

MEHATRONIČKI SISTEMI KOD MOTORA I VOZILA

**SENZOR MASENOG PROTOKA
VAZDUHA**

**Spring 2018
by
Slobodan Lubura**

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Da bi elektronski kontrolisan motor sa ECU zadovoljio stroge propise o emisiji izduvnih gasova maseni protok goriva se mora mjeriti (MAF senzor)
- MAF senzor se montira u usisnu granu motora
- Izlaz MAF senzora je kontinualno promjenljivi signal koji se mijenja sa masenim protokom vazduha $\dot{M}_a$



© 2010 ECS TUNING



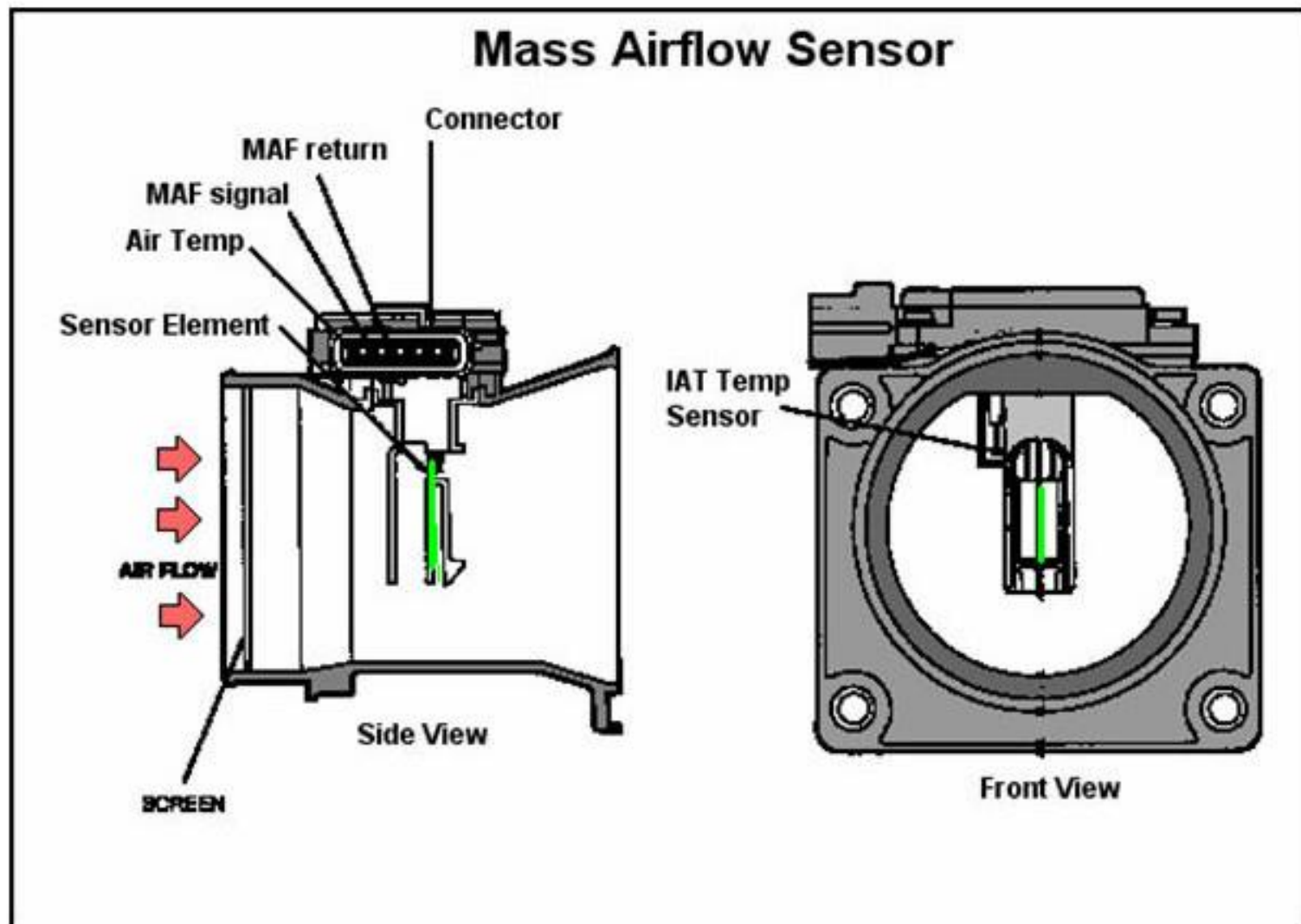
© ECS TUNING 2015



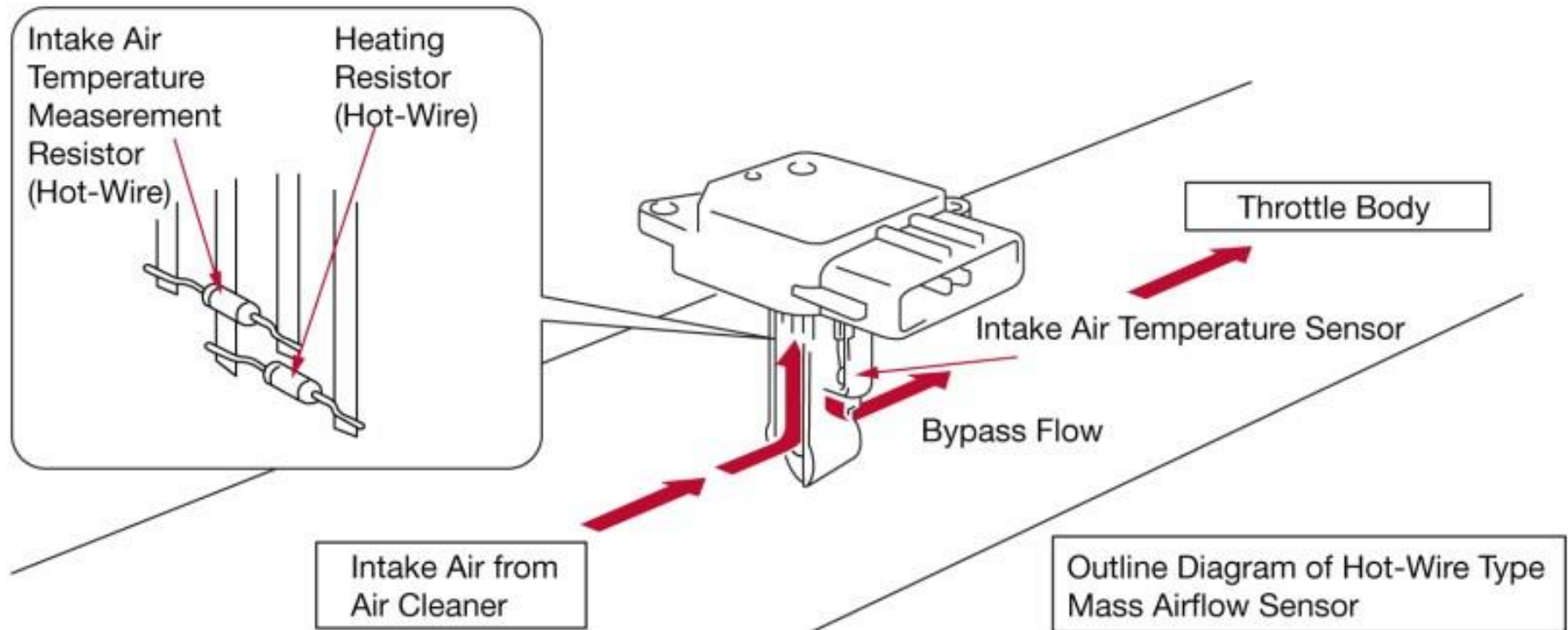
SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Koncept mjerenja masenog protoka vazduha zasniva se na mjerenju promjene otpornosti $R_{SE}(t)$ u grani mosta koja je u funkciji temperature
- Struja protiče kroz otpornik $R_{SE}(t)$ i zagrijava ga.
- Ako se ovaj otpornik postavi u kanal u kome struji vazduh koji motor usisava, otpornik se hladi i njegova otpornost se smanjuje.
- Što je veći maseni protok fluida u kanalu otpornost će biti manja

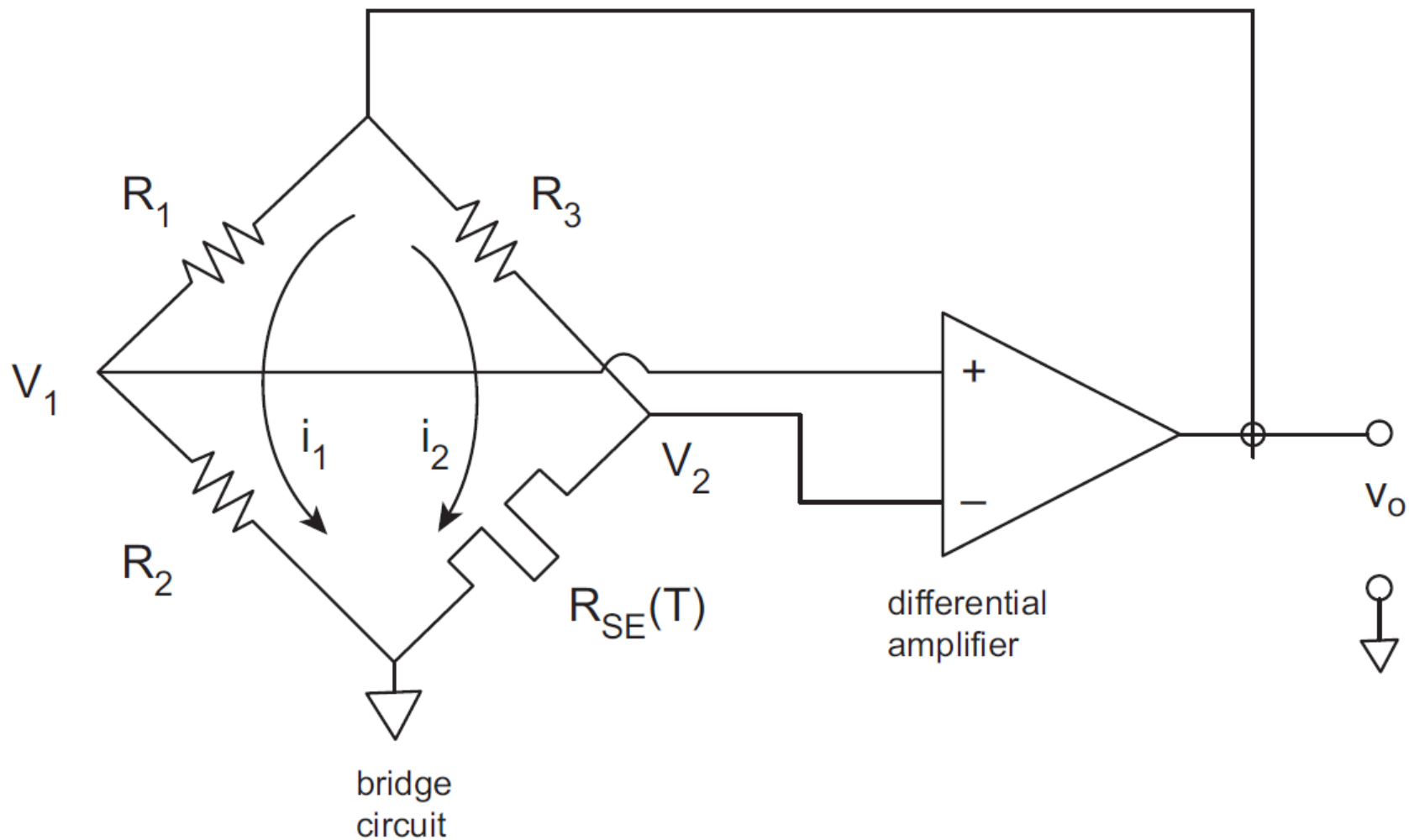
SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA



SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA



SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA - ŠEMA



SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Promjena otpornosti $R_{SE}(t)$ sa temperaturom data je izrazom:

$$R_{SE}(T) = R_o + K_T \Delta T$$

- R_o – otpornost na referentnoj temperaturi ($T_0 = 0^\circ\text{C}$)
- K_T – temperaturni koeficijent, $K_T > 0$
- ΔT – promjena temperature (masenog protoka vazduha)
- Osjetilni element, otpornik $R_{SE}(t)$ izrađuje se od tankih listića Nikla (Ni)
- Izlazni napon senzora v_o je izrazom:

$$v_o = G(V_1 - V_2)$$

- Gdje je G – pojačanje pojačavača

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Razlika napona ΔV data je izrazom:

$$\Delta V = V_1 - V_2$$
$$= v_0 \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_{SE}}{R_{SE} + R_3} \right]$$

- Pošto je $v_0 = G \Delta V$, iz gornje jednačine slijedi da je:

$$\frac{1}{G} = \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_{SE}}{R_{SE} + R_3} \right]$$

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Pošto je obično $G \gg 1$ vrijednost otpornika $R_{SE}(t)$ data je izrazom:

$$R_{SE}(T) = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

- Promjena otpornosti $\Delta R_{SE}(t)$ sa promjenom temperature ΔT data je izrazom:

$$k_T \Delta T = \frac{R_2 R_3}{R_1} - [R_0 + k_T (T_a - T_{ref})]$$

- Gdje je T_{ref} – proizvoljna referentna temperatura
- Ta pravilnim izborom otpornika R_3 moguće je postići da ova temperatuna razlika bude nezavisano od temperature okoline T_{ref}
- Otpornika R_3 je otpornik za temperaturnu kompenzaciju

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Otpornika R_3 se izrađuje od istog materijala kao i otpornik $R_{SE}(t)$ i njegova otpornost je data izrazom:

$$R_3(T_a) = R_{3o} + k_{T3}(T_a - T_{ref})$$

- Gdje je R_{3o} – otpornost pri temperaturi $T_a = T_{ref}$, a $k_{T3}(t)$ - temperaturni koeficijent otpornika R_3
- Temperaturna razlika ΔT na osjetilnom elementu $R_{SE}(t)$ data je sa:

$$k_T \Delta T = \left(\frac{R_2 R_{3o}}{R_1} - R_0 \right) + \left(\frac{R_2}{R_1} k_{T3} - k_T \right) (T_a - T_{ref})$$

- Ako je senzor projektovan tako da važi:

$$\frac{R_2 k_{T3}}{R_1} = k_T$$

onda je temperaturna razlika ΔT nezavisna od T_a

$$\Delta T = \frac{1}{k_T} \left[\frac{R_2 R_{3o}}{R_1} - R_0 \right]$$

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- Maseni protok vazduha $\dot{M}_a$ kod automobilskeg motor rijetko je konstantan, pa je korisno razmotriti dinamički odziv MAF senzora na vremenski promenljivi protok vazduha $\dot{M}_a$
- Dinamički odziv MAF senzora određen je dinamikom promjene temperature osjetilnog elementa ΔT pri promjeni masenog protoka vazduha $\dot{M}_a$
- Dinamički model promjene temperature dat je jednačinom:

$$\Delta \dot{T} + \frac{\Delta T}{\tau_{SE}} = \alpha_1 P_{SE} - \alpha_2 \dot{M}_a$$

- Gdje je P_{SE} snaga koja se troši na otporniku $R_{SE}(t)$

$$P_{SE} = i_2^2 R_{SE} = \left(\frac{V_o}{R_{SE} + R_3} \right)^2 R_{SE}$$

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

- i_2 – struja kroz otpornik R_{SE} , τ_{SE} – vremenska konstanta otpornika R_{SE}
- α_1 i α_2 konstante koje zavise od konfiguracije osjetilnog elementa
- Za dovoljno malu vremensku konstantu τ_{SE} promjena ΔT je zanemariva pa se promjena snage koja se troši na otporniku R_{SE} može iskazati kao:

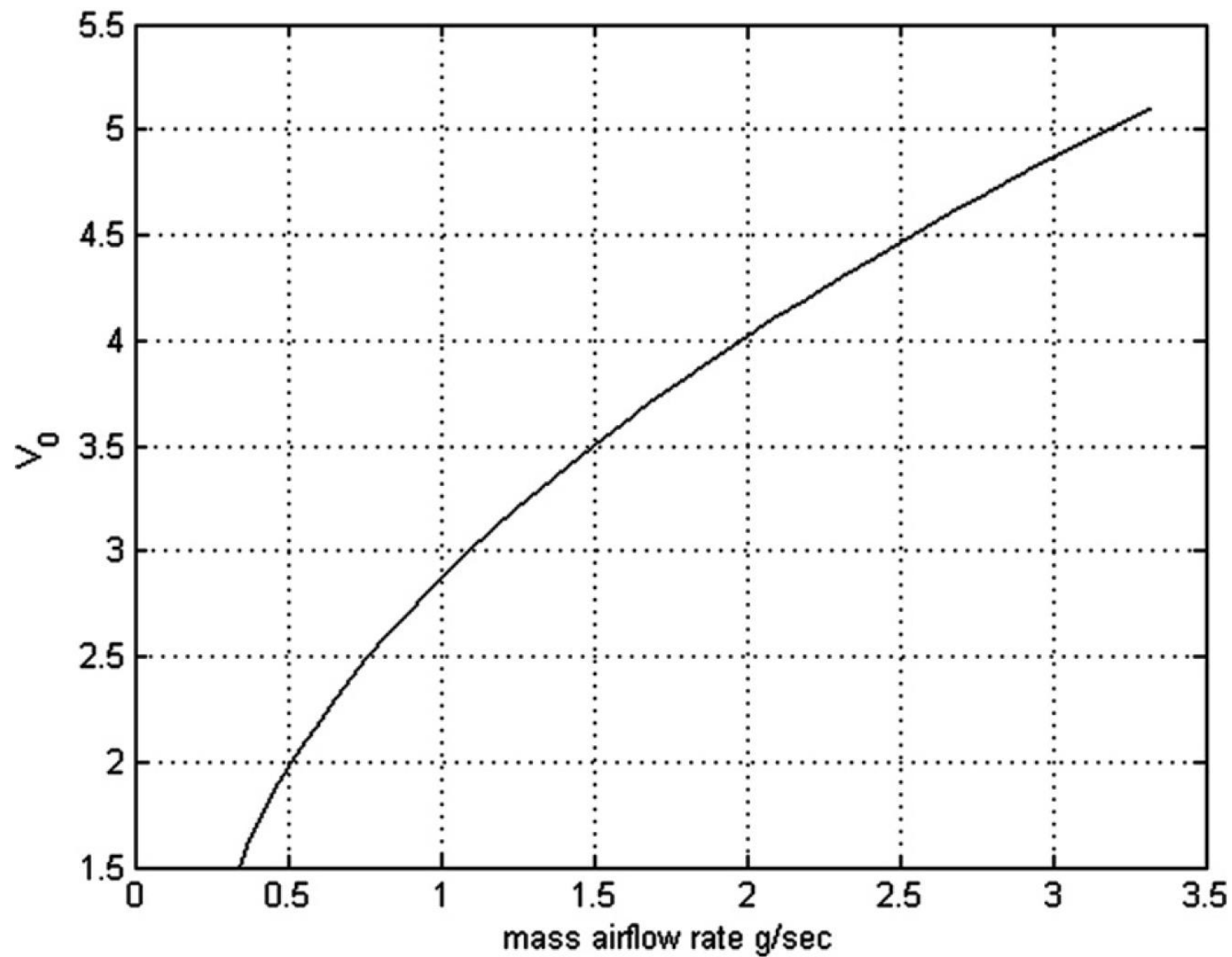
$$\alpha_1 [P_{SE}(\dot{M}_a) - P_{SE}(0)] = \alpha_2 \dot{M}_a$$

- Iz prethodne jednačine dobija se da je promjena izlaznog napona MAF senzora data sa:

- $$v_o(\dot{M}_a) = [v_o^2(0) + K_{MAF}\dot{M}_a]^{1/2}$$

- Gdje je K_{MAF} – konstanta MAF senzora

SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA



SENZOR MASENOG PROTOKA VAZDUHA

