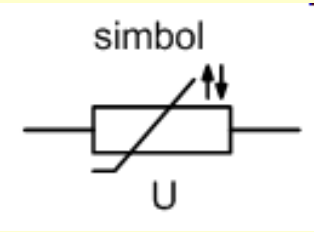


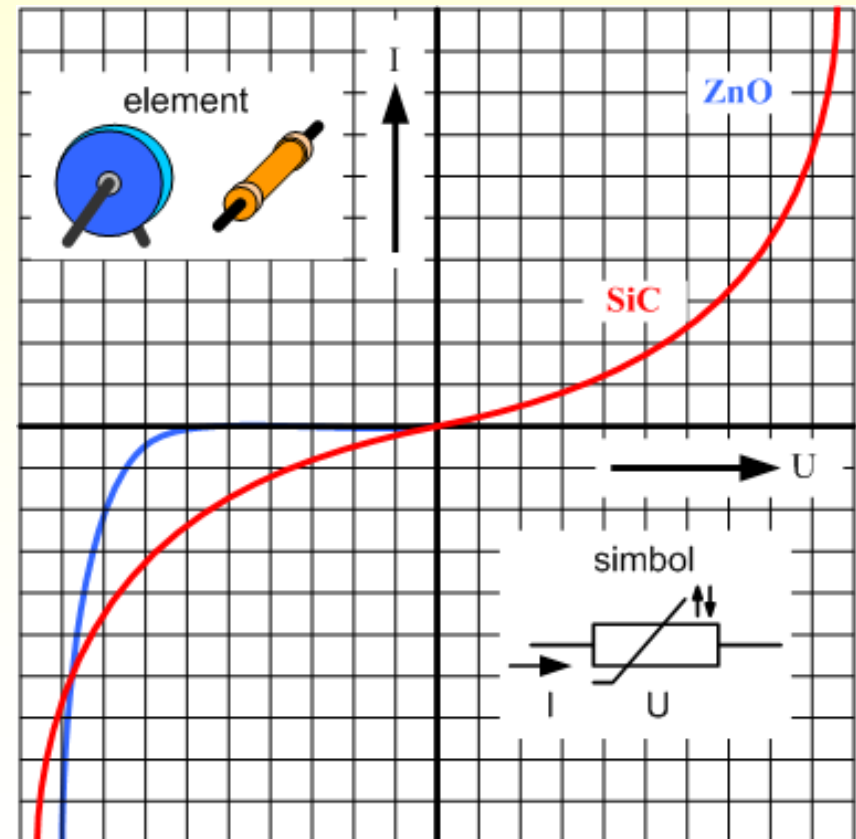
# *Napetostno odvisni upor*

*(Voltage Dependent Resistor – varistor)*



*Sprememba napetost na varistorju povzroča spremembo njegove upornosti.*

*Pri nizkih napetostih je notranja upornost varistorja velika pri višjih napetostih pa se mu zmanjša.*

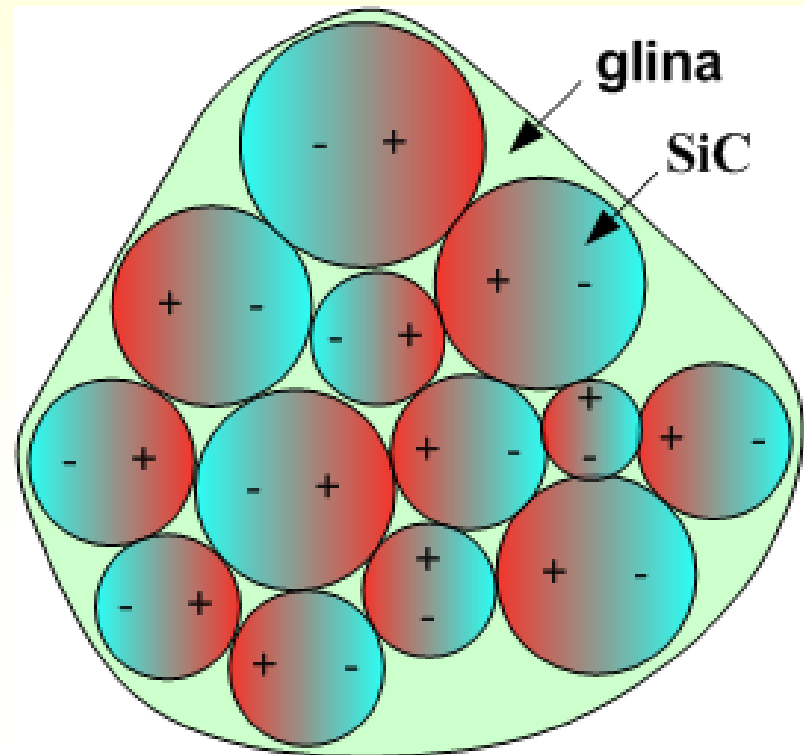


# *Napetostno odvisni upor*

*(Voltage Dependent Resistor – varistor)*

*Varistor sestavlja zmes velikega števila drobnih kristalov iz Silicijevega karbida (SiC), Titanovega oksida (TiO<sub>2</sub>) ali Zinkovega oksida (ZnO) in gline, ki rabi kot vezivo.*

*Zmes se stisne pod visokim pritiskom in oblikuje v okrogle ploščice, ki se nato sintrajo (pečejo) pri visoki temperaturi.*

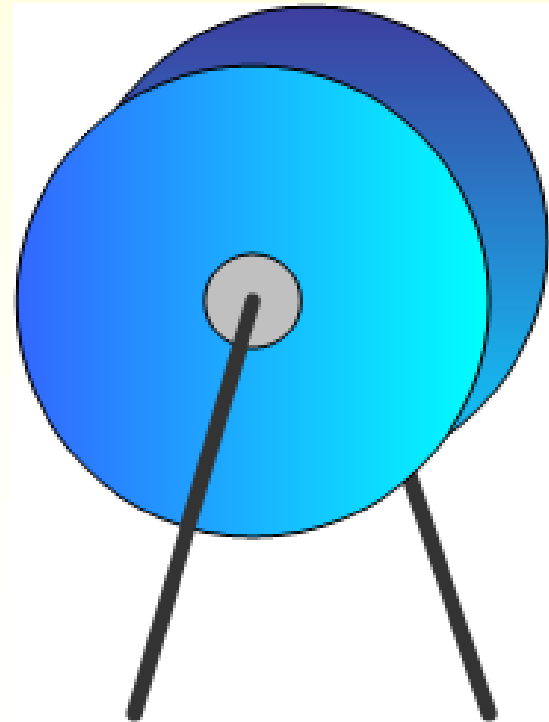
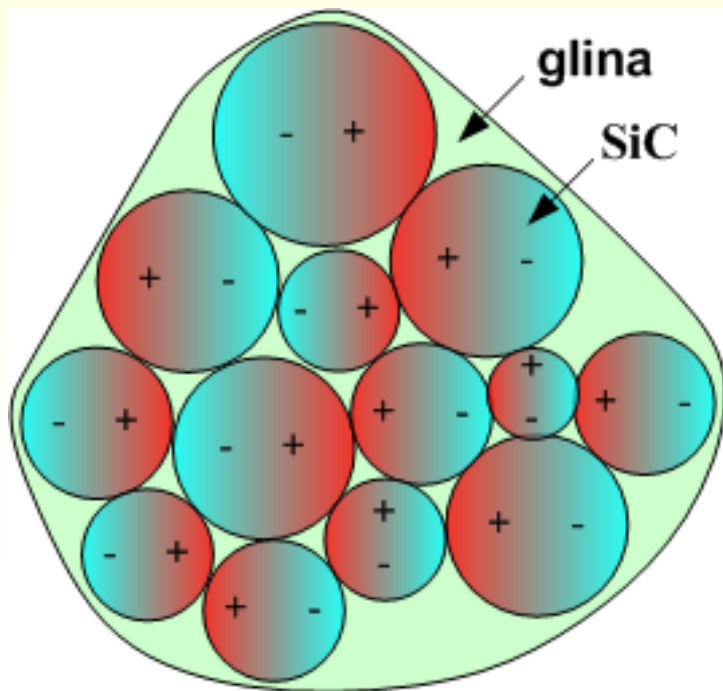


