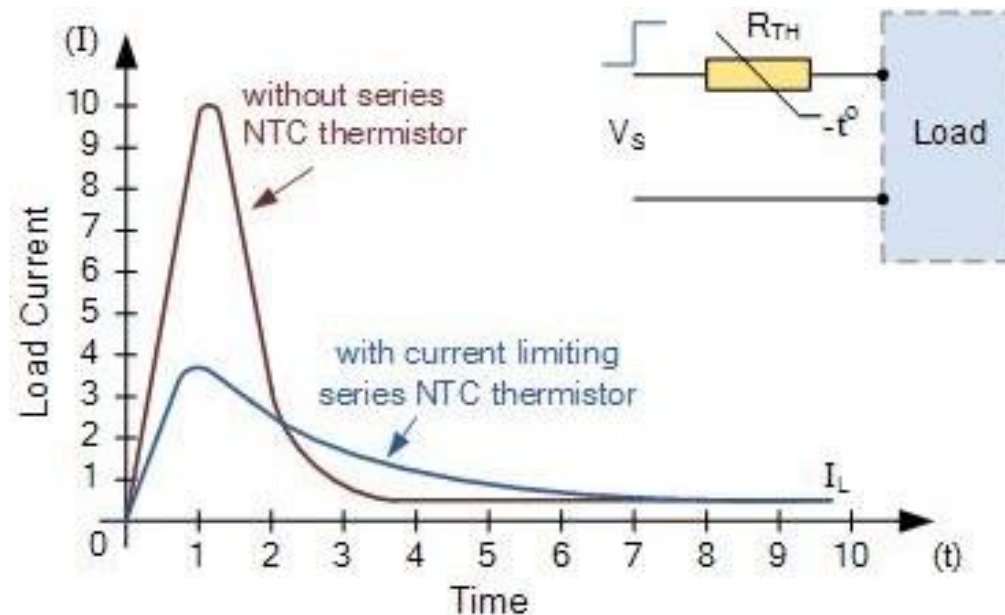
Echipamentele electrice inductive, cum ar fi motoarele, transformatoarele, balastul de iluminare etc., suferă de curenți excesivi de pornire atunci când sunt comutate ON inițial. Dar termistoarele conectate în serie pot fi utilizate pentru a limita efectiv acești curenți inițiali mari la o valoare sigură. Termistoarele NTC cu valori scăzute ale rezistenței la rece (la 25°C) sunt utilizate în general pentru reglarea curentului.

- **Termistor de limitare a curentului de pornire**



Termistor de limitare a curentului de pornire

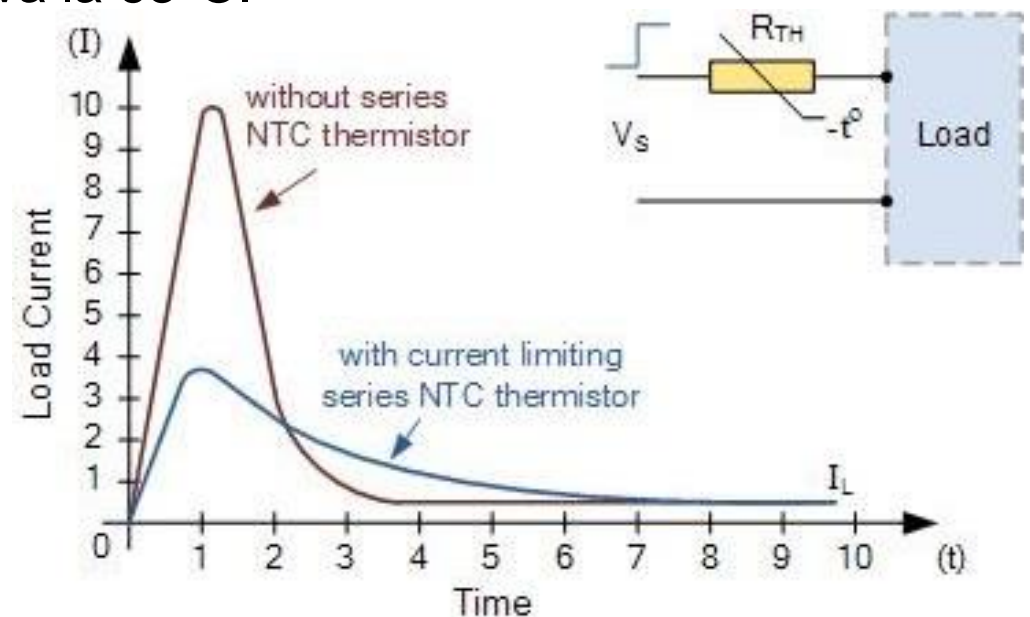
- Dispozitivele supresoare de curent inrush și limitatoarele de supratensiune sunt tipuri de termistor conectat în serie, a cărei rezistență scade la o valoare foarte scăzută, deoarece este încălzit de curentul de sarcină care trece prin el. La pornirea inițială, valoarea rezistenței la rece a termistorului (rezistența de bază) este destul de ridicată, controlând curentul de pornire inițial spre sarcină.
- Ca urmare a curentului de sarcină, termistul se încălzește și reduce rezistența sa relativ încet până la punctul în care puterea disipată pe el este suficientă pentru a-și menține valoarea scăzută a rezistenței cu cea mai mare parte a tensiunii aplicate dezvoltată pe sarcină.



Termistor de limitare a curentului de pornire

- Datorită inerției termice a masei sale, acest efect de încălzire durează câteva secunde, timp în care curentul de sarcină crește treptat, mai degrabă decât instantaneu, astfel încât orice curent ridicat de intrare este limitat și puterea pe care o extrage se reduce în consecință. Datorită acestei acțiuni termice, termistoarele de suprimare a curentului de pornire pot funcționa foarte fierbinte în starea de rezistență scăzută, astfel necesită o perioadă de răcire sau recuperare după eliminarea puterii pentru a permite rezistența termistorului NTC să crească suficient pentru a asigura suprimarea curentului de intrare data viitoare, când este necesar.
- Astfel, viteza de răspuns a unui termistor limitator de curent este dată de constanta sa de timp. Adică, timpul necesar pentru rezistența sa să varieze cu 63% (adică 1 la $1/e$) din variația totală. De exemplu, presupunem că temperatura ambiantă se schimbă de la 0 la 100°C , atunci constanta de timp de 63% ar fi timpul necesar ca termistorul să aibă o valoare rezistivă la 63°C .

Astfel, termistoarele NTC asigură protecție împotriva curenților de pornire mari nedorți, în timp ce rezistența lor rămâne neglijabil de scăzută în timpul funcționării continue de alimentare a sarcinii. Avantajul este că aceștia au capacitatea de a gestiona eficient curenții de pornire mult mai mari decât rezistoarele de limitare de curent fixe standard cu același consum de energie.



Rezumat

- Am văzut că un termistor este un traductor rezistiv cu două terminale, care își schimbă valoarea rezistivă cu variația temperaturii ambiante, prin urmare numit rezistor termic sau pur și simplu "termistor".
- Termistoarele sunt senzori de temperatură ieftini și ușor de obținut, construiți folosind oxizi de metale semiconductoare și sunt disponibile fie cu un coeficient de temperatură negativ (NTC) de rezistență, fie cu un coeficient de temperatură pozitiv (PTC) de rezistență. Diferența constă în faptul că termistoarele NTC reduc rezistența lor pe măsură ce temperatura crește, în timp ce termistoarele PTC își măresc rezistența pe măsura creșterii temperaturii.
- Termistoarele NTC sunt cele mai utilizate (în special termistorul NTC $10K\Omega$) și, împreună cu un rezistor serie R_S poate fi utilizat ca parte a unui simplu circuit divizor de potențial, astfel încât variațiile rezistenței sale datorate variațiilor de temperatură, produc o tensiunea de ieșire legată de temperatură.

Rezumat

- Dar, curentul de funcționare al termistorului trebuie să fie cât mai scăzut posibil pentru a reduce orice efecte de auto-încălzire. Dacă trec curenți de funcționare prea mari, pot crea mai multă căldură decât poate fi disipată rapid de termistor, ceea ce ar putea produce rezultate false.
- Termistoarele sunt caracterizate prin rezistența de bază și valoarea lor B . Rezistența de bază, de exemplu, $10\text{ k}\Omega$, este rezistența termistorului la o temperatură dată, de obicei 25°C și este definită ca: R_{25} . Valoarea B este o constantă de material fixă care descrie forma pantei curbei de rezistență cu temperatura (R/T).
- De asemenea, am văzut că termistoarele pot fi utilizate pentru a măsura o temperatură externă sau pot fi utilizate pentru a controla un curent ca urmare a efectului de încălzire I^2R , cauzat de curentul care trece prin el. Prin conectarea unui termistor NTC în serie cu o sarcină, este posibilă limitarea efectivă a curenților mari de pornire.

