

MEHATRONIČKI SISTEMI KOD MOTORA I VOZILA

SENZOR TEMPERATURE

Spring 2018

by

Slobodan Lubura

SENZORI TEMPERATURE

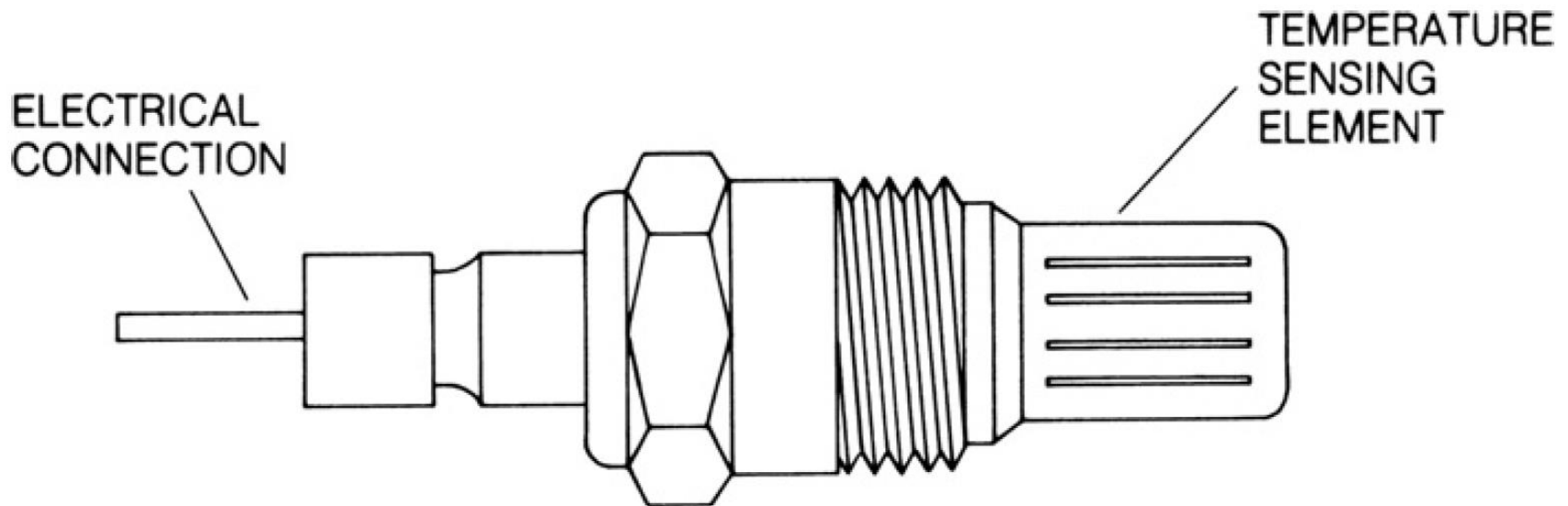
- Temperatura (T) je važan parametar upravljačkog sistema za kontrolu rada motora
- Za rad elektronskog sistema za kontrolu goriva je važno je poznavati temperaturu rashladne tečnosti hladnjaka, temperaturu vazduha u usisnoj grani, kao i temperaturu kiseonika izduvnih gasova.
- Za merenje svih ovih temperatura dostupno je nekoliko senzorskih konfiguracija, ali se princip rada većine senzora temperature može objasniti na primjeru rada senzora za mjerenje temperature rashladne tečnosti.
- Senzor temperature mora biti projektovan tako da se zadovolji traženi temperaturni opseg.
- Na primjer, senzor za mjerenje temperature rashladne tečnosti mjeri daleko manje temperature nego senzor temperature izduvnih gasova

SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI



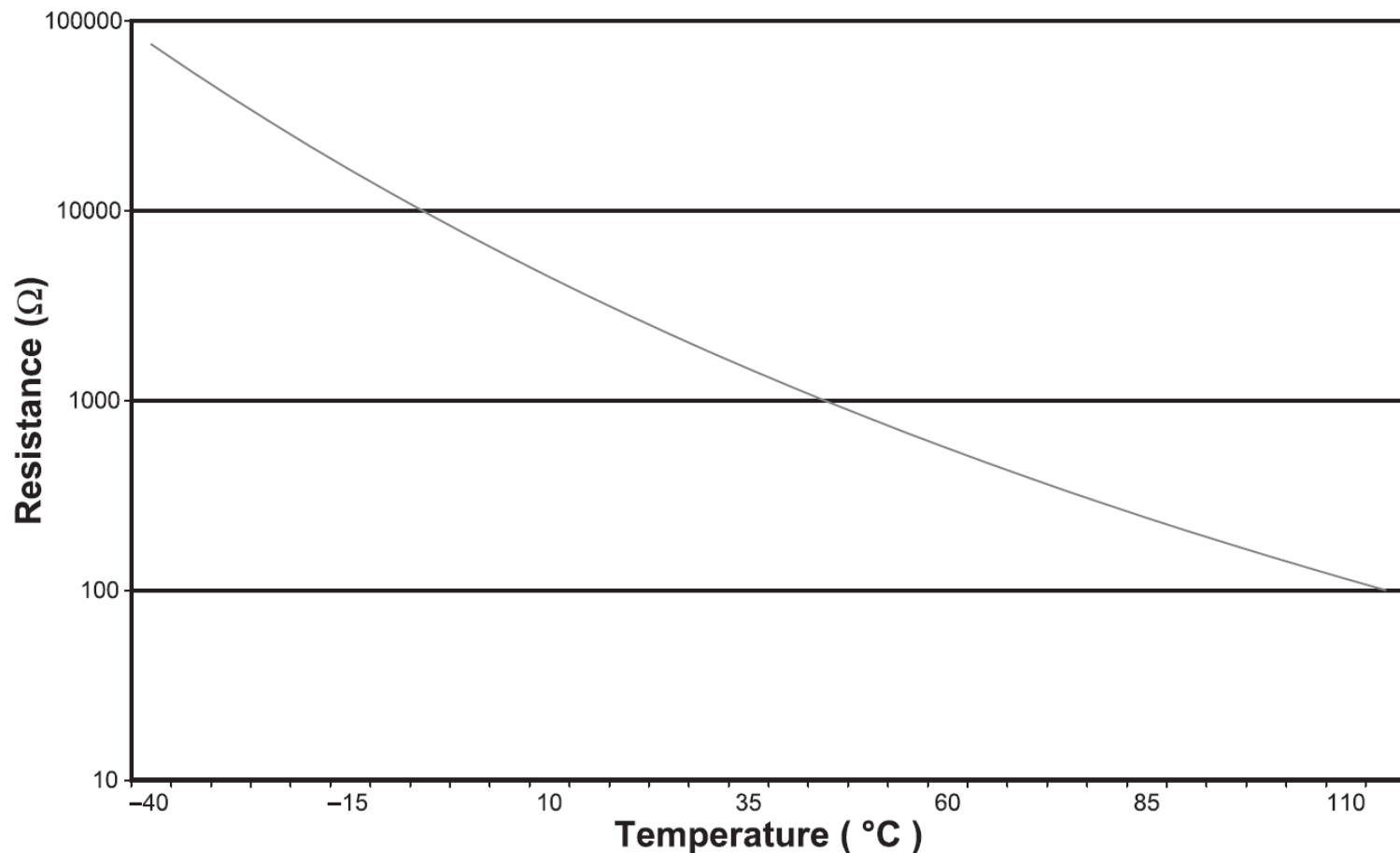
SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Senzor za mjerenje temperature rashladne tečnosti čini termistor kao osjetilni element
- Termistor je postavljen u kućište senzora koje se povezuje u rashladni sistem
- Termistor je poluprovodnik sa dva priključka čiji se otpor mijenja suprotno svojoj temperaturi.



SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Otpor termistora je nelinearna funkcija temperature koja se može modelirati u određenim temperaturnim opsegom pomoću polinomske funkcije u zavisnosti od temperature T .



SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Promjena otpornosti termistora sa temperaturom data je sljedećom relacijom:

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

- B – koeficijent promjene otpornosti termistora
- T1- ambijentalna temperatura (25 °C)
- T2- radna temperatura rashladne tečnosti (100, 75, ili 50 °C)
- R1 – otpornost termistora na temperaturi T1
- R2 – otpornost termistora na temperaturi T2

SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Primjer: Odrditi koeficijent promjene otpornosti termistora B, ako je $T_1 = 20\text{ °C}$, $T_2 = 100\text{ °C}$, $R_1 = 2250\text{ }\Omega$, $R_2 = 150\text{ }\Omega$,
- Iz date relacije dobije se:

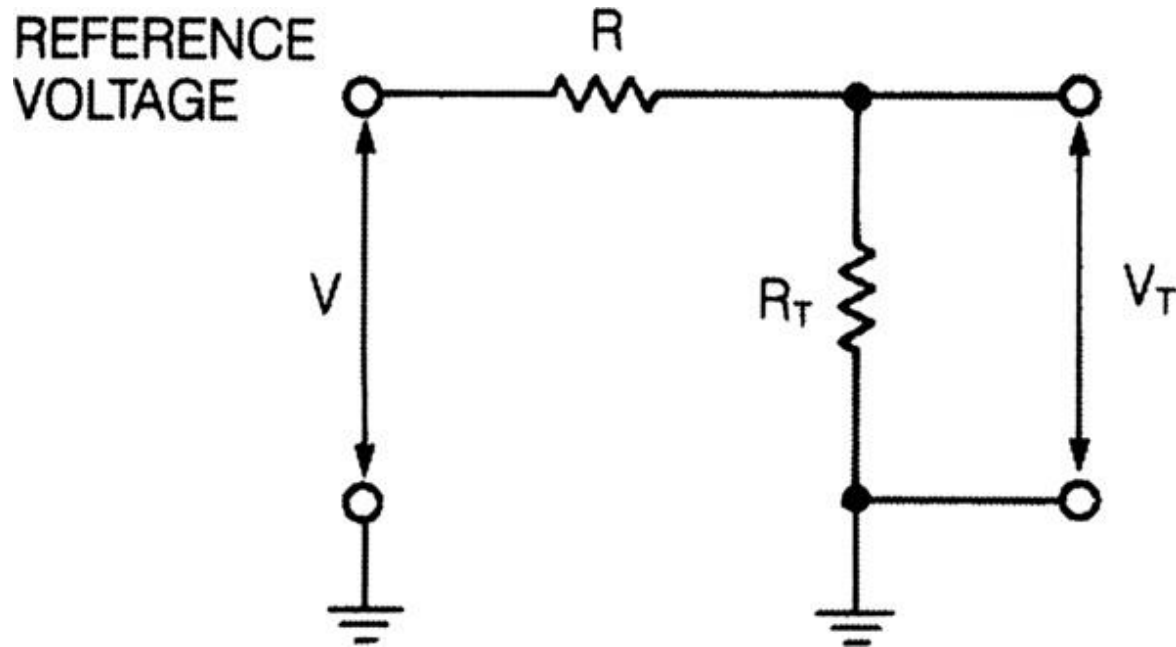
$$B_{25/100} = \frac{(100 + 273.15) * (25 + 273.15)}{(100 + 273.15) - (25 + 273.15)} \ln \left(\frac{2250}{150} \right)$$

$$B_{25/100} = 1483.4 * 2.7 = 4017$$

- Vrijednosti parametara B kreće se u granicama od 2000 do 5000
- Termistori se koriste za mjerenje temperatura do 500 °C .
- Ostali temperaturni senzori izgrađeni na bazi poluprovodnika, MEMS struktura takođe se koriste u automobilske industriji

SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Povezivanje termistora R_T u strujno kolo:

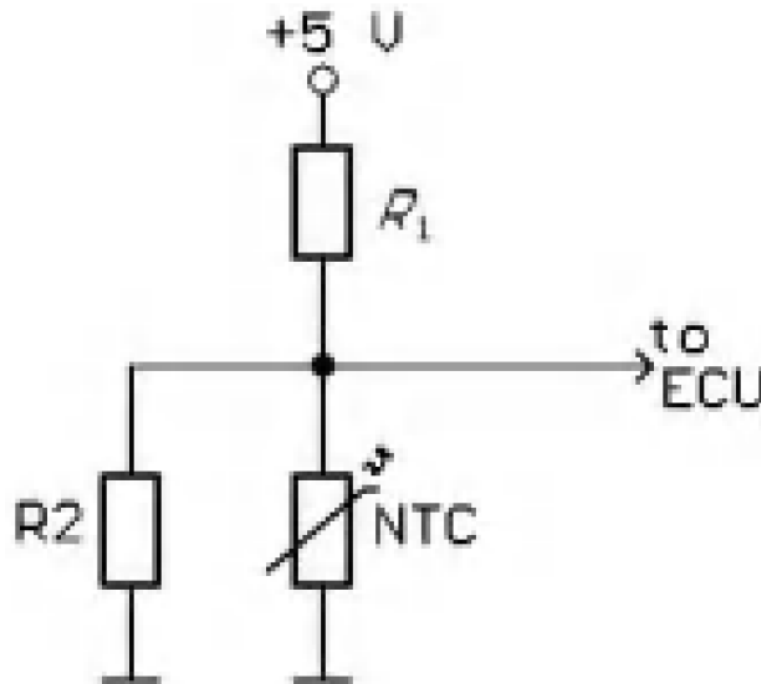


- Izlazni napon na termistoru dat je izrazom:

$$V_T = V * \frac{R_T}{R + R_T}$$

SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Povezivanje termistora R_T u strujno kolo:

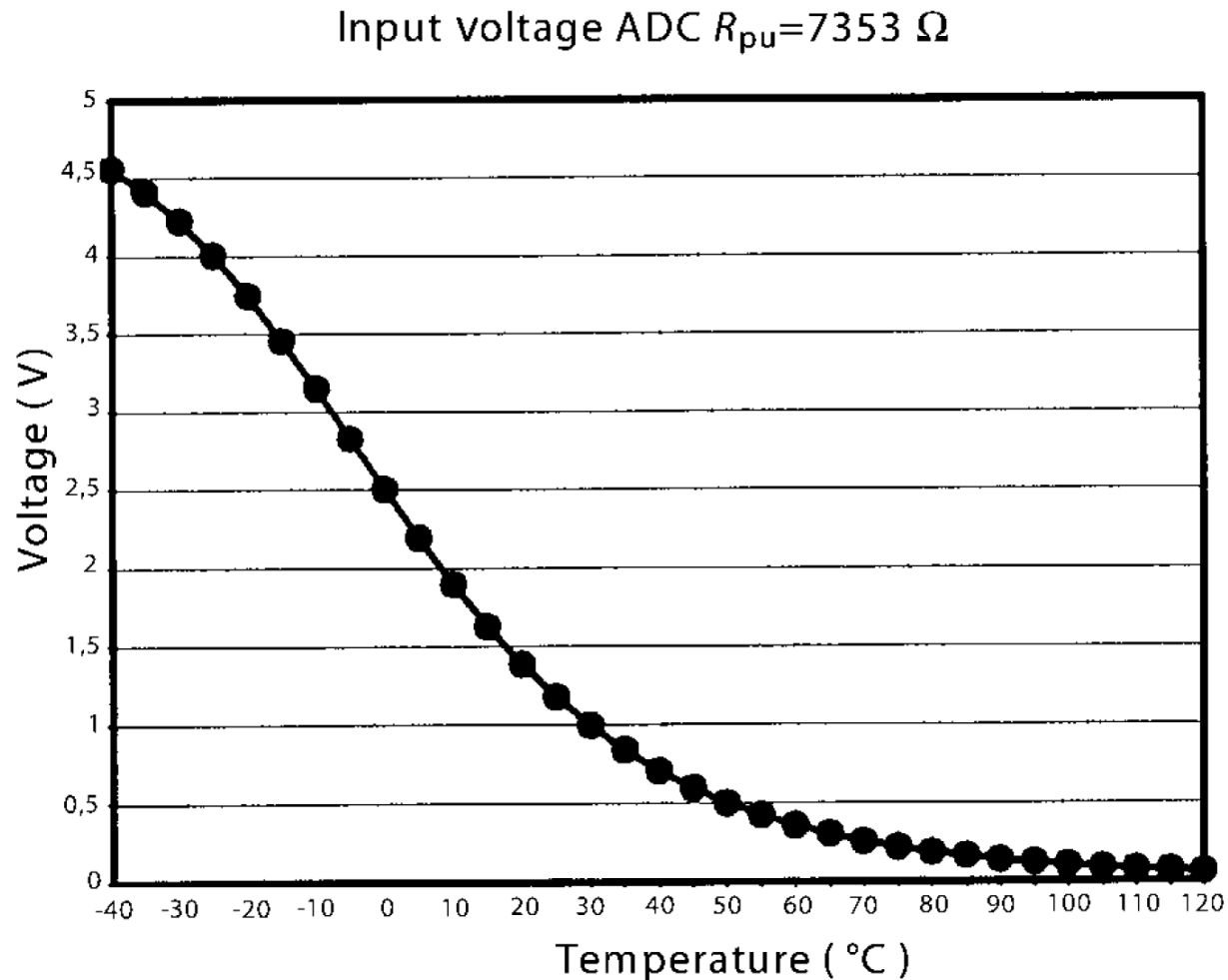


- Izlazni napon na termistoru dat je izrazom:

$$V_T = V * \frac{R_1}{R_1 + R_2 \parallel R_T}$$

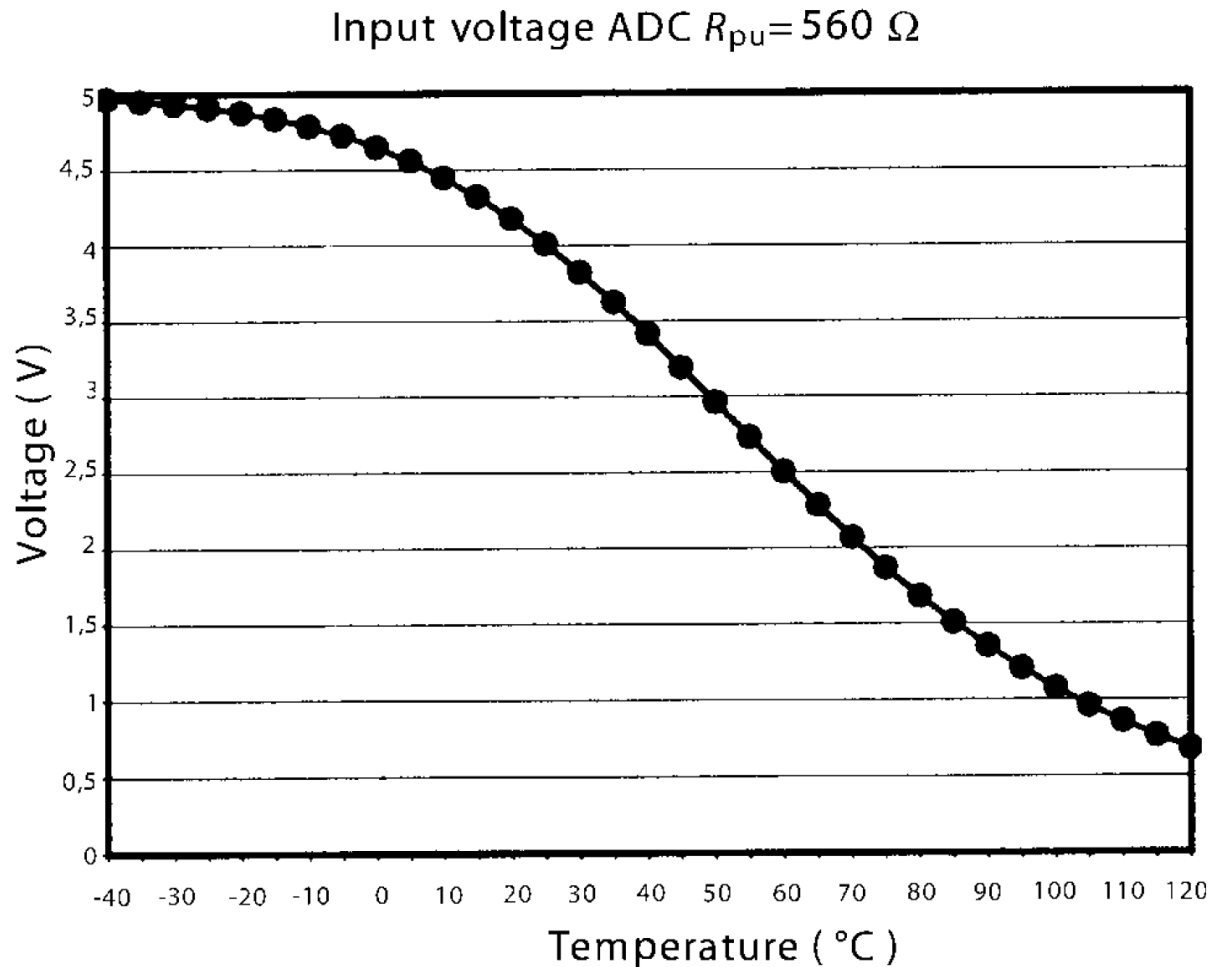
SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Napon koji se dobije na izlazu kola za mjerenje temperature ima sljedeći oblik



SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

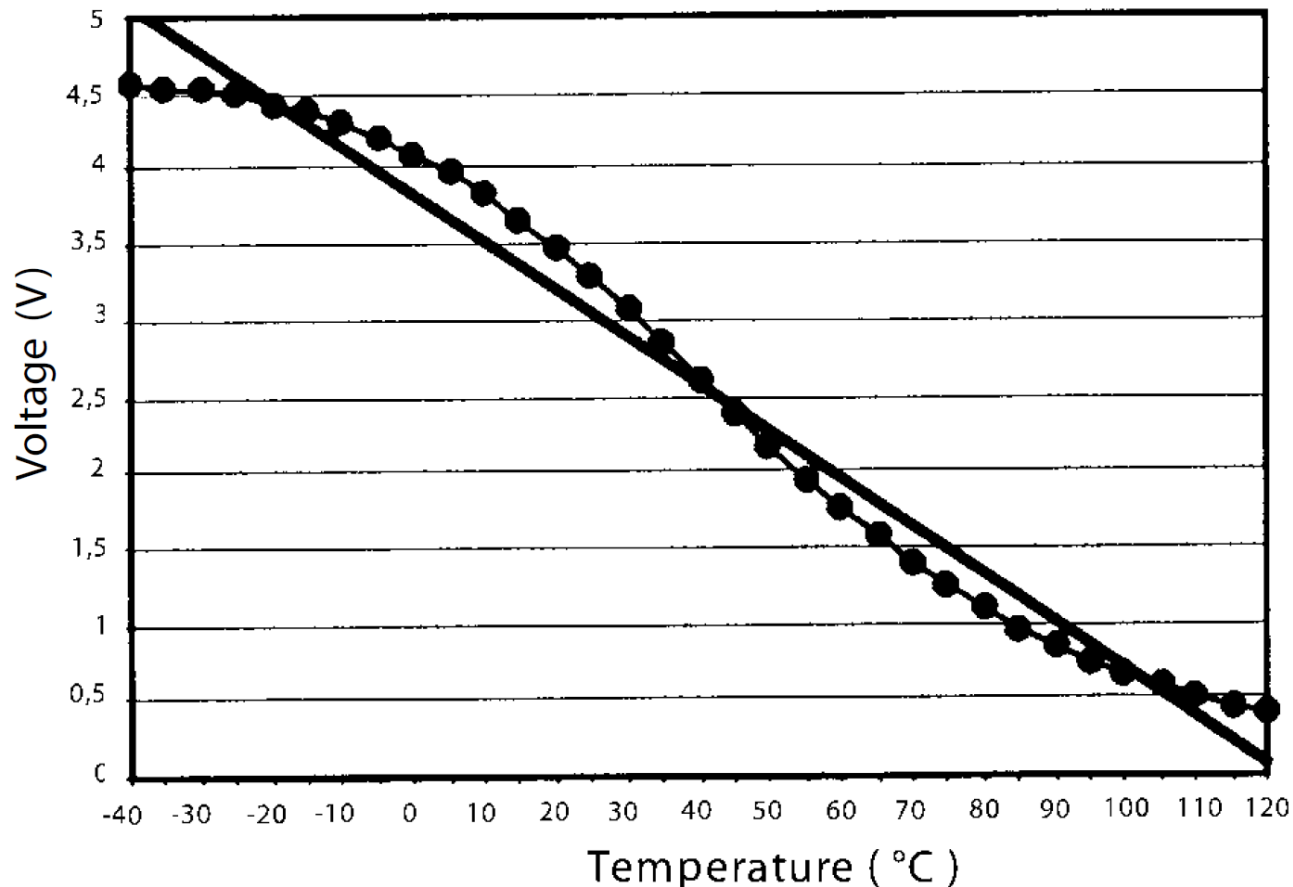
- Napon koji se dobije na izlazu kola za mjerenje temperature ima sljedeći oblik



SENZORI TEMPERATURE RASHLADNE TEČNOSTI

- Paralelenim vezivanjem otpornika R_2 sa termistorem R_T moguće je “linearizovati” karakteristiku

Input Voltage ADC $R_1 = 1000 \Omega$ $R_2 = 12 \text{ K}\Omega$



SENZORI TEMPERATURE IZDUVNIH GASOVA

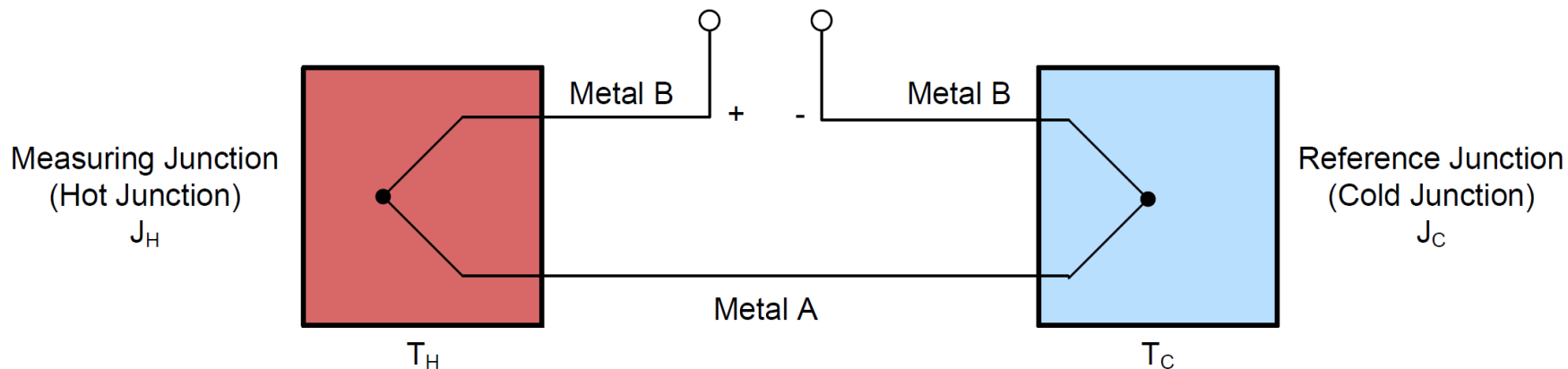
- Za mjerenje temperature izduvnih gasova (1100 °C) u automobilima koriste se **termoelementi**
- **Termoelementi** su jednostavne konstrukcija, robusni, jeftini i jedan od najčešće korišćenih pretvarača temperature koji pokrivaju širok spektar mjerenja temperatura u automobilu.
- **Termoelement** se formira tako što se dva provodnika različitih termoelektričnih koeficijenata K_A i K_B hladno spoje u jednu tačku
- Na krajevima ove veze pojaviće se napon:

$$V_{TC} = S(T_H - T_C)$$

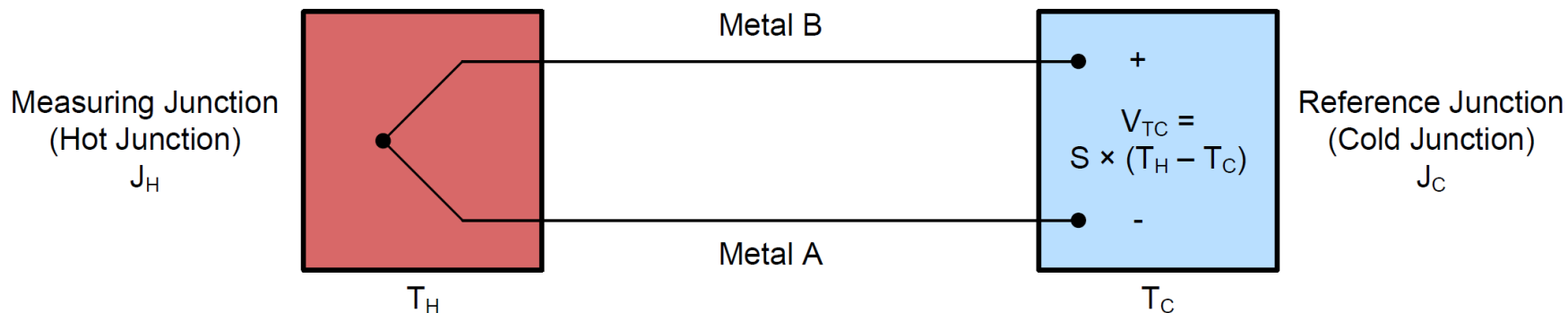
- Napon V_{TC} poznat je pod nazivom Zebekov napon, a koeficijent **S** termoelektrična Zebekova konstanta

