Partimos de las ecuaciones para una deceleración isentrópica (que modela el proceso que sigue la corriente en una toma pitot):

$$M = \frac{V}{\sqrt{\gamma RT}}$$

$$p = \rho RT$$

$$\frac{T_t}{T} = 1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2$$

$$\frac{p_t}{p} = \left(\frac{T_t}{T}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

TAS

De estas ecuaciones obtenemos la TAS (*true airspeed*) como:

$$TAS = M\sqrt{\gamma RT} = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma - 1} RT \left(\left(\frac{p + \Delta p}{p}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} - 1\right)} = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma - 1} \frac{P}{\rho} \left(\left(\frac{p + \Delta P}{p}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} - 1\right)}$$

Donde $\Delta p = p_t - p$ es la presión de impacto.

El problema de esta expresión es que no podemos medir T (o ρ) directamente. Una toma de temperatura mide la temperatura de la corriente una vez remansada, es decir, la temperatura total T_t. Por tanto, para calcular la TAS hacemos:

$$M = \sqrt{\frac{2}{\gamma - 1} \left(\left(\frac{P + \Delta P}{P}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} - 1\right)}$$

$$T = \frac{T_t}{1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2}$$

$$TAS = M\sqrt{\gamma RT}$$

Estos cálculos sólo son posibles si tenemos sensores de p (toma de estática), Δp (pitot) y T_t (toma de temperatura).

EAS

La EAS (*equivalent airspeed*) se define como:

$$EAS = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho_0} \left(\left(\frac{p + \Delta p}{p}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} - 1\right)} = TAS \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}}$$

Para calcularla sólo necesitamos sensores de p y Δp.

Puede interpretarse como el resultado de despreciar los efectos de la altitud en la TAS, reteniendo los de compresibilidad.

CAS

La CAS (*calibrated airspeed*) se define como:

$$CAS = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1}\frac{p_0}{\rho_0}\left(\left(\frac{p_0+\Delta p}{p_0}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}-1\right)}$$

Para calcularla sólo necesitamos sensor de Δp.

Puede interpretarse como el resultado de despreciar los efectos de la altitud y de compresibilidad en la TAS.

No existe una relación analítica sencilla entre CAS y EAS como la que hay entre TAS y EAS.

Ahora bien, si $\Delta p \ll p_0$ (lo cual puede entenderse como $M \ll 1$, es decir, régimen incompresible):

$$CAS = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1}\frac{p_0}{\rho_0}\left(\left(1+\frac{\Delta p}{p_0}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}-1\right)} \approx \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1}\frac{p_0}{\rho_0}\left(1+\frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{\Delta p}{p_0}-1\right)} = \sqrt{2\frac{\Delta p}{\rho_0}}$$

Que corresponde a la ecuación de Bernouilli (según la cual la presión de impacto es igual a la presión dinámica), pero usando ρ_0 en vez de la ρ real:

$$\Delta p = \frac{1}{2}\rho_0 CAS^2$$

IAS

La IAS (*indicated airspeed*) es el último eslabón en la cadena trófica de las velocidades aerodinámicas. Es similar a la CAS, pero usando una Δp sin calibración aerodinámica.