Varistorul

- Varistorul este un dispozitiv semiconductor pasiv solid-state cu două terminale, care este utilizat pentru a asigura protecția circuitelor electrice și electronice.
- Spre deosebire de siguranța sau întrerupătorul de circuit care oferă o protecție împotriva supracurentului, varistorul asigură o protecție la supratensiune, prin intermediul unei fixări de tensiune în mod similar cu cea a diodei zener.
- Cuvântul varistor este o combinație a cuvintelor **VARI**-abil rezi-**STOR** utilizate pentru a descrie modul lor de funcționare în primele lor zile de dezvoltare, care este un pic înșelătoare, deoarece un varistor nu poate fi variat manual ca un potențiomtru sau reostat .
- Dar, spre deosebire de un rezistor variabil a cărei valoare de rezistență poate fi variată manual între valorile sale minime și cele maxime, varistorul își schimbă automat valoarea rezistenței cu schimbarea tensiunii pe el, făcându-l un rezistor neliniar dependent de tensiune sau VDR pe scurt.

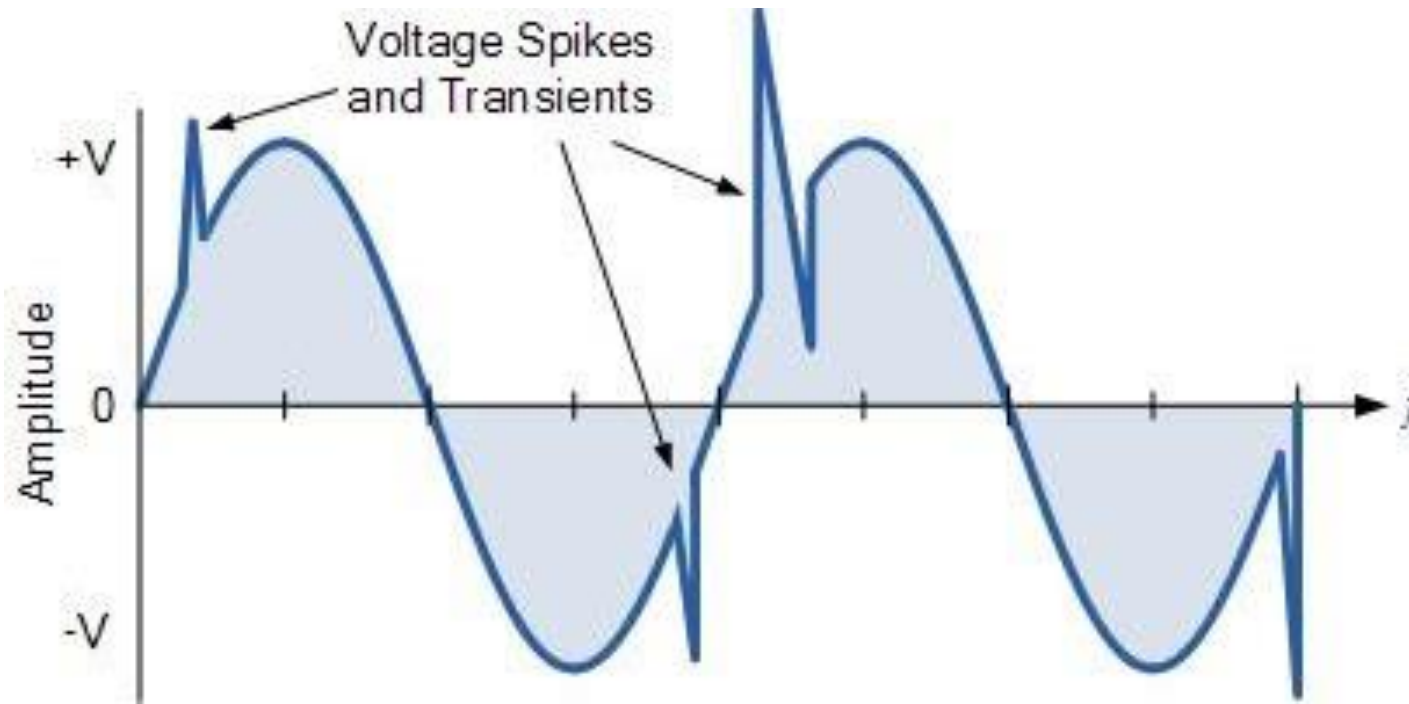
În prezent, corpul rezistiv al unui varistor este fabricat din material semiconductor, fiind un tip de rezistor semiconductor cu caracteristici de tensiune și curent simetrice non-ohmice, potrivite atât pentru aplicațiile de tensiune AC, cât și pentru cele DC.



Varistorul

- În multe privințe, varistorul arată similar la dimensiune și design unui condensator și este adesea confundat ca fiind unul. Totuși, un condensator nu poate suprima salturile de tensiune în același mod în care un varistor poate. Atunci când se aplică un salt de înaltă tensiune la un circuit, rezultatul este, de obicei, catastrofal pentru circuit, deci varistorul joacă un rol important în protecția circuitelor delicate electronice de vârfurile de comutare și de tranzițiile de tensiune.
- Tensiunile tranzitorii provin dintr-o varietate de circuite și surse electrice, indiferent dacă acestea funcționează dintr-o sursă de alimentare AC sau DC, deoarece acestea sunt adesea generate în circuit sau transmise în circuit din surse externe. Tranzițiile dintr-un circuit se pot ridica rapid crescând tensiunea la câteva mii de volți și aceste vârfuri de tensiune trebuie împiedicate să apară pe circuite și componente electronice delicate.
- Una dintre cele mai comune surse de tranziții de tensiune este efectul L (di/dt) cauzat de comutarea bobinelor inductive și a curenților de magnetizare a transformatorului, a aplicațiilor de comutare a motorului DC și a supratensiunilor de la pornirea circuitelor de iluminare fluorescentă sau a altor surse de alimentare.

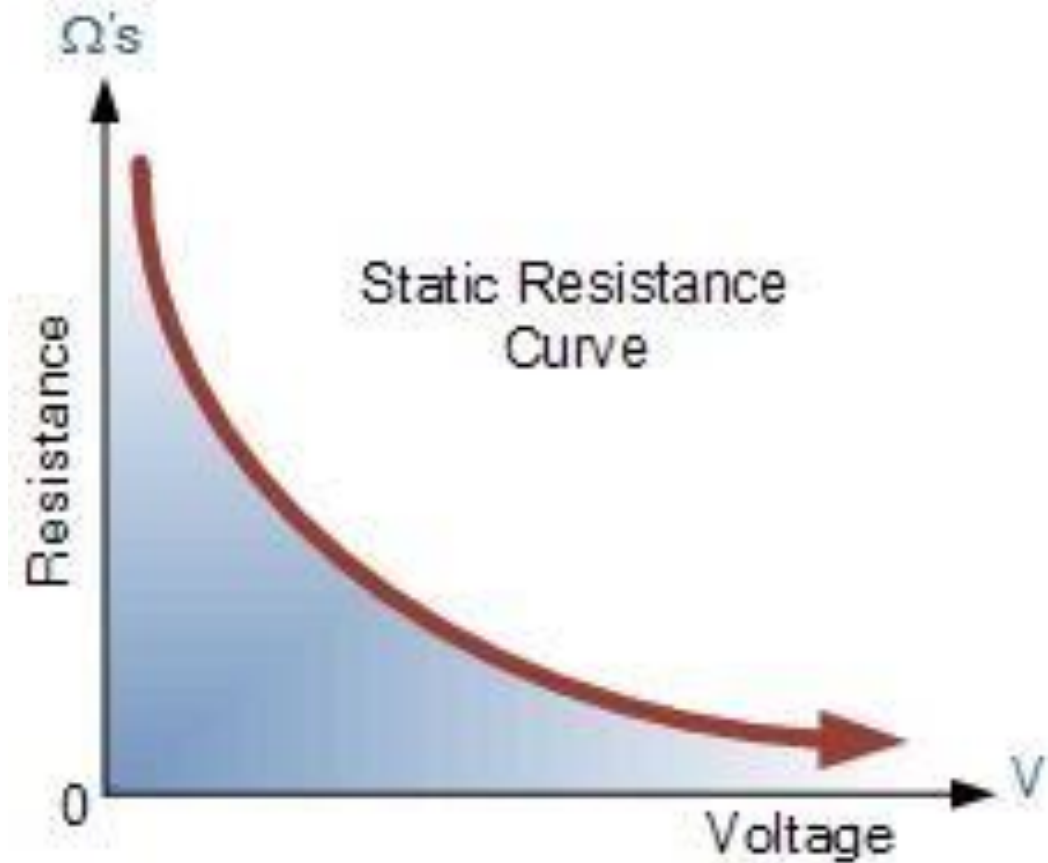
Tranziții ale formei de undă AC



- Varistoarele sunt conectate în circuite pe o sursă de alimentare fie de la fază la neutru, de la fază la fază pentru funcționare AC sau de la pozitiv la negativ pentru funcționare DC și au o tensiune nominală corespunzătoare aplicației lor. Un varistor poate fi utilizat pentru stabilizarea tensiunii DC și în special pentru protecția circuitelor electronice împotriva impulsurilor de tensiune mare.