SENZORI TEMPERATURE IZDUVNIH GASOVA

$$V_{TC} = S \times (T_H - T_C)$$



Equivalent Circuit

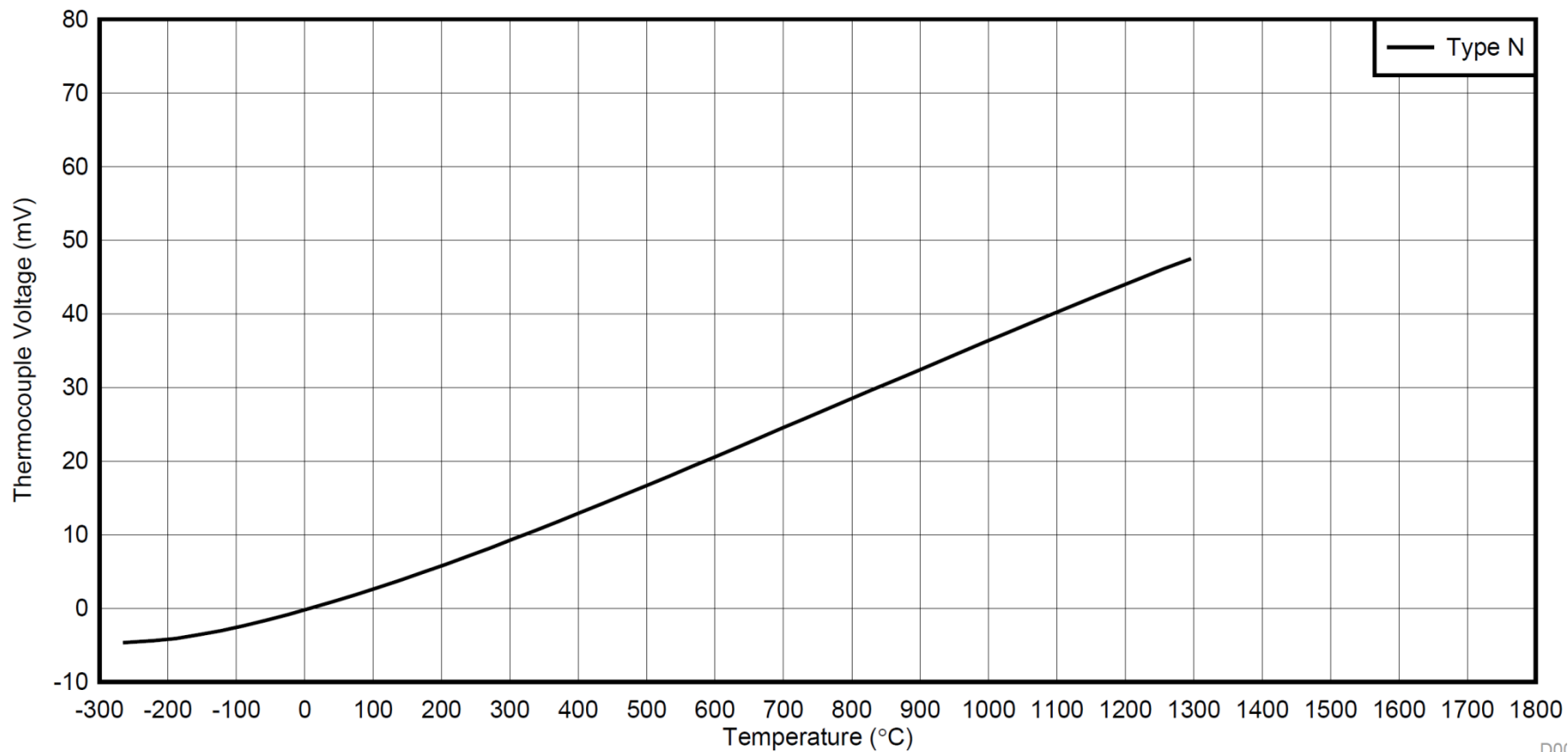


SENZORI TEMPERATURE IZDUVNIH GASOVA

- **Termoelementi** na svom izlazu generišu bipolarni (pozitivan ili negativan) napon
- Da li će napon na izlazu iz **termoelementa** biti pozitivan ili negativan zavisi od toga da li je izmjerena temperatura veća ili manja od referentne temperature (najčešće temperatura okoline 20 °C)
- U automobilske industrije najčešće se koristi **N-tip termoelementa** čija je osjetljivost oko 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- Ovi **termoelementi** mogu da mjere temperature u širokom opsegu, imaju dug životni vijek i malu nelinearnost u mjernom opsegu

SENZORI TEMPERATURE IZDUVNIH GASOVA

- Izlazna karakteristika **N-tip termoelementa**

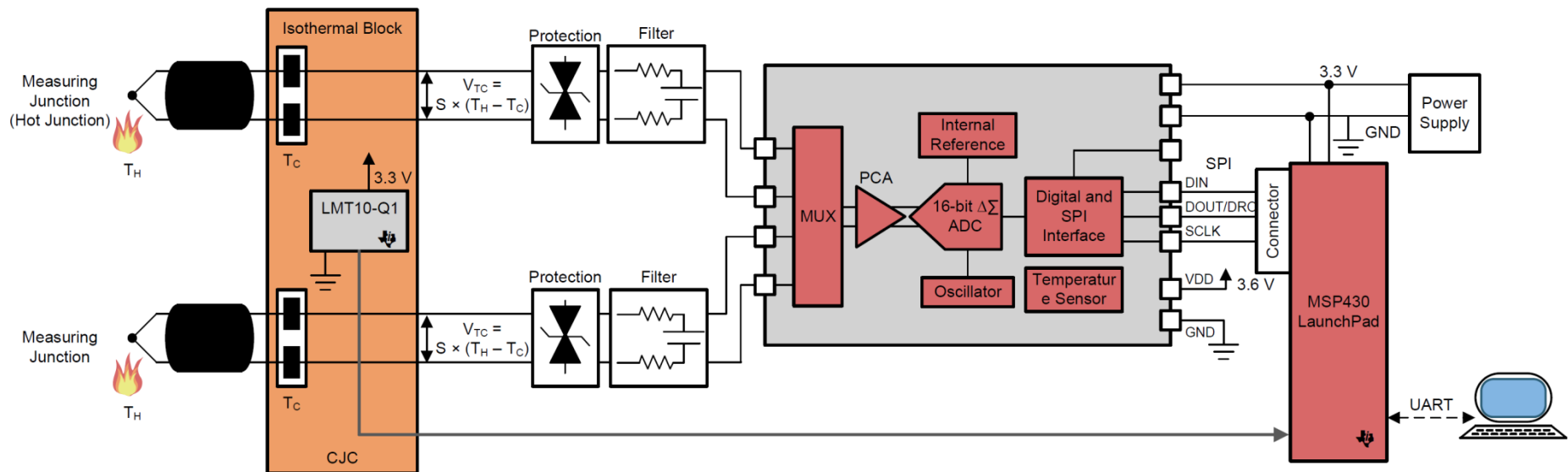


SENZORI TEMPERATURE IZDUVNIH GASOVA



SENZORI TEMPERATURE IZDUVNIH GASOVA

- Zbog malog napona na izlazu **termoelementa (mV)** posebnu pažnju treba posvetiti kolu za obradu signala