# *Napetostno odvisni upor*

*(Voltage Dependent Resistor – varistor)*

*Na obe čelni plosči se nato nabrizga sloj medenine in nanj pricini obe kontaktni žici.*

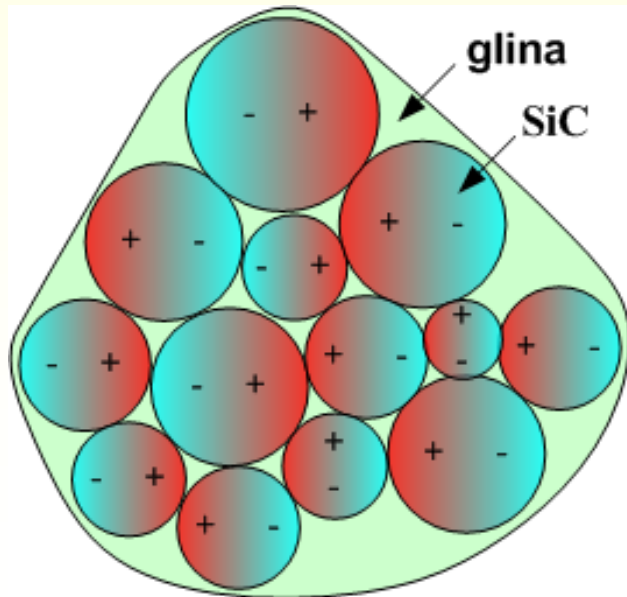
*Na koncu se varistor še premaže z zaščitnim lakom.*



# *Napetostno odvisni upor*

## *(Voltage Dependent Resistor – varistor)*

*Kristali se v notranjosti varistorja med seboj dotikalo v nešteti točkah. Vsako takšno stično mesto predstavlja majhen usmernik. Množica takšnih usmernikov tvori prostorsko mrežo in omogoča prevajanje toka v obe smeri.*



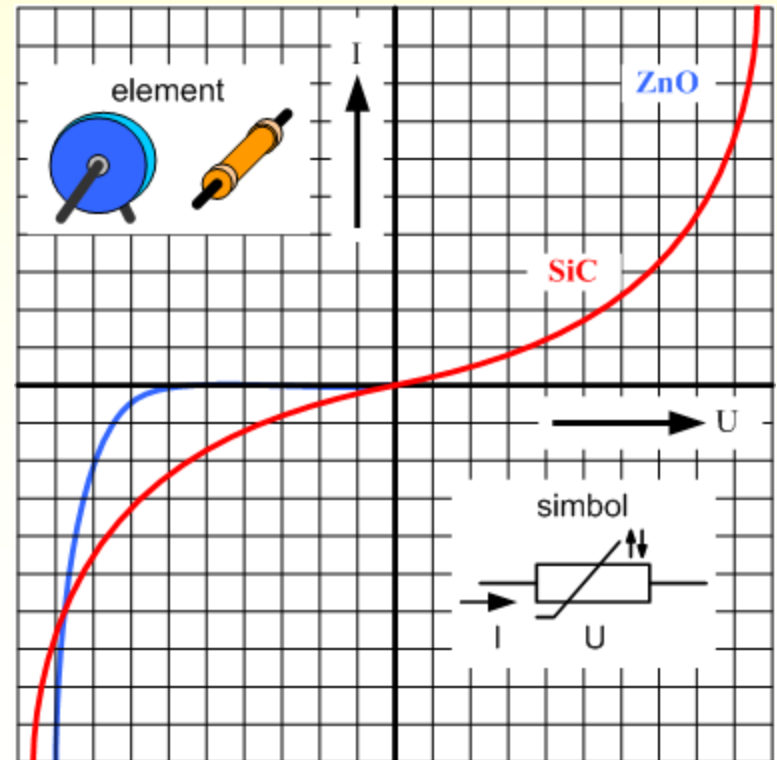
*Pri nizki napetosti imajo ti majhni usmerniki veliko upornost, tok skozi varistor je majhen. Pri višjih napetostih pa upornost teh majhnih usmernikov močno upade, zato se tok skozi varistor močno poveča.*

# *Napetostno odvisni upor*

## *(Voltage Dependent Resistor – varistor)*

*Karakteristika varistorja nam pove, da je pri višjih vrednostih toka napetost razmeroma zelo malo odvisna od toka. To njegovo lastnost izkoriščamo za varovanje naprav pred prenapetostjo.*

*$I = f(U)$  karakteristika varistorja je simetrična, ni pa linearna.*



# *Napetostno odvisni upor*

*(Voltage Dependent Resistor – varistor)*

*Uporaba varistorja je raznovrstna. Pri tem moramo paziti, da ga ne obremenimo prek njegove nazivne toplotne obremenitve. Ta je odvisna od njegove velikosti.*

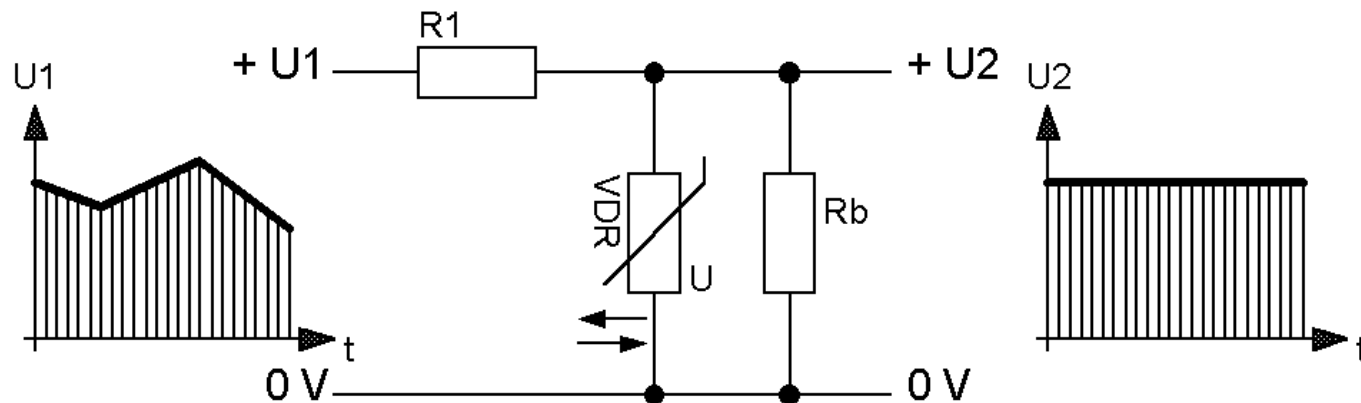
<b>Mejne vrednosti ZnO varistorja</b>	
<b>Mejne veličine</b>	<b>Vrednosti</b>
Maksimalna napetost	11 V ... 1,5 kV
Tokovni impulz	100 A ... 6,5 kA
Nazivna moč	10 mW ... 1 W
Absorbpcija energije	$\leq 160$ Ws
Delovna temperatura	-40 °C ... + 85 °C
Odzivni čas	$< 50$ ns

# Uporaba varistorjev

*Vezje za stabilizacijo enosmerne napetosti.*

*Upor  $R_1$  in varistor  $R_v$  tvorita delilnik napetosti.*

*Stabilizirano napetost odvezemamo na priključnih sponkah varistorja.*



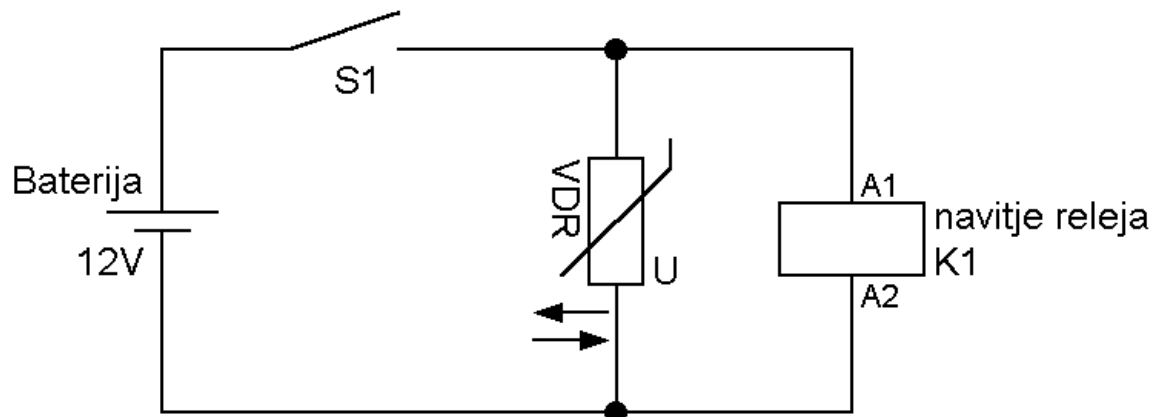
# Uporaba varistorjev

*Prenapetost nastane kot posledica inducirane napetosti ob izklopu induktivnega bremena, npr. releja.*

*Inducirana napetost požene med odpirajočima se kontaktnima polovicama tok v obliki večje ali manjše iskre, odvisno od velikosti induktivnosti  $L$  navitja.*

*Iskra lahko kontakt uniči.*

*Za gašenje iskre vežemo varistor paralelno k releju.*

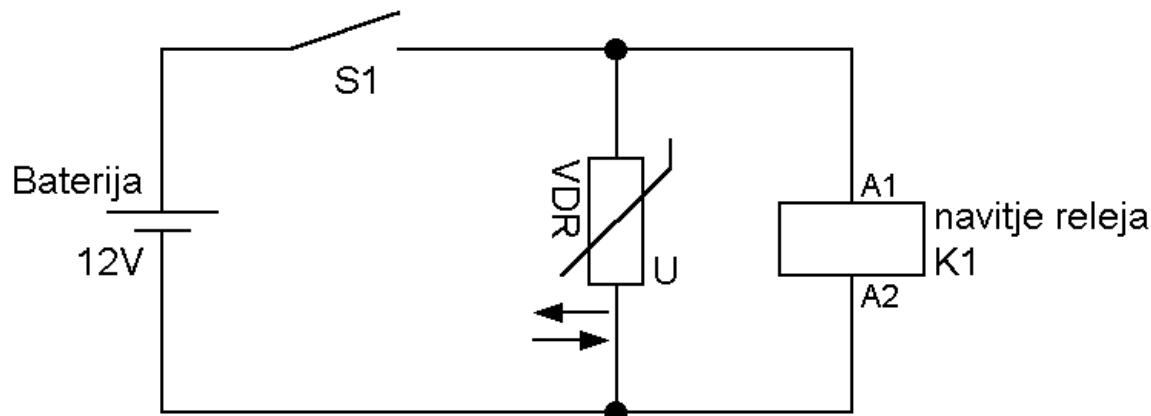




# Uporaba varistorjev

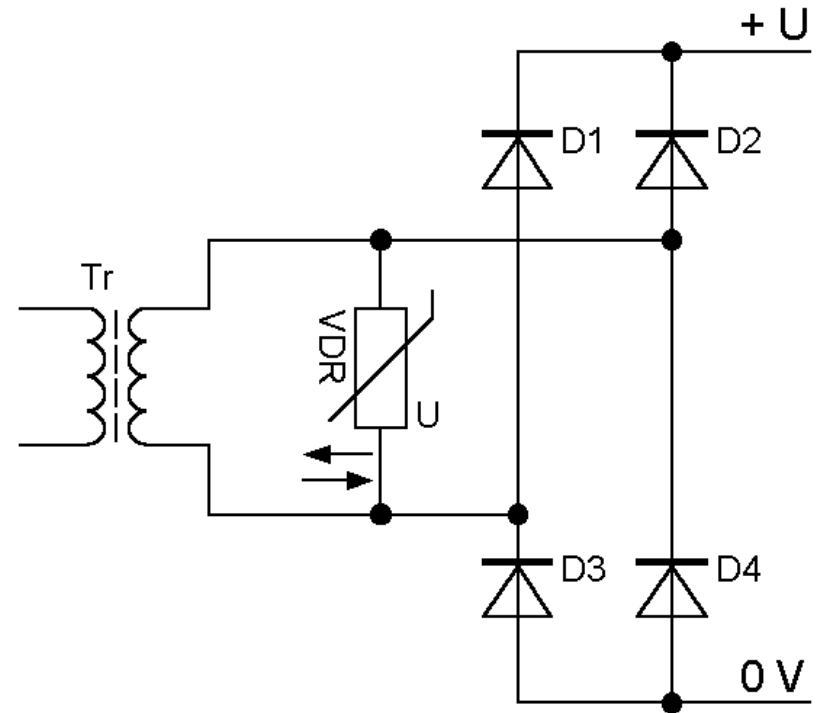
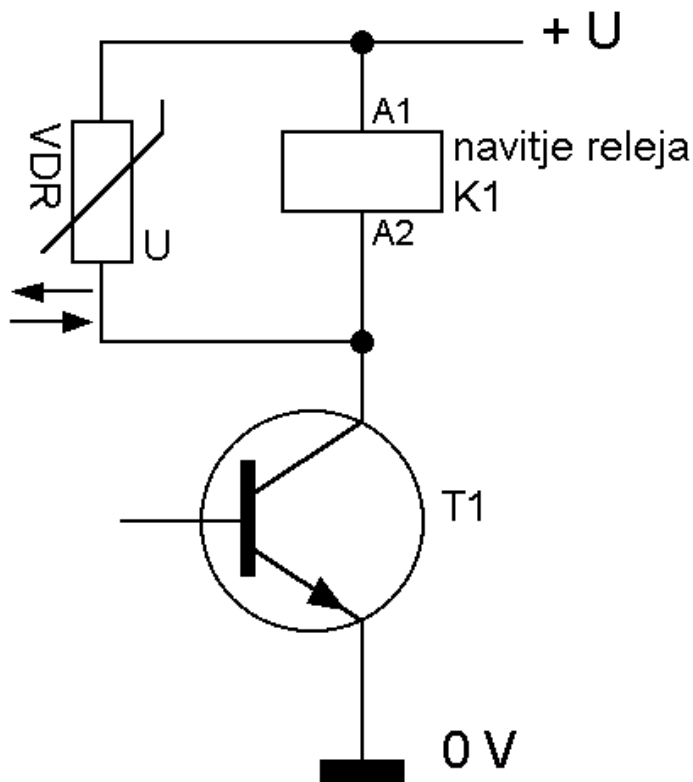
*Kontakt ne iskri več, ker varistor ne dopušča nastopa prenapetosti, saj je njegova karakteristika napetostno omejena.*

*Namesto prek iskre se magnetna energija releja sprosti prek toka skozi varistor.*



# Uporaba varistorjev

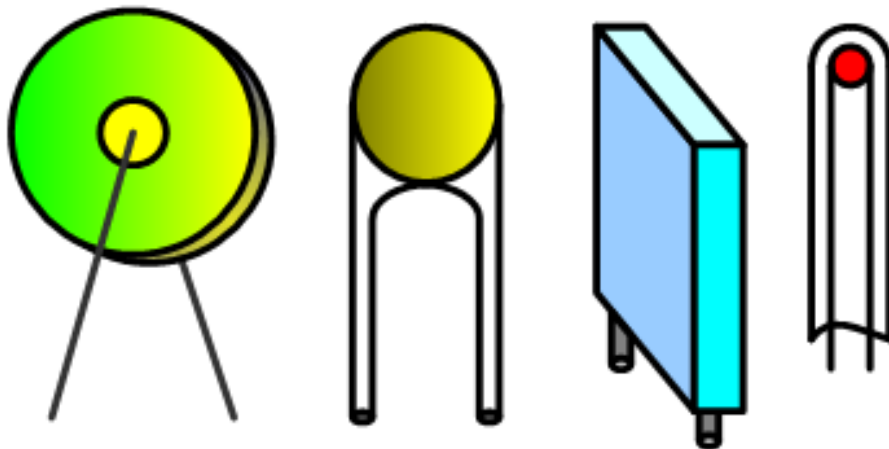
*Enako zaščito proti prenapetosti lahko izvedemo tudi pri krmiljenju releja s tranzistorjem ali usmerniškemu vezju.*



# *Temperaturno odvisni upor* *(Termic Resistor – termistor)*

*Termistor je temperaturno odvisni upor. Sprememba temperature termistorja povzroči spremembo njegove upornosti.*

*Termistorje izdelujejo iz oksidne keramike, ki jo stisnejo v obliko paličic ali ploščic in jih sintrajo pri zelo visoki temperaturi (1200 do 1600) °C.*



*Oblike termistorjev  
(ploščati, kapličasti,  
pravokotni in  
točkasti v steklenem  
ohišju)*

## *Temperaturno odvisni upor (Termic Resistor – termistor)*

*Če z naraščanjem temperature upornost termistorja upada ima ta negativni temperaturni koeficient upornosti.*

*Takšnemu uporju pravimo NTK upor.*

*Obratno pa lahko termistorju z naraščanjem temperature upornost narašča.*

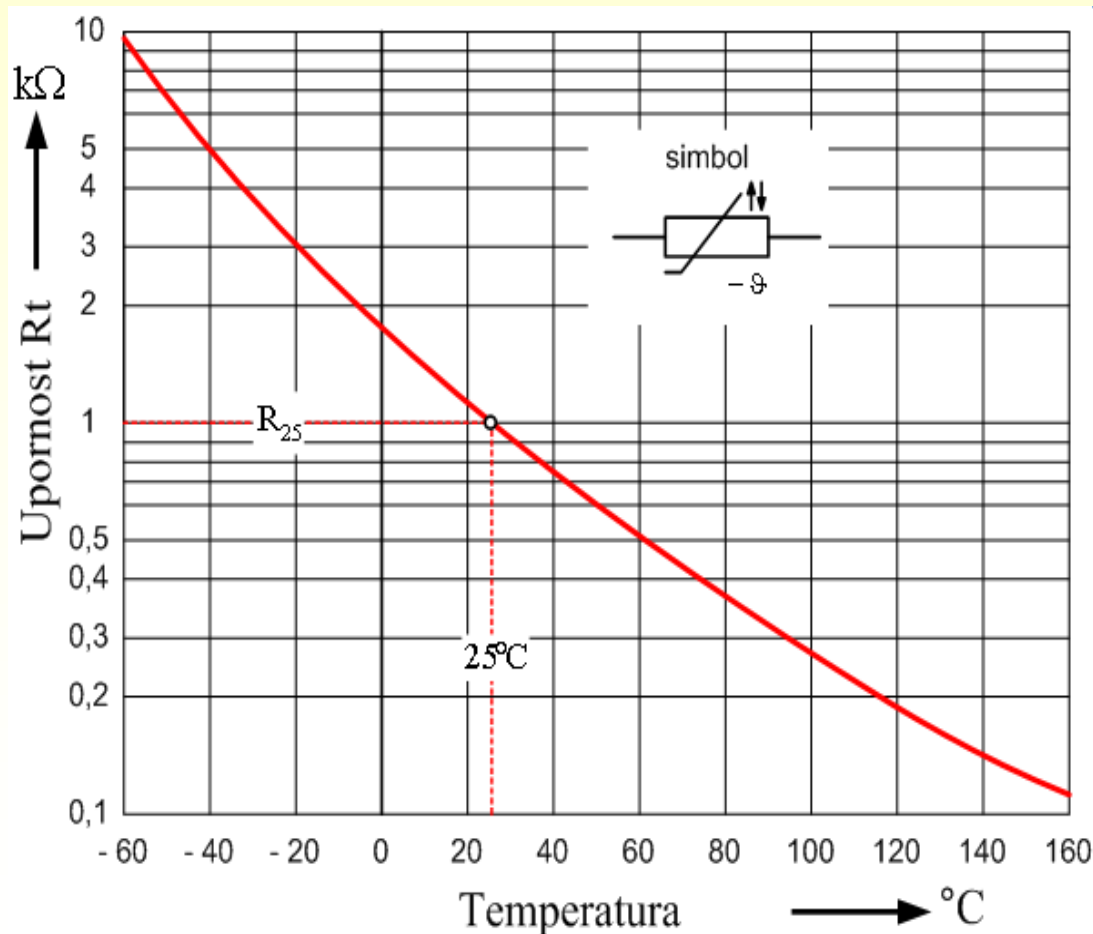
*Takrat govorimo o termistorju s pozitivnim temperaturnim koeficientom upornosti ali PTK – upor.*

# *NTK - upor (Negative Temperature Coefficient)*

*Upornost NTK upora z naraščanjem temperature upada.*

*Vroče prevodni upor ali NTK termistor ima koeficient upornosti  $\alpha$  z negativnim predznakom.*

*Njegova  $R = f(\vartheta)$  karakteristika ima padajoči karakter (z naraščanjem temperature upornost termistorja upada).*



## *NTK - upor (Negative Temperature Coefficient)*

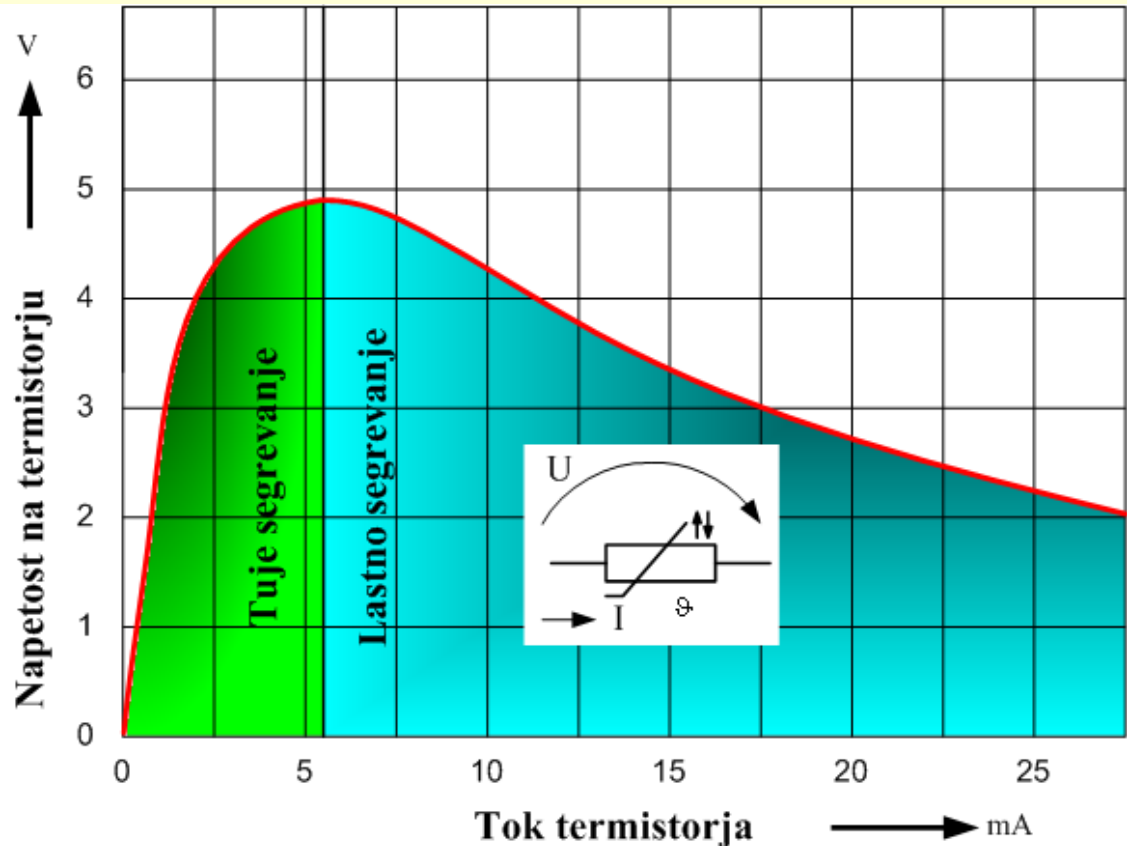
### Mejne vrednosti NTK termistorjev

Mejne veličine	Točkasti termistor M 812	Ploščati termistor K 164
Nazivna upornost	100 k $\Omega$	100 k $\Omega$
Dopustna moč	220 mW	750 mW
Spodnja mejna temp.	- 55 °C	- 55 °C
Zgornja mejna temp.	+ 350 °C	+ 125 °C
Temperaturni koef.	0,7 mW/K	7,5 mW/K
Temp. kapaciteta	0,35 mJ/K	150 mJ/K
Odzivni čas	$\approx$ 5 s	$\approx$ 20 s

# *NTK - upor (Negative Temperature Coefficient)*

*Termistor lahko spreminja notranjo upornost na dva načina:*

- odvisno od zunanje temperature (tuje segrevanje termistorja),*
- od znotraj preko toplote, katero povzroča tok skozi termistor (lastno notranje segrevanje termistorja)*



## *NTK - upor (Negative Temperature Coefficient)*

*Pri zunanjem segrevanju termistorja mora biti tok skozi njega tako majhen, da ne segreva elementa.*

*Tako lahko tuje segrevani termistor uporabimo:*

- za merjenje temperature,*
- za merjenje moči na mikrovalovnem področju,*
- za temperaturno kompenzacijo elektronskih elementov (tranzistorjev).*

*NTK upore lahko uporabimo za temperaturno zaščito pri ogrevanju, v klimatskih napravah, pralnih strojih in ostalih toplotnih napravah.*

*Pri avtomobilski tehniki termistorji merijo temperaturo hladilne tekočine in olja.*



## ***NTK - upor (Negative Temperature Coefficient)***

***Tok, ki teče skozi termistor, povzroči njegovo segrevanje.***

***Ti termistorji so največkrat ploščate oblike.***

***Temperatura termistorja narašča toliko časa, dokler se ne izenačita toplotni energiji, katero povzroča tok skozi termistor in toplotna energija, katero termistor oddaja v okolico (stabilno stacionarno stanje).***

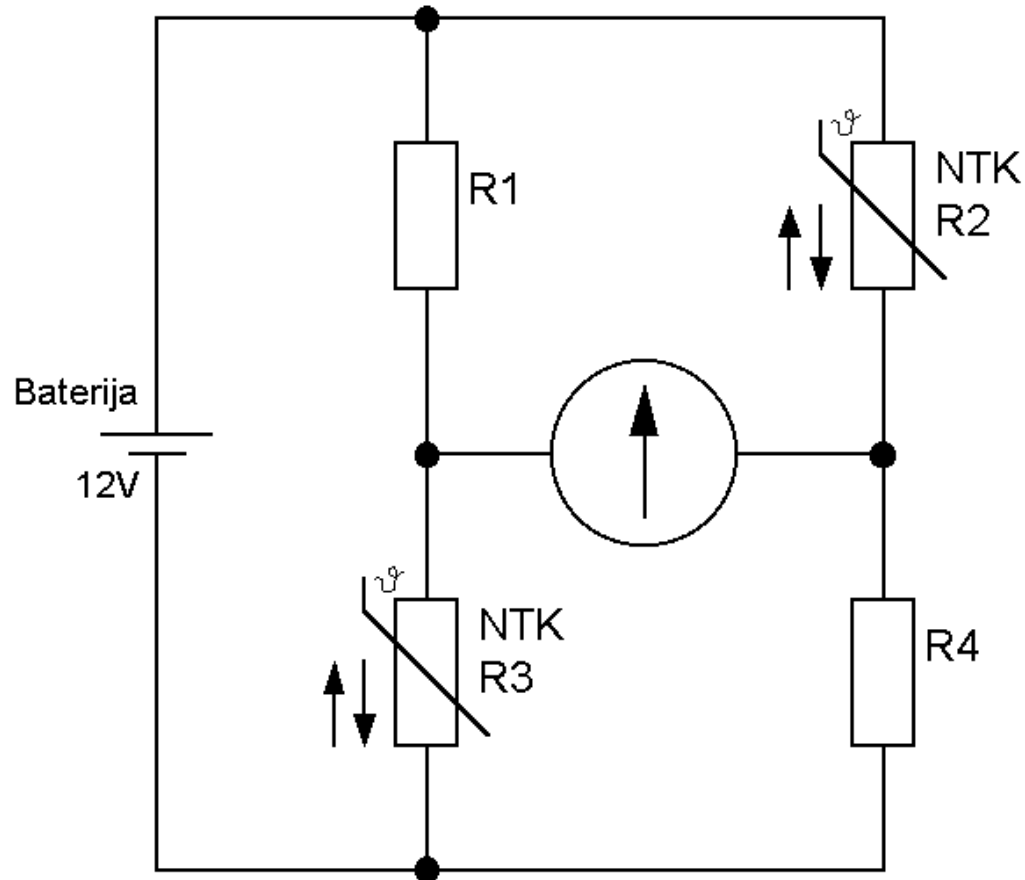
***Upornost termistorja se spremeni, če zamenjamo medij v katerem se ta nahaja (zrak, tekočina, kovina itd.).***

***Na ta način lahko s pomočjo termistorjev:***

- merimo pretoke in nivoje plinov in tekočin,***
- za analizo plinov in tekočin itd.***

# *Praktična uporaba NTK - uporov*

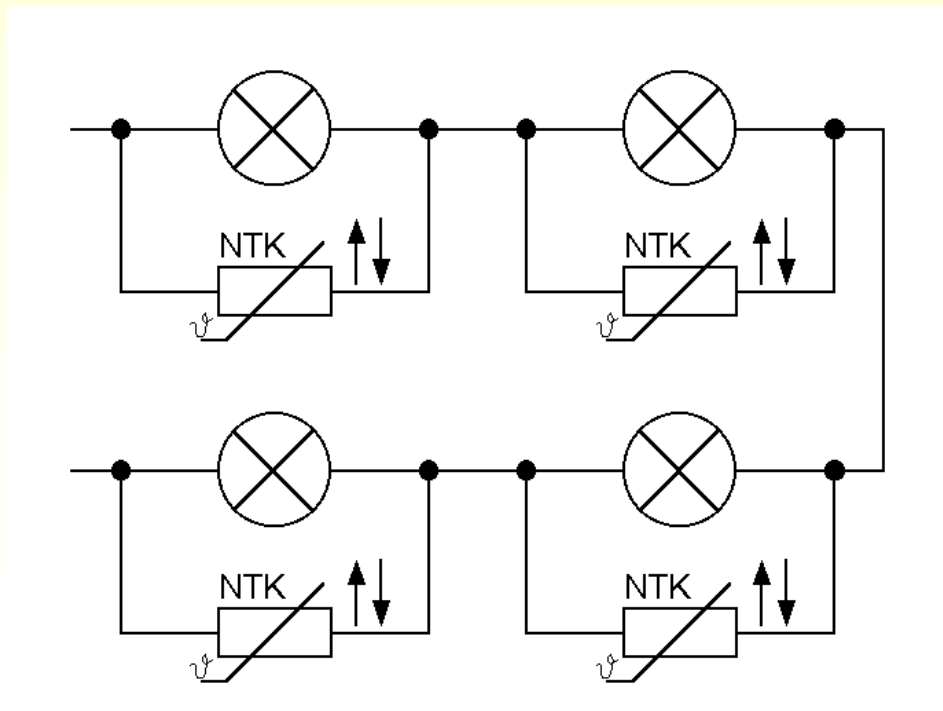
*Merjenje temperature s pomočjo termistorjev.*



## *Praktična uporaba NTK - uporov*

*Uporabimo jih lahko pri osvetljevanju novoletnih jelk, kjer je zaporedna vezanih šestnajst 14 V žarnic. Te lahko priključimo na izmenično napetost 230 V.*

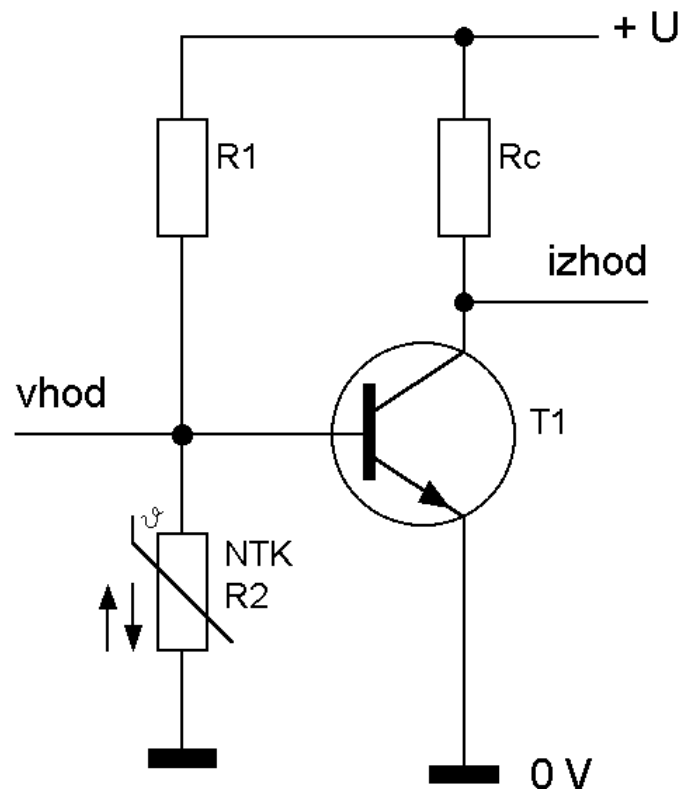
*Pri uničenju (prekinitvi) žarnice, steče ves tok skozi vzporedno vezan termistor. NTK upor se prične segrevati in upornost mu s tem prične upadati na vrednost, katera je ustrezala prejšnji vzporedni vezavi žarnice in termistorja.*



## *Praktična uporaba NTK - uporov*

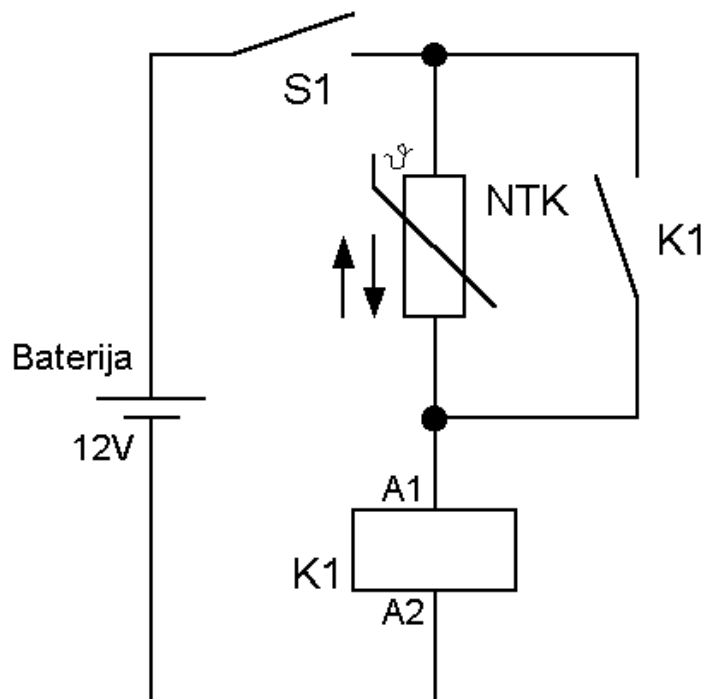
*Termistor lahko uporabimo tudi za termično zaščito polprevodniških elementov, kjer jih pritrdimo na hladilno telo s katerim hladimo polprevodniški krmilni element*

*NF močnostni ojačevalniki,  
regulirani stabilizatorji  
napetosti, močnostni krmilni  
elementi itd.*



## *Praktična uporaba NTK - uporov*

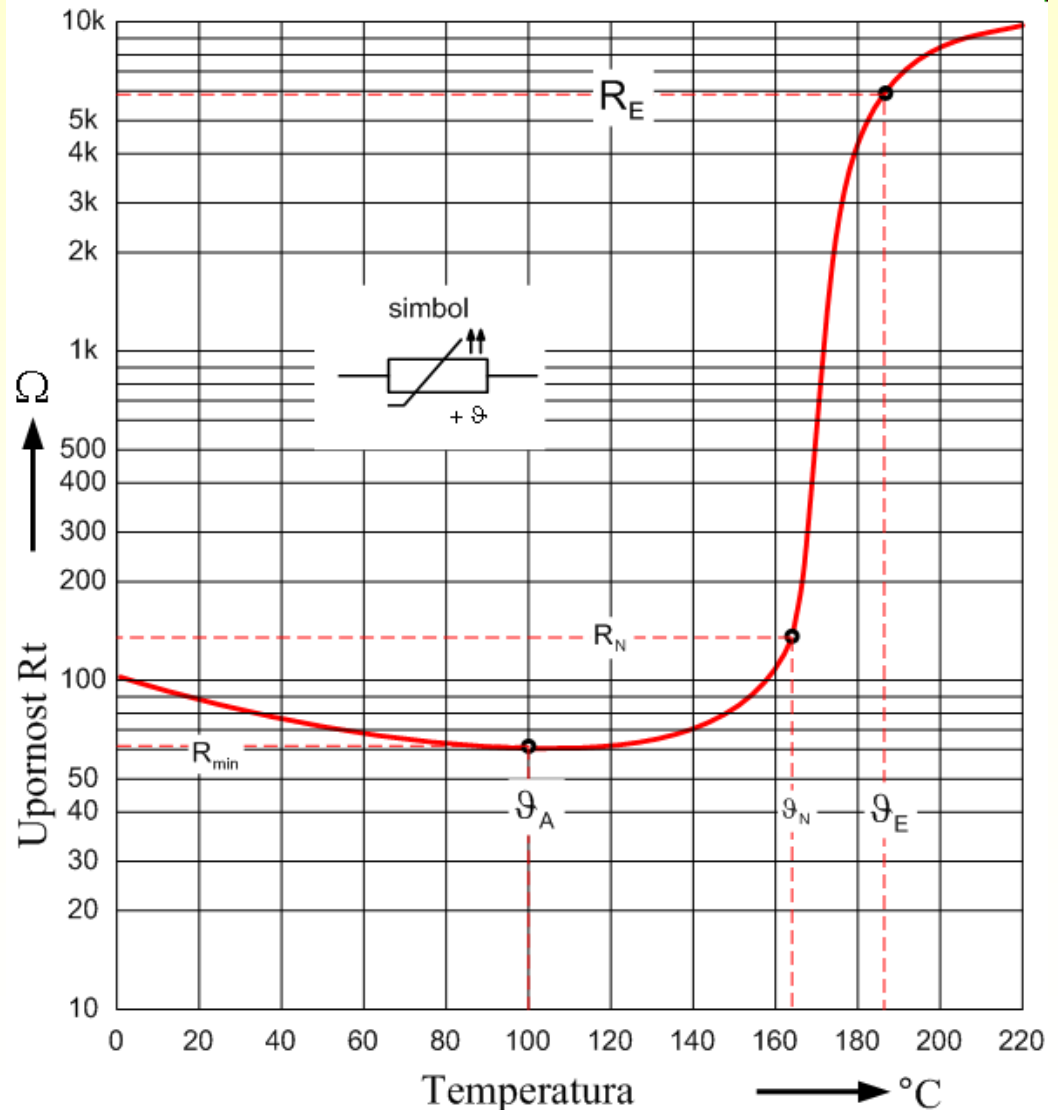
*Lahko pa jih uporabimo tudi pri vklopu porabnikov kateri lahko povzročijo velike vklopne tokovne sunke (releji, elektromagneti itd.).*



# *PTK - upor (Positive Temperature Coefficient)*

*Upornost PTK upora z naraščanjem temperature narašča.*

*Materiali za te elemente  
so polikristali  
Barijevega titanata  
( $BaTiO_3$ ).*



# *PTK - upor (Positive Temperature Coefficient)*

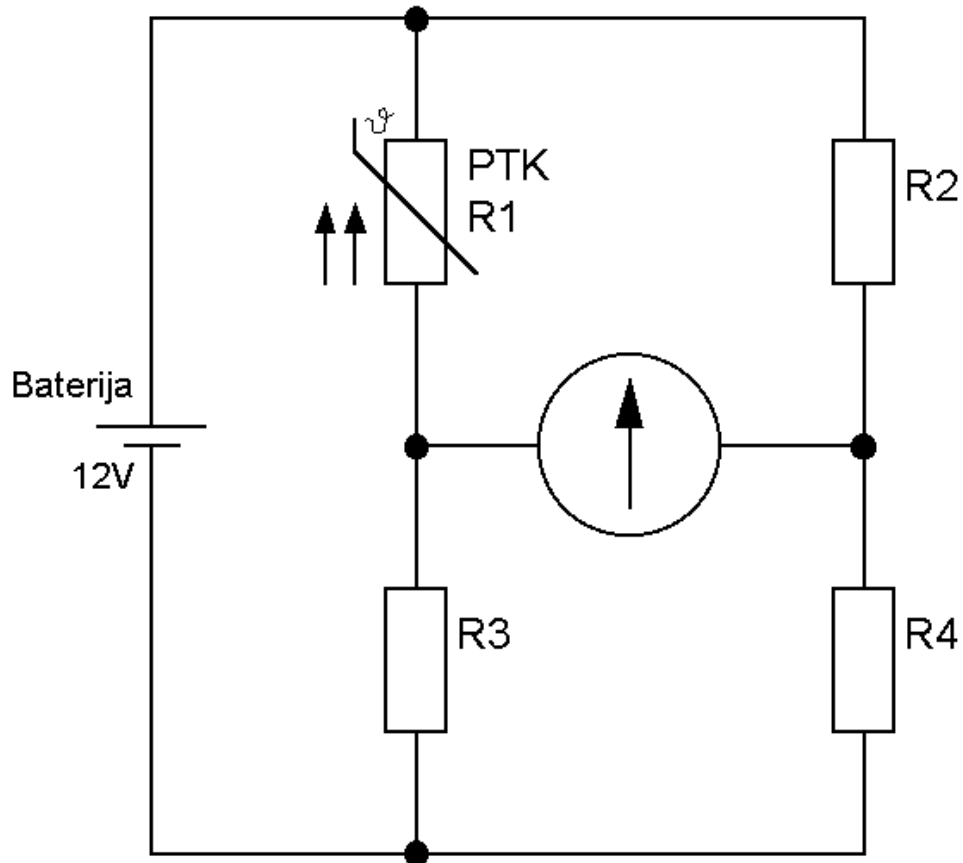
*Upornost PTK upora z naraščanjem temperature narašča.*

*Hladno prevodni upor ali PTK termistor ima nelinearno karakteristiko in njegov PTK karakter lahko uporabimo v ozkem temperaturnem področju (približno od 160 °C do 180 °C).*

*Prav tako se mu lahko spreminja upornost na dva načina, zunanjo segrevanje in segrevanje s tokom kateri teče skozi element.*

# *Praktična uporaba PTK - uporov*

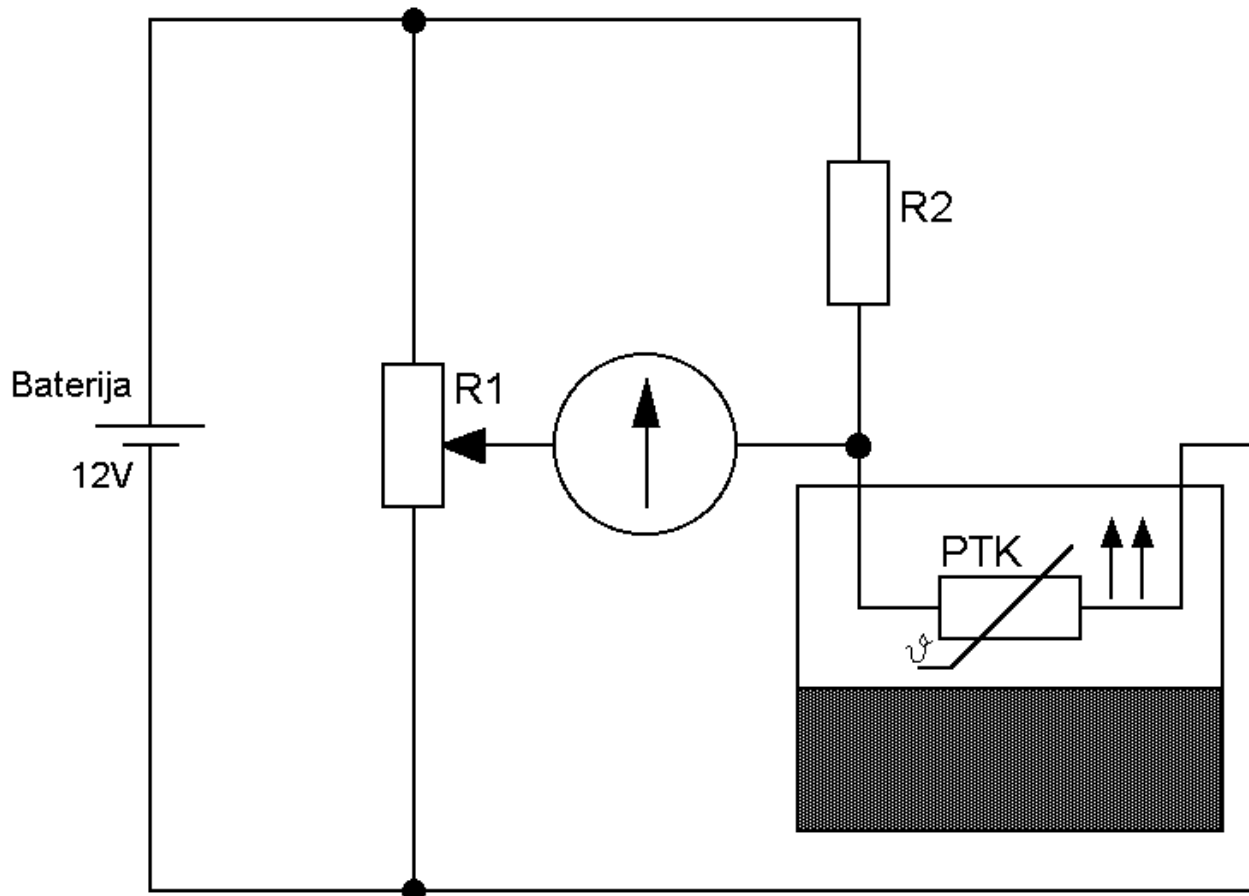
*Merjenje temperature s pomočjo termistorjev.*





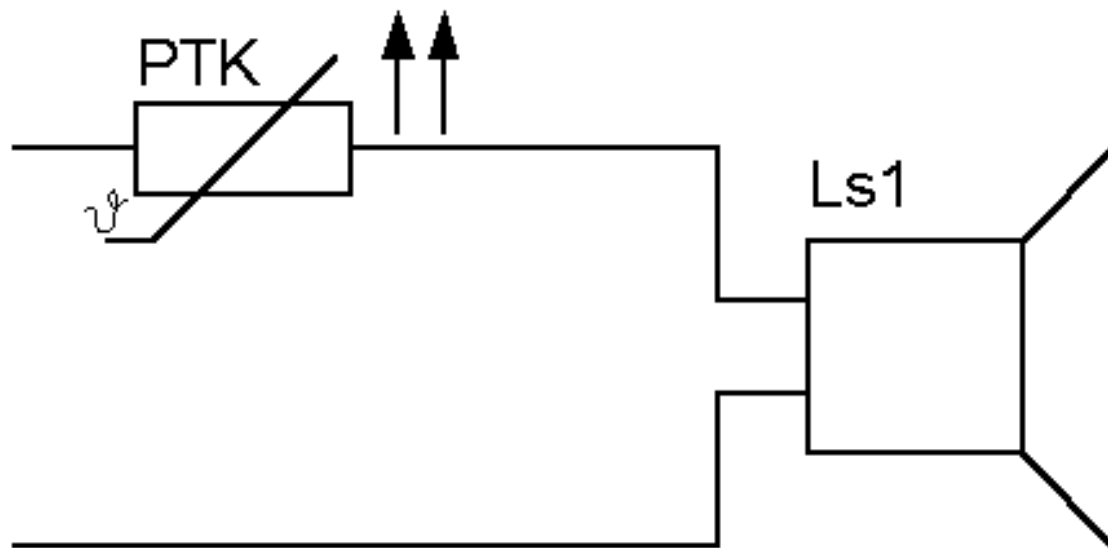
# *Praktična uporaba PTK - uporov*

## *Merjenje nivoja tekočin.*



## *Praktična uporaba PTK - uporov*

*PTK termistor lahko uporabljamo za pretokovno zaščito občutljivih komponent (npr. visokotonskih zvočnikov) ali kot omejevalnik vklopnega toka pri priključitvi naprav (npr. induktivna kuhalna plošča)*



## *Praktična uporaba PTK - uporov*

*Uporabimo pa jih lahko tudi za razmagnetenje slikovnih cevi osciloskopov in ekranov računalniških monitorjev in TV sprejemnikov.*