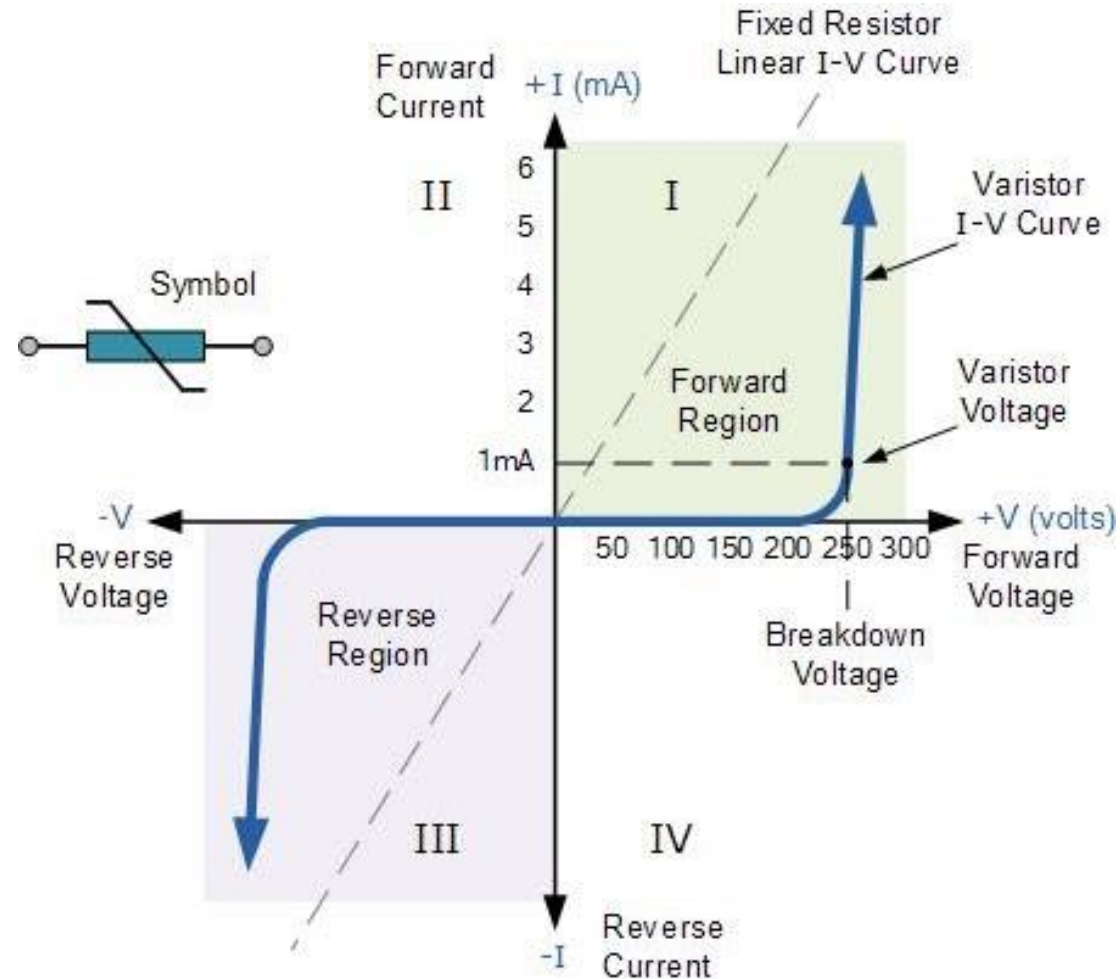
Rezistența statică a varistorului

- În condiții normale de funcționare, varistorul are o rezistență foarte mare, funcționând în mod similar cu dioda zener, permițând tensiunilor de prag inferioare să treacă neafectate.
- Atunci când tensiunea pe varistor (fie polaritatea) depășește valoarea nominală a varistorului, rezistența sa efectivă scade puternic cu creșterea tensiunii așa cum se vede.
- Știm din Legea lui Ohm că caracteristicile de curent-tensiune (I-V) ale unui rezistor fix sunt o linie dreaptă cu condiția ca R să fie ținut constant. Atunci, curentul este direct proporțional cu diferența potențială dintre capetele rezistorului.



Curba caracteristică varistorului

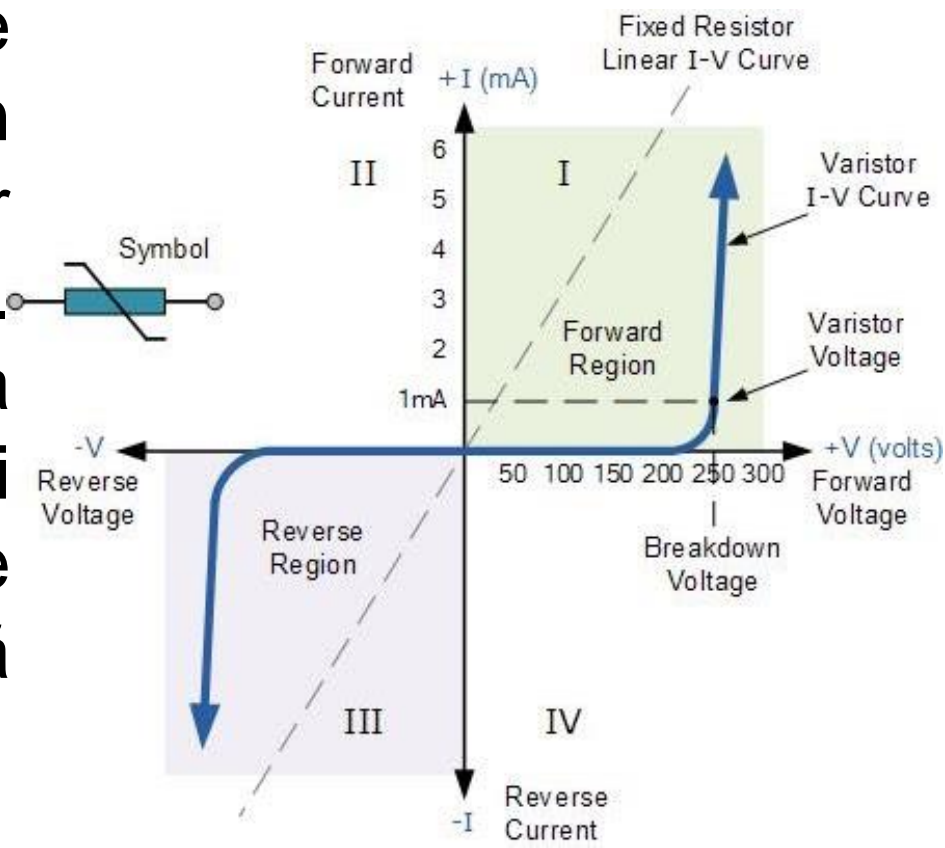
- Dar curba I-V ale unui varistor nu este o linie dreaptă, deoarece o mică variație de tensiune determină o schimbare semnificativă a curentului. O curbă caracteristică tipică curent- tensiune pentru un varistor standard este dată mai jos.



Curba caracteristică varistorului

- Putem observa că varistorul are caracteristici bidirecționale simetrice, adică varistorul funcționează în ambele direcții (cadranul I și III) ale unei forme de undă sinusoidală comportându-se în mod similar cu două diode zener conectate spate-în-spate.

Când nu conduce, curba I-V prezintă o relație liniară, deoarece curentul care trece prin varistor rămâne constant și scăzut la doar câțiva microamperi de curent de "scurgere". Acest lucru se datorează faptului că rezistența sa ridicată acționează ca un circuit deschis și rămâne constantă până când tensiunea pe varistor (fie polaritatea) ajunge la o anumită "tensiune nominală".

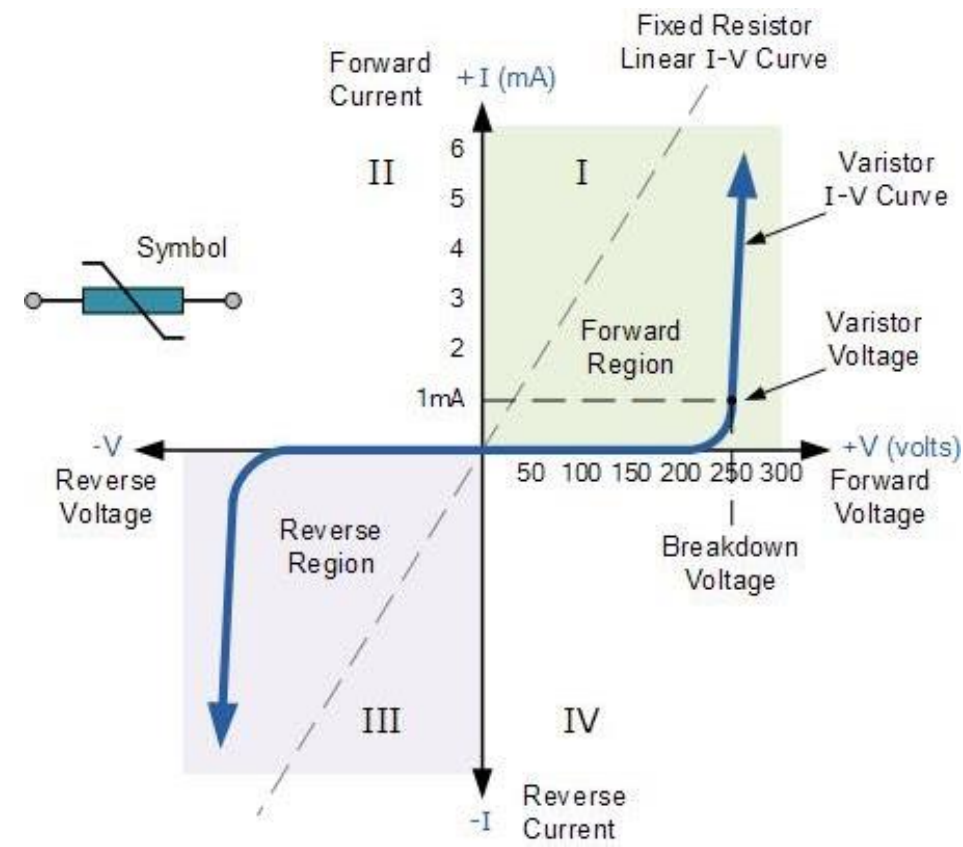


Curba caracteristică varistorului

- Această tensiune nominală sau fixată este tensiunea pe varistor măsurată cu curentul DC specificat de 1 mA. Adică, nivelul de tensiune DC aplicat pe terminalele sale, care permite un curent de 1 mA să curgă prin corpul rezistiv al varistorului, care, el însuși, este dependent de materialele utilizate în construcția sa. La acest nivel de tensiune, varistorul începe să se schimbe de la starea izolatoare la starea sa de conducție.

Atunci când tensiunea tranzitorie pe varistor este egală sau mai mare decât valoarea nominală, rezistența dispozitivului devine dintr-o dată foarte mică, transformând varistorul într-un conductor, datorită efectului de avalanșă al materialului său semiconductor. Micul curent de scurgere care curge prin varistor crește rapid, dar tensiunea pe acesta este limitată la un nivel chiar deasupra tensiunii de varistor.

Cu alte cuvinte, varistorul auto-reglează tensiunea tranzitorie pe el, permițând unui curent mai mare să curgă prin el și datorită curbei sale I-V abrupt neliniară, acesta poate trece curenți variabili în mare măsură pe o gamă îngustă de tensiune înlăturând orice vârf de tensiune.



Valori ale capacității varistorului

- Deoarece regiunea de conducție principală a unui varistor între cele două terminale se comportă ca un dielectric, sub tensiunea de fixare, varistorul acționează ca un condensator mai degrabă decât ca un rezistor. Fiecare varistor cu semiconductor are o valoare de capacitate care depinde direct de suprafața sa și variază invers proporțional cu grosimea sa.
- Atunci când se utilizează în circuite DC, capacitatea varistorului rămâne mai mult sau mai puțin constantă, cu condiția ca tensiunea aplicată să nu crească peste nivelul tensiune de fixare și scade brusc în apropierea tensiunii DC maxime.

Valori ale capacității varistorului

- În circuitele AC, această capacitate afectează rezistența corpului dispozitivului în regiunea de scurgere neconductoare a caracteristicilor sale I-V. Deoarece acestea sunt în mod normal conectate în paralel cu un dispozitiv electric pe care îl protejează împotriva tensiunilor, rezistența la scurgere a varistoarelor scade rapid cu creșterea frecvenței.
- Această relație este aproximativ liniară cu frecvența și rezistența paralelă rezultată, reactanța sa X_c poate fi calculată utilizând $1/2\pi fC$ ca pentru un condensator normal. Atunci, când frecvența crește, și curentul de scurgere va crește.
- Dar, la fel ca varistorul bazat pe semiconductor de siliciu, au fost dezvoltate varistoare de oxid metalic pentru a depăși unele dintre limitările asociate cu verii lor din carbură de siliciu.

Varistor oxid metalic

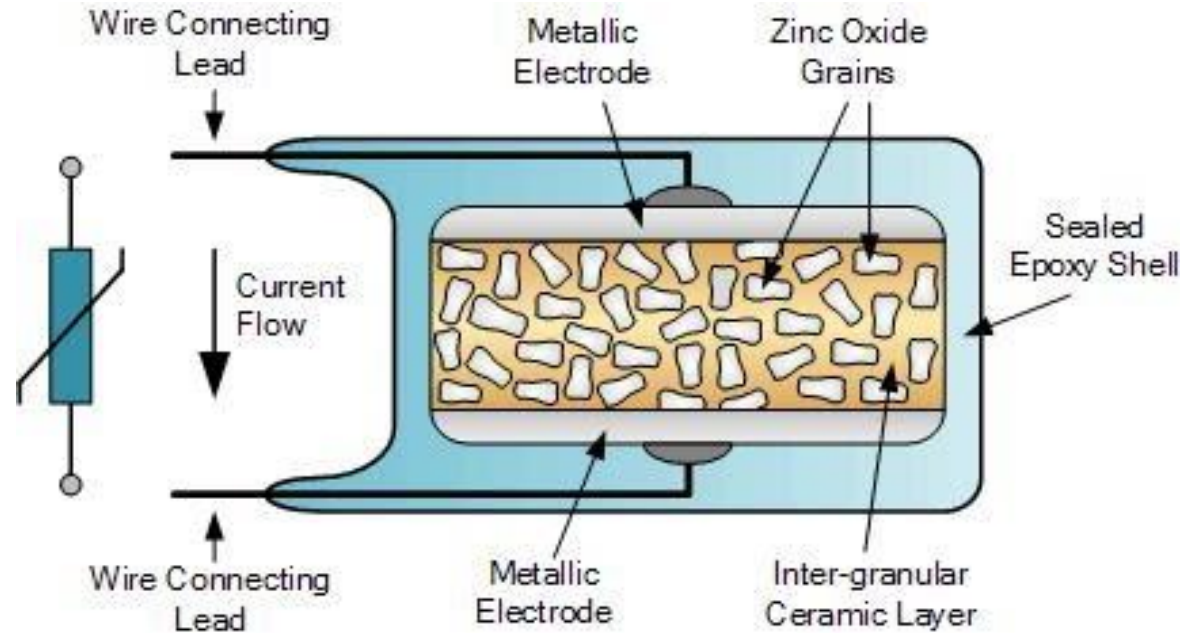
Varistoarele cu SiC au fost, până la apariția varistoarelor pe bază de ZnO cele mai utilizate varistoare. Ele au fost și sunt încă utilizate în aplicații de înaltă tensiune și putere mare. Coeficientul de neliniaritate mic al acestor varistoare conduce la utilizarea mai redusă a lor ca dispozitive de protecție.

- Metal Oxide Varistor sau **MOV** pentru scurt, este un rezistor dependent de tensiune, în care materialul de rezistență este un oxid metalic, în principal oxid de zinc (ZnO) presate într-un material ca ceramica. Varistoarele din oxid de metal constau din ~ 90% oxid de zinc ca material de bază ceramic plus alte materiale de umplură pentru formarea de joncțiuni între granulele de oxid de zinc.
- Varistoarele cu oxid de metal sunt acum cele mai comune tipuri de dispozitive de fixare a tensiunii și sunt disponibile pentru utilizare într-o gamă largă de tensiuni și curenți. Folosirea unui oxid metalic în construcția lor înseamnă că MOV-urile sunt extrem de eficiente în absorbția tranzițiilor de tensiune pe termen scurt și au capacități mai mari de manevrare a energiei.

Varistor oxid metalic

- La fel ca în cazul varistorului normal, varistorul cu oxid de metal începe să fie conductiv la o anumită tensiune și oprește conducția când tensiunea scade sub tensiunea de prag. Principalele diferențe între un varistor cu carbură de siliciu (SiC) și un varistor tip MOV sunt că curentul de scurgere prin materialul oxid de zinc al MOV este foarte mic în condiții normale de funcționare, iar viteza de funcționare a acestuia este mult mai rapidă.

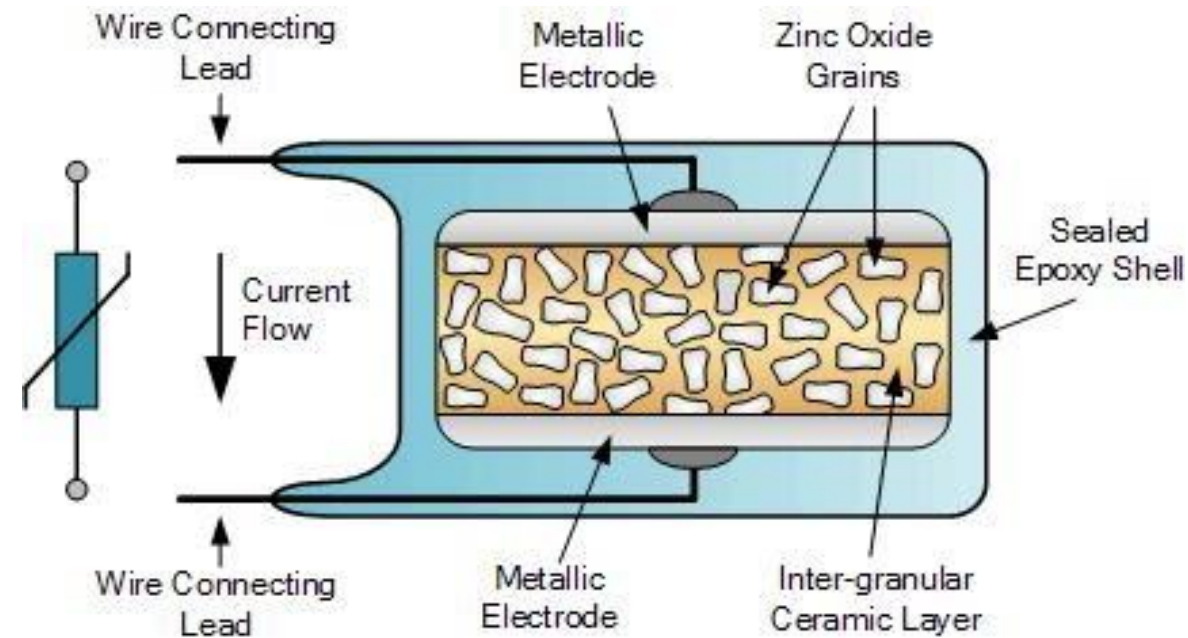
MOV-urile au, în general, conductori radiali și o acoperire epoxidică albastră sau neagră exterioară, care seamănă foarte mult cu condensatoarele ceramice tip disc și pot fi montate fizic pe plăcile de circuite și PCB-uri într-o manieră similară.



Construcția varistorului din oxid metalic

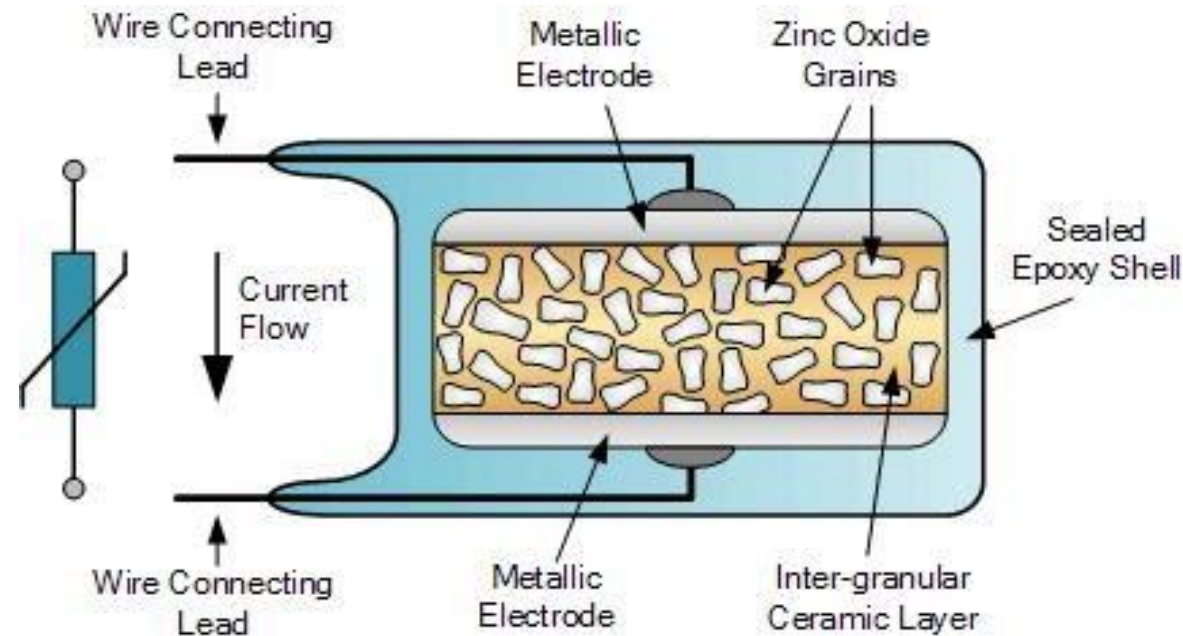
- Pentru a selecta MOV-ul corect pentru o anumită aplicație, este de dorit să aveți cunoștințe despre impedanța sursei și posibila putere pulsată a tranzițiilor. Pentru tranzițiile de intrare pe linie sau fază, selectarea corectă a MOV este puțin mai dificilă, deoarece, în general, caracteristicile alimentării cu energie nu sunt cunoscute. În general, selecția MOV pentru protecția electrică a circuitelor de tranziții și vârfuri de alimentare este adesea puțin mai mult decât o presupune-re educată.

Varistoarele cu oxid de metal sunt disponibile într-o gamă largă de tensiuni de varistor, de la aproximativ 10 volți la peste 1000 de volți AC sau DC, deci selecția poate fi ajutată de cunoașterea tensiunii de alimentare. De exemplu, selectarea unui MOV sau a unui varistor cu siliciu, pentru tensiune: tensiunea nominală rms maximă continuă a acestuia ar trebui să fie mai mare decât cea mai mare tensiune de alimentare așteptată, de exemplu 130 volți rms pentru o sursă de 120 volți și 260 volți pentru o sursă de 230 volți.



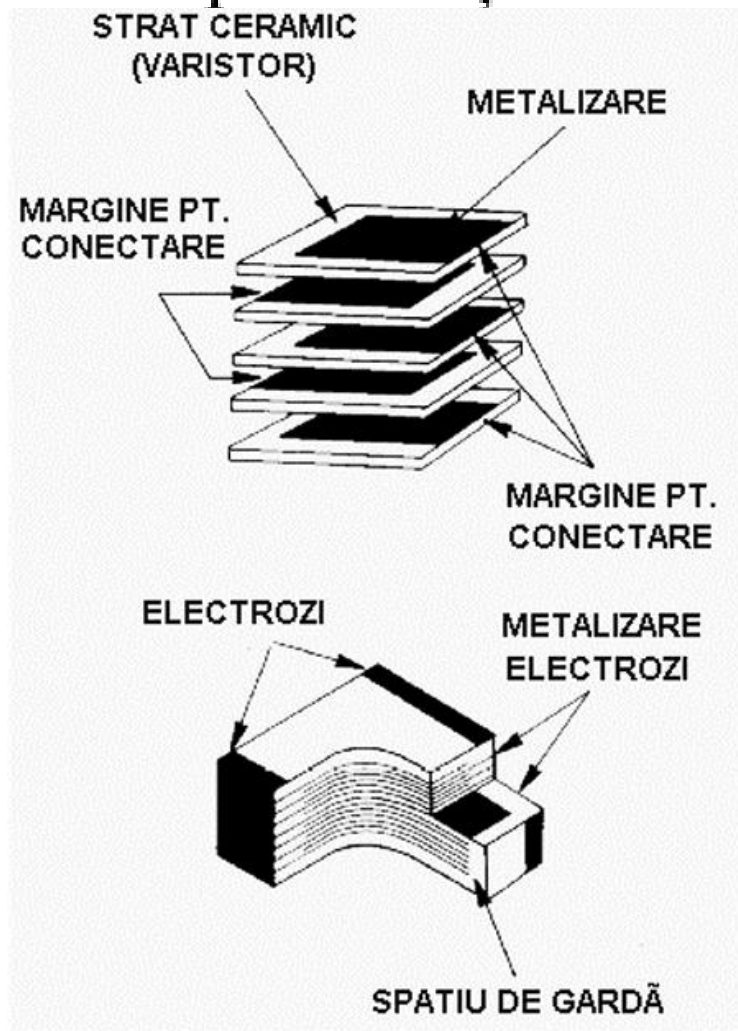
Construcția varistorului din oxid metalic

- Valoarea maximă a supracurentului pe care un varistor o va lua depinde de lățimea impulsului tranzitoriu și de numărul de repetări ale impulsurilor. Ipotezele pot fi făcute pe lățimea unui impuls tranzitoriu, care este de obicei de 20 până la 50 de microsecunde (μs) lungime. Dacă vârful pulsului de curent nominal este insuficient, atunci varistorul se poate supraîncălzi și se poate deteriora. Deci, pentru ca un varistor să funcționeze fără nici o defecțiune sau degradare, trebuie să fie capabil să disipeze rapid energia absorbită a impulsului tranzitoriu și să se întoarcă în condiții de siguranță în starea de pre-impuls.



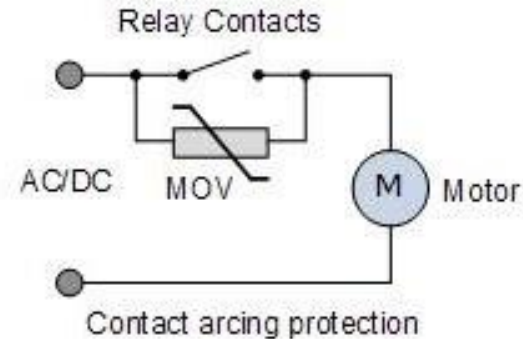
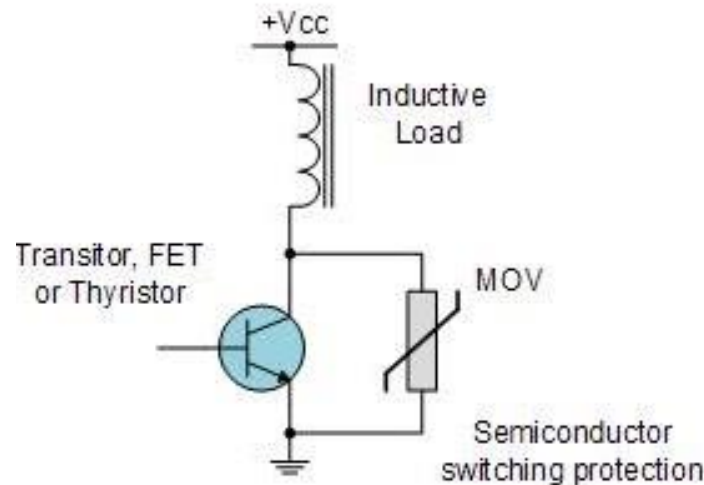
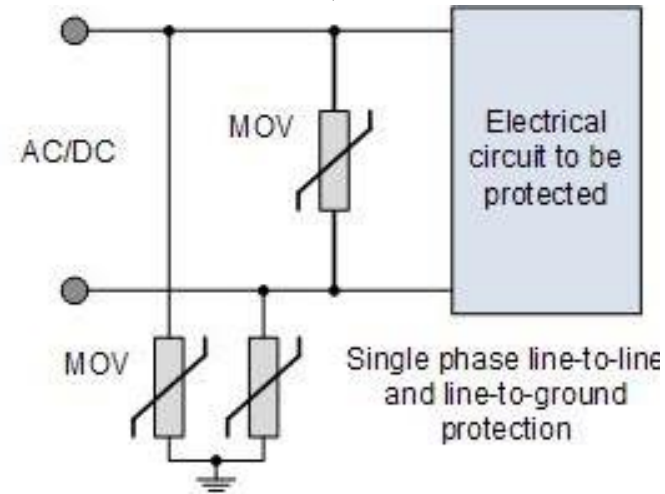
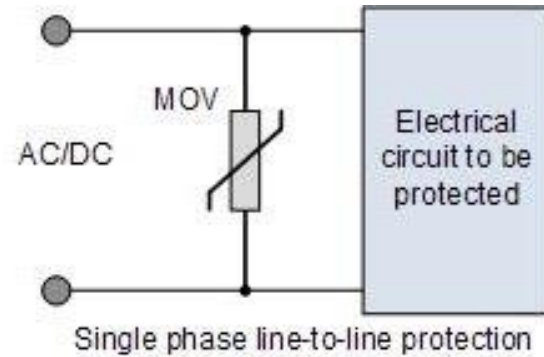
Varistor multistrat

Relativ recent au început să se producă varistoare multistrat. Apariția lor a fost cerută de asigurarea unei compatibilități cu tehnologia montării pe suprafață (SMT).



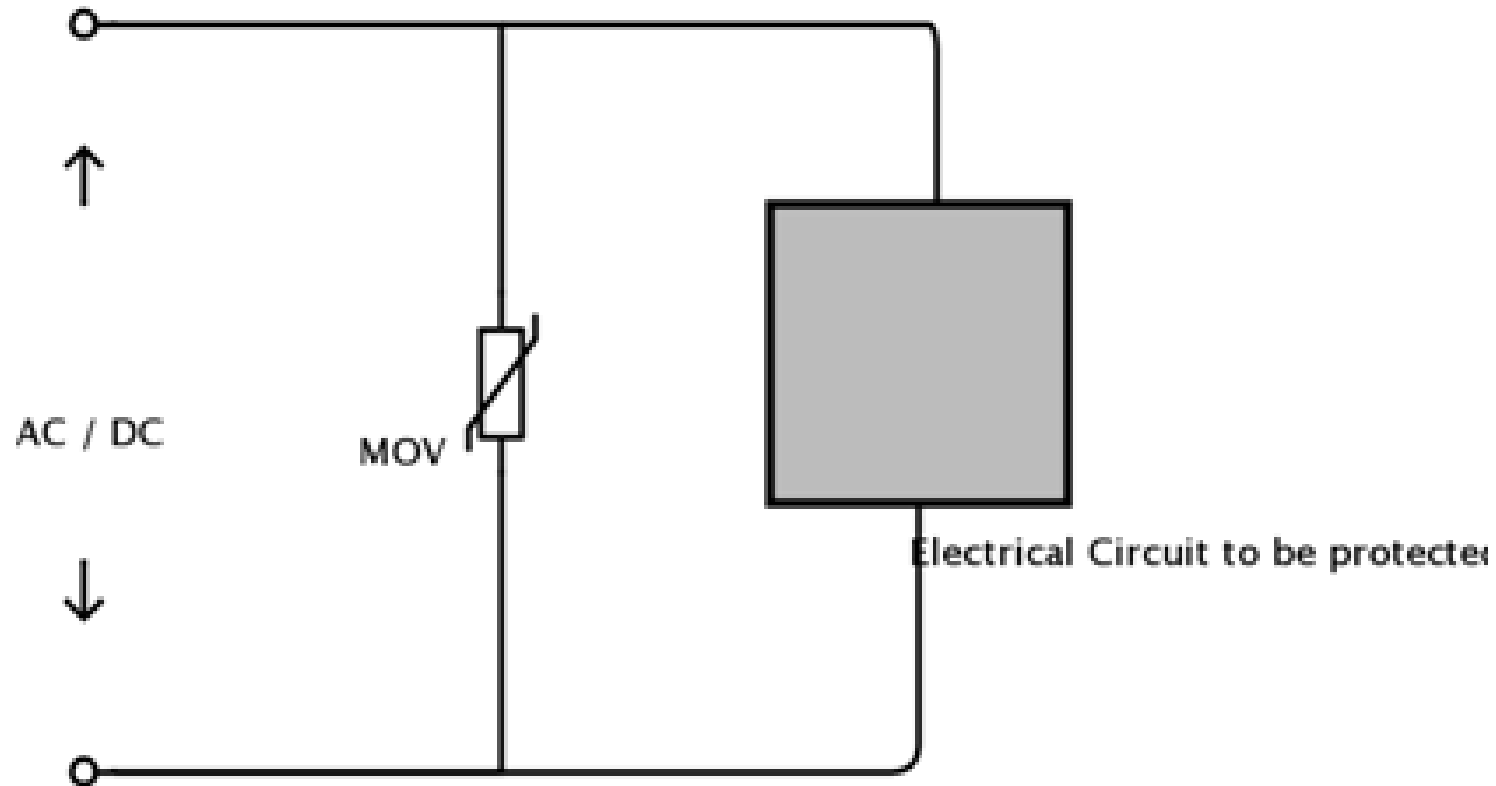
Aplicații pentru varistoare

- Varistoarele au multe avantaje și pot fi utilizate în numeroase tipuri de aplicații pentru suprimarea tranzițiilor la bornele de rețea de la aparatele de uz casnic și a iluminării la echipamentele industriale pe ambele linii de curent alternativ sau de curent continuu. Varistoarele pot fi conectate direct pe sursele de alimentare și pe întrerupătoarele semiconductoare pentru protecția tranzistoarelor, a punților MOSFET și tiristor.



Aplicații pentru varistoare

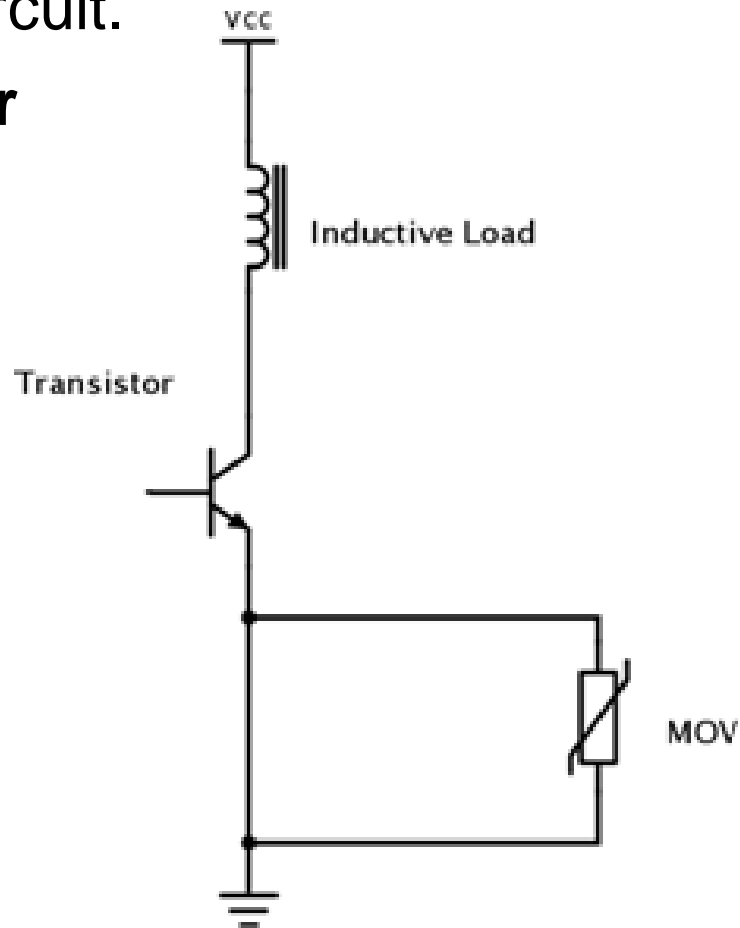
- Acestea pot fi utilizate pentru a **proteja circuitele electrice** de tensiune excesiv de înaltă. Următorul circuit arată cum un tip de oxid de metal poate fi conectat la un circuit pentru a-l proteja de tensiune înaltă.



Aplicații pentru varistoare

- Dispozitivele conectate într-un circuit electronic sunt extrem de sensibile la schimbarea tensiunii. Deci, folosim această componentă în circuit pentru a proteja diferitele componente ale circuitului electric. Aici, putem vedea cum poate fi folosit acest lucru pentru a proteja un tranzistor din circuit.

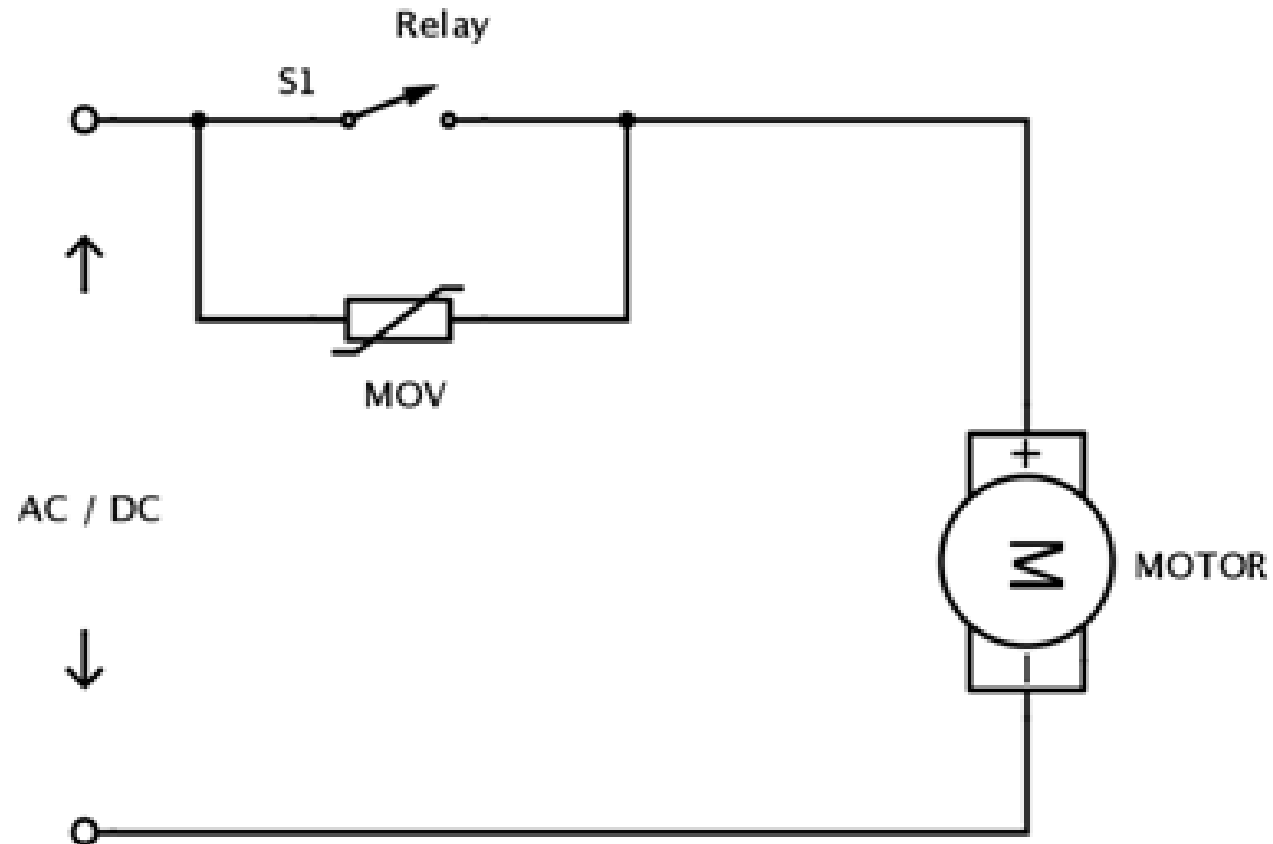
Varistor-pentru-protejare-tranzistor



Aplicații pentru varistoare

- Poate fi folosit și pentru a oferi protecție la supratensiune în motoarele de curent alternativ și de curent continuu.

Varistor-in-ac-dc-motoare



VARISTOR

Avantaje

- Poate fi folosit pentru a proteja componentele electrice ale unui circuit electric.
- Oferă protecție la supratensiune motoarelor AC și DC.

Dezavantaje

- Nu poate oferi protecție împotriva curentului în timpul unui scurtcircuit.
- Nu poate oferi protecție împotriva supratensiunilor de curent în timpul pornirii dispozitivului.
- Nu poate oferi protecție împotriva căderilor de tensiune.

Rezumat VARISTOR

- Am văzut că funcția de bază a unui **rezistor dependent de tensiune**, sau VDR, este de a proteja dispozitivele electronice și circuitele electrice împotriva supratensiunilor și vârfurilor de tensiune, cum ar fi cele generate de tranzițiile de comutare inductivă.
- Astfel de varistoare sunt folosite în circuite electronice sensibile pentru a se asigura că dacă tensiunea depășește brusc o valoare predeterminată, varistorul va deveni în mod efectiv un scurtcircuit pentru a proteja circuitul pe care îl sunează de la tensiune excesivă, deoarece este capabil să reziste la curenții de vârf de sute de amperi.
- Varistoarele sunt un tip de rezistor cu o caracteristică I-V neliniară, non-ohmică și reprezintă un mijloc de încredere și economic de a asigura protecție împotriva supratensiunilor și tranzițiilor de tensiune.
- Acestea realizează acest lucru acționând ca un dispozitiv de blocare cu rezistență ridicată la tensiuni mai mici și ca un dispozitiv de conducție cu rezistență scăzută la tensiuni mai mari. Eficacitatea unui varistor în protejarea unui circuit electric sau electronic depinde de alegerea corectă a varistorului în ceea ce privește tensiunea, curentul și disiparea energiei.

