

Cursul 4.1.1 Acustica: Efectul Doppler acustic

Efectul Doppler acustic

Enunț: Dacă o sursă se mișcă față de un receptor atunci frecvența cu care se recepționează undele depinde de viteza relativă a receptorului față de sursa. Există două cazuri particulare:

I Receptorul fix și sursa mobilă

Fie un receptor situat într-un punct B și care recepționează undele emise de o sursă situată într-un punct A. Timpul în care ajung acestea la receptor dacă distanța dintre sursă și receptor este o lungime de undă este:

$$T = \frac{\lambda}{c} \quad (1)$$

Dacă sursa ar fi în repaus distanța AB ar rămâne egală cu lungimea de undă, λ dar dacă sursa se găsește în mișcare cu viteza, v atunci distanța sursă observator se micșorează în timp de o perioadă cu:

$$AA' = v \cdot T, \quad (2)$$

astfel în mediul imobil se va propaga o undă cu lungimea de undă:

$$\lambda' = \lambda - v \cdot T, \quad (3)$$

care se va propaga cu viteza c într-o perioadă T' :

$$T' = \frac{\lambda'}{c}, \quad (4)$$

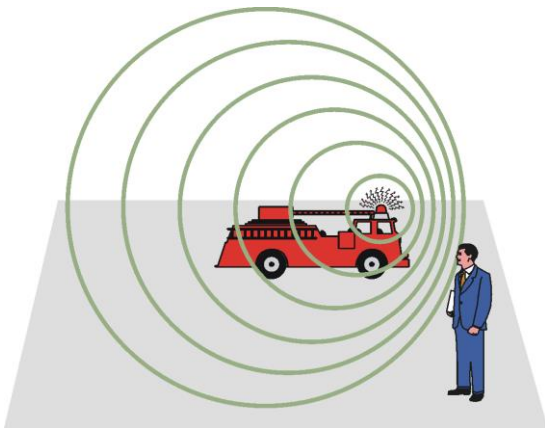


Fig. 1 Sunetul recepționat de către un observator fix are o frecvență diferită față de frecvența sursei.

de unde dacă împărțim ecuația (3) cu c avem:

$$\frac{\lambda'}{c} = \frac{\lambda}{c} - \frac{v \cdot T}{c} \Rightarrow T' = T - \frac{v \cdot T}{c} = T \frac{c - v}{c}, \quad (5)$$

iar frecvența care este inversul perioadei este :

$$v' = v \frac{c}{c - v}, \quad (6)$$

care este frecvența (mai înaltă decât în cazul static) dacă sursa se apropie de receptor, și care se transformă în mod evident în:

$$v' = v \frac{c}{c + v}, \quad (7)$$

(mai joasă decât în cazul static) dacă sursa se îndepărtează de observator.

II Receptorul mobil și sursa fixă

Fie ν frecvența cu care emite sursa A. În punctul B aceste unde emise de A sunt recepționate. Dacă receptorul B se mișcă spre sursa A cu viteza v , atunci în unitatea de timp numărul undelor recepționate este mai mare cu:

$$\Delta\nu = \frac{BB'}{\lambda} = \frac{v \cdot 1s}{\lambda} = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\frac{c}{\nu}} = \frac{v}{c} \nu, \quad (8)$$

de unde frecvența cu care se recepționează unda este:

$$\begin{aligned} \Delta\nu &= \nu' - \nu = \frac{v}{c} \nu \\ \nu' &= \frac{v}{c} \nu + \nu = \frac{c+v}{c} \nu' \end{aligned} \quad (9)$$

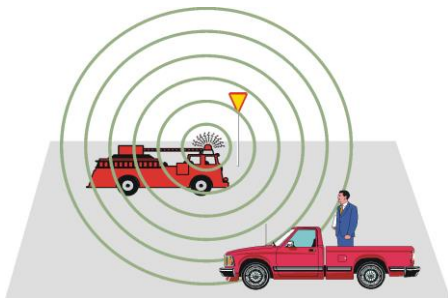
dacă receptorul se apropie de sursă și:

$$\nu' = \frac{c-v}{c} \nu, \quad (10)$$

dacă receptorul se îndepărtează de sursă.

Prin combinarea celor două cazuri se obține:

$$\nu' = \frac{c \pm v_r}{c \mp v_s} \nu, \quad (11)$$



unde v_r este viteza receptorului iar v_s viteza sursei. Primul semn fiind considerat la apropierea relativă dintre sursă și receptor iar semnul de jos fiind folosit la îndepărtarea relativă dintre sursă și receptor.

Fig. 2 Sunetul recepționat de către un observator mobil de la o sursă fixă are o frecvență diferită față de frecvența sursei.