RTD SENZORI U AUTOMOBILIMA

- Princip rada **RTD (Resistance Temperature Detector)** zasniva se na promjeni otpornosti nekog materijala sa temperaturom koja je data jednačinom:

$$R_T = R_0 \left[1 + \alpha (T - T_0) + \beta (T - T_0)^2 + \dots \right]$$

- R_T – otpornost na temperaturi T
- R_0 – otpornost na ambijentalnoj temperaturi ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- α, β – temperaturni koeficijenti na ambijentalnoj temperaturi ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Platina je najbolji materijal za izradu RTD senzora jer ima temperaturni koeficijent otpora ($\alpha = 0,00392\text{ }1/^{\circ}\text{C}$) koji je konstantan u širokom dijapazonu temperaturnog opsega

RTD SENZORI U AUTOMOBILIMA

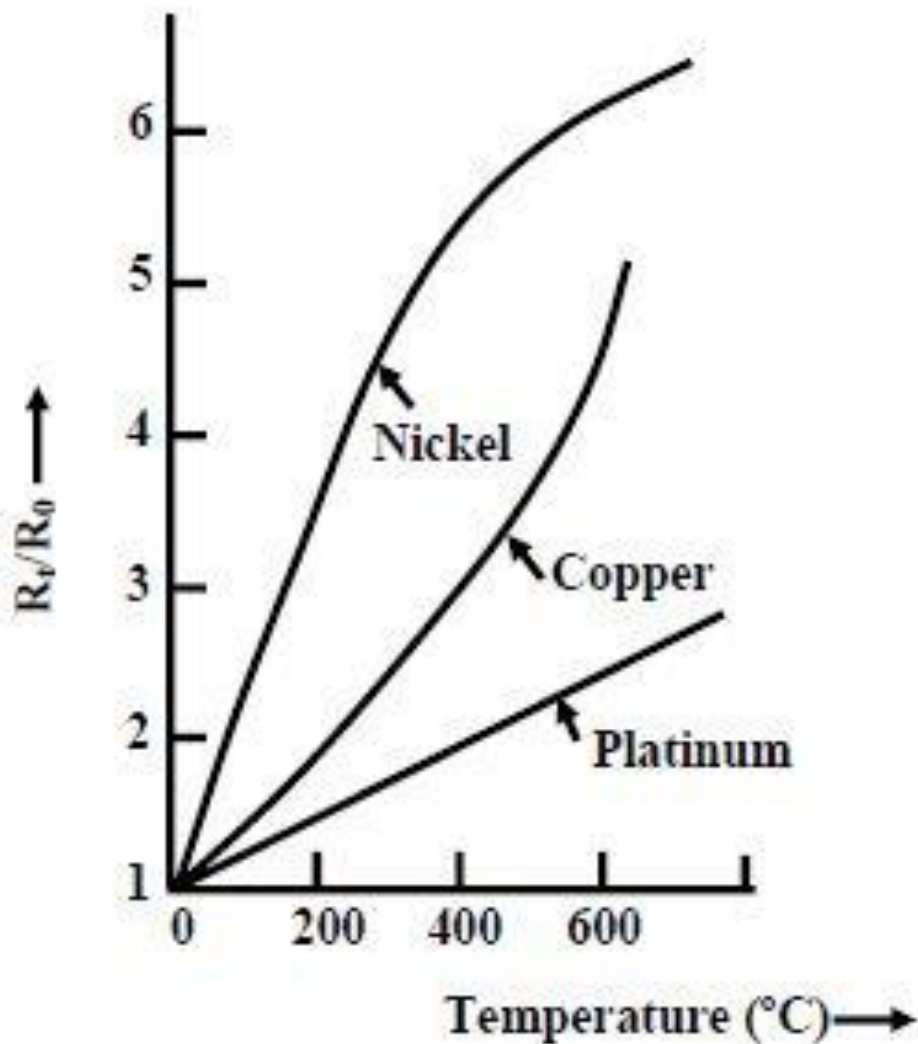
- Princip rada **RTD (Resistance Temperature Detector)** zasniva se na promjeni otpornosti nekog materijala sa temperaturom koja je data jednačinom:

$$R_T = R_0 \left[1 + \alpha (T - T_0) + \beta (T - T_0)^2 + \dots \right]$$

- R_T – otpornost na temperaturi T
- R_0 – otpornost na ambijentalnoj temperaturi ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- α, β – temperaturni koeficijenti na ambijentalnoj temperaturi ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Platina je najbolji materijal za izradu RTD senzora jer ima temperaturni koeficijent otpora ($\alpha = 0,00392\text{ }1/^{\circ}\text{C}$) koji je konstantan u širokom dijapazonu temperaturnog opsega

RTD SENZORI U AUTOMOBILIMA

- Izlazna karakteristika RTD senzora



RTD SENZORI U AUTOMOBILIMA

- Princip rada **RTD (Resistance Temperature Detector)** zasniva se na promjeni otpornosti nekog materijala sa temperaturom koja je data jednačinom:

$$R_T = R_0 \left[1 + \alpha (T - T_0) + \beta (T - T_0)^2 + \dots \right]$$

- R_T – otpornost na temperaturi T
- R_0 – otpornost na ambijentalnoj temperaturi ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- α, β – temperaturni koeficijenti na ambijentalnoj temperaturi ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Platina je najbolji materijal za izradu RTD senzora jer ima temperaturni koeficijent otpora ($\alpha = 0,00392\text{ }1/^{\circ}\text{C}$) koji je konstantan u širokom dijapazonu temperaturnog opsega