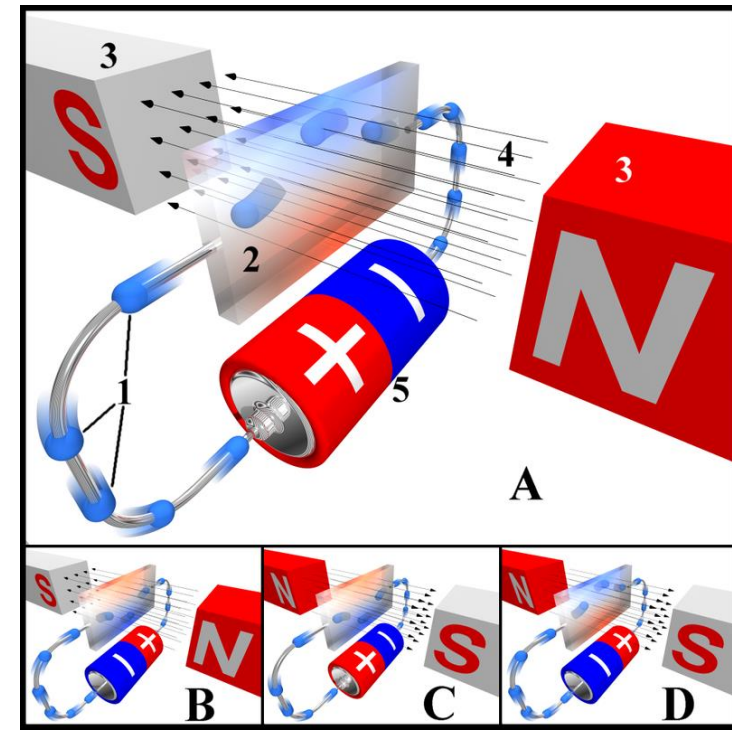
Rezumat VARISTOR

- Varistoarele cu oxid metalic, sau MOV-uri, sunt de obicei realizate dintr-un material oxid de zinc sub forma unui disc mic. Acestea sunt disponibile în mai multe valori pentru anumite intervale de tensiune. Tensiunea nominală a MOV, numit "tensiunea varistorului", este tensiunea pe un varistor când un curent de 1 mA este trecut prin dispozitiv. Acest nivel al tensiunii de varistor este în esență punctul pe curba caracteristică I-V când dispozitivul începe să conducă. Varistoarele cu oxid de metal pot fi, de asemenea, conectate în serie pentru a mări tensiunea nominală de fixare.
- În timp ce varistoarele cu oxid de metal sunt utilizate pe scară largă în multe circuite electronice de curent alternativ pentru a proteja împotriva tensiunilor tranzitorii, există și alte tipuri de dispozitive solid-state de suprimare a tensiunii, cum ar fi diode, diode zener și supresoare, care pot fi toate utilizate, în unele aplicații de suprimare a tensiunii AC sau DC, împreună cu **Varistoare**.

Generatorul Hall

- **Generatorul Hall** este un element care funcționează pe baza efectului Hall și este utilizat ca traductor de măsurare în automatizare, electronică și tehnologia de măsurare.
- **Efectul Hall** apare întotdeauna când un conductor sau un semiconductor, traversat de un curent electric, este supus acțiunii unui câmp magnetic perpendicular pe direcția curentului și se manifestă prin apariția unei tensiuni, denumită tensiune Hall.

Un generator Hall este o placă dreptunghiulară subțire (cu o suprafață de câțiva milimetri pătrați) sau o peliculă de material semiconductor, cum ar fi Si, Ge, InSb sau InAs, și are patru electrozi pentru intrarea curentului și ieșirea unei forțe electromotoare Hall. Pentru a evita deteriorarea mecanică, placa este montată sau filmul este depus în vid, pe un substrat robust de material dielectric, de exemplu, mică sau o ceramică. Pentru a obține cel mai mare efect, placa sau filmul se realizează cât mai subțire.



Generatorul Hall

- Generatoarele Hall sunt utilizate pentru măsurători fără contact ale câmpurilor magnetice în intervalul de la 10^{-6} până la 10^5 oersted. Pentru a măsura câmpurile magnetice slabe, generatorul este introdus într-un gol dintr-un miez feromagnetic sau de ferită; această tehnică face posibilă creșterea substanțială a sensibilității generatorului. Într-un semiconductor, concentrația purtătorilor de sarcină și, prin urmare, coeficientul Hall, poate fi dependentă de temperatură. Prin urmare, măsurătorile de precizie necesită fie menținerea unei temperaturi constante, fie utilizarea semiconductorilor puternic dopați; această din urmă măsură reduce sensibilitatea generatorului.

Un **oersted** este egal cu puterea unui câmp magnetic produs la o distanță de 2 cm de un conductor drept infinit de lungă secțiune circulară infinitezimală care transportă un curent de 10 amperi.

Generatorul Hall

- Un generator Hall poate fi folosit pentru a măsura orice mărime fizică care este liniar legată de puterea unui câmp magnetic. În special, intensitatea curentului poate fi măsurată, deoarece un câmp magnetic măsurabil este produs în jurul unui conductor care poartă curent. Au fost dezvoltate ampermetre bazate pe generatoare Hall pentru măsurarea curenților de până la 100 de kiloamperi.
- Generatoarele Hall sunt folosite în multiplicatori în calculatoarele analogice. În acest caz, se folosesc doi curenți proporționali cu cantitățile de înmulțit, unul pentru a alimenta generatorul și celălalt pentru a produce câmpul magnetic. FEM Hall este proporțională cu produsul celor doi curenți.
- Generatoarele Hall sunt, de asemenea, utilizate în instrumente care măsoară deplasări liniare sau unghiulare, gradienti de câmp magnetic, densități de flux magnetic sau puterea motoarelor electrice, precum și în invertoarele fără contact și în capetele de redare ale sistemelor de înregistrare a sunetului.

Generatoare Hall pentru măsurări DC:

- Principiul „efectului Hall” este utilizat în măsurarea curentului continuu ridicat. Dacă un curent electric trece printr-o placă metalică situată într-un câmp magnetic perpendicular pe acesta, forțele Lorenz vor devia electronii din câmpul magnetic metalic. Deplasarea sarcinii generează o fem în direcția normală, numită „tensiune Hall”. Tensiunea Hall este proporțională cu curentul i , cu densitatea fluxului magnetic B și cu inversul grosimii plăcii d ; constanta de proporționalitate R se numește „coeficientul Hall”

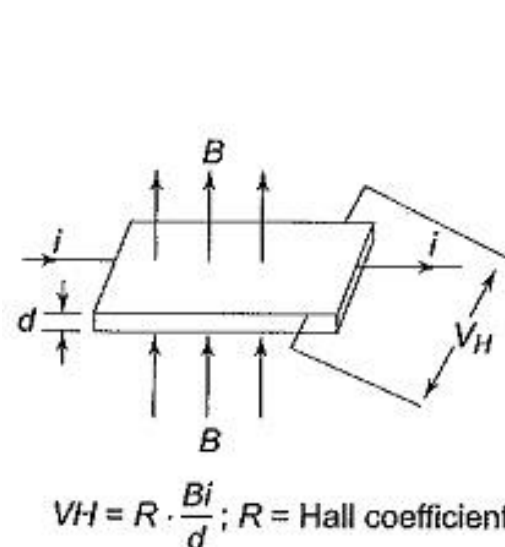
$$V_H = R \frac{B_i}{d}$$

- Pentru metale, coeficientul Hall este foarte mic și, prin urmare, sunt utilizate materiale semiconductoare pentru care coeficientul Hall este ridicat.

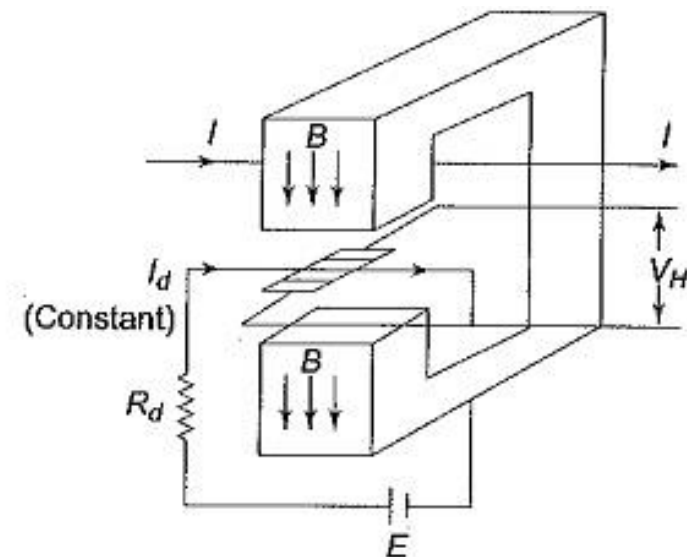
Generatoare Hall în curenți mari

- În măsurările de curent mari, conductorul purtător de curent este înconjurat de un circuit magnetic cu miez de fier, astfel încât intensitatea câmpului magnetic $H \sim (1/\delta)$ este produsă într-un spațiu mic de aer din miez. Elementele Hall sunt plasate în întrefierul (de grosime d), iar un mic constant d.c. curent este trecut prin element. Tensiunea dezvoltată pe elementul Hall în direcția normală este proporțională cu curentul continuu curent I . Se poate remarca faptul că coeficientul Hall R depinde de temperatură și de intensitatea ridicată a câmpului magnetic și trebuie furnizată o compensare adecvată atunci când este utilizat pentru măsurarea curentului continuu ridicat.

Generatoarele Hall pot fi utilizate pentru măsurarea a.c. unidirecțională, precum și curenții de impuls. Cu o proiectare adecvată a dimensiunilor elementului Hall și adăugarea de circuite de compensare, lățimea de bandă a generatorului Hall poate fi mărită la aproximativ 50 MHz. Ca atare, aceste generatoare pot fi utilizate pentru măsurarea curenților post arc și a curenților de impuls unidirecționali.



(a) Hall effect



(b) Hall generator

Aplicații ale Efectului Hall

- Senzori magnetici în sistemele auto
- Componentă în mașină de spălat
- Senzori cu efect Hall ca traductoare
- Senzori cu efect Hall ca senzori de proximitat