# 4. Propietats elàstiques d’una molla

**[PROG]** Volem determinar les propietats elàstiques d’una molla usant diferents pesos i mesurant la deformació que es produeix. La llei de Hooke relaciona la longitud l i la força F que exerceix el pes com:

on e, k són constants de la llei, que es volen determinar. S’ha realitzat un experiment i obtingut les dades:



1. **Plantegeu el problema com un problema de mínims quadrats.**

Per les transparències del tema 3 (pàg 8) sé que:



on en aquest problema és:



y en canvi correspondria a:

y = (7.97, 10.2, 14.2, 16.0, 21.2)

| F = np.array([[1, 1],[1, 2],[1, 3],[1, 4],[1, 5]]) l = [7.97, 10.2, 14.2, 16.0, 21.2] |
| --- |

1. **Resoleu-lo amb el mètode de la matriu pseudo-inversa**

En aquesta mateixa pàgina de les transpes, tenim que:

* If it is true that has rank D then is the pseudoinverse matrix or Moore-Penrose matrix and .

De forma que finalment queda:

\*en que i són les indicades a l’apartat a.

Implementació:

| *#matriu pseudo-inversa* aux = np.dot(np.transpose(F), F) *#np.dot = multiplicació de matrius* *#np.transpose = transposa la matriu* aux1 = np.linalg.inv(aux) *#calcula la invera* pseudo = np.dot(aux1, np.transpose(F))   Invpseudo = np.dot(pseudo, l) print("Resolució amb pseudo-inversa:") print(Invpseudo) |
| --- |

| Resolució amb pseudo-inversa: [4.236 3.226] |
| --- |

1. **Resoleu-lo amb el mètode basat en la SVD**

Com sabem amb el mètode Singular Value Decomposition (SVD), qualsevol matriu amb m > n es pot expressar com

I doncs, els paràmetres w per els mínims quadrats seran computats usant SVD d’aquesta forma:

on:

U = [ [ 0.16000707 0.75789032]

[ 0.28530784 0.46754618]

[ 0.41060861 0.17720205]

[ 0.53590938 -0.11314209]

[ 0.66121015 -0.40348622] ]

V = [ [ 0.26693358 0.96371493]

[ 0.96371493 -0.26693358] ]

) =

[ [0.1300185 0. ]

[0. 1.08770179 ] ]

Implementació:

| *#SVD* U, D, V = np.linalg.svd(F, full\_matrices=False)  D = np.diagflat(1/D) *#construeix una matriu amb la diagonal = input*  s = np.dot(V, D) s1 = np.dot(s, np.transpose(U)) svd= np.dot(s1, l)  print("Resolució amb SVD:") print(svd) |
| --- |

| Resolució amb SVD:  [4.236 3.226] |
| --- |