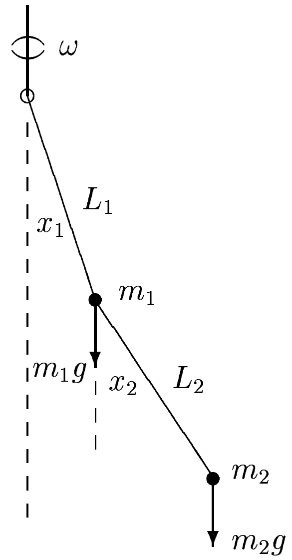
Laboration 2. Ickelinjära ekvationer

En dubbel pendel roterar med vinkelhastigheten ω runt en vertikal axel.



Vid jämvikt för de två pendlarna är vinklarna mot vertikala axeln, x_1 och x_2, lösningar till följande system av ekvationer,

$$F(x) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, x_2) \\ f_2(x_1, x_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tan x_1 - \frac{\omega^2}{g}(L_1 \sin x_1 + \frac{m_2}{m_1+m_2} L_2 \sin x_2) \\ \tan x_2 - \frac{\omega^2}{g}(L_1 \sin x_1 + L_2 \sin x_2) \end{bmatrix} = 0.$$

Låt oss för enkelhets skull ta $m_1 = m_2$ och $L_1 = L_2 = L$. Om vi inför parametern $k = \frac{\omega^2 L}{2g}$ så kan vi nu skriva ekvationen

$$F(x) = \begin{bmatrix} \tan x_1 - k(2\sin x_1 + \sin x_2) \\ \tan x_2 - k(2\sin x_1 + 2\sin x_2) \end{bmatrix} = 0$$

(a). Tag $k = 0.4$ och använd MATLAB för att rita upp nollnivåerna för f_1 och f_2, dvs. mängderna $\{(x_1, x_2) | f_1(x_1, x_2) = 0\}$ och $\{(x_1, x_2) | f_2(x_1, x_2) = 0\}$, och se efter de punkter där både f_1 och f_2 är noll samtidigt. Använd *ginput* för att läsa in en startapproximation och bestäm sedan nollstället noggrant med Newtons metod. Rita en bild som visar hur pendlarna svänger ut.

(b). Nu skall vi anväda *fsolve* och lösa problemet för en följd av k-värden mellan 0.3 och 0.5. Tag $k = 0.5$, rita nollnivåkurvor och läs in startapproximation som tidigare. Lös med *fsolve*. Använd lösningen för $k = 0.5$ som startapproximation för att lösa för t.ex. $k = 0.45$, ta sedan denna lösning som startapproximation för att lösa för $k = 0.4$, osv. Rita i samma figur ut de olika utslagen. Förse figuren med text (*text* eller *gtext*) som visar vilket utslag som tillhör vilket k-värde.

Varför är det mer lämpligt att börja med $k = 0.5$ och stega nedåt till $k = 0.3$, snarare än tvärtom?