

# Module **Algebra**

Filename: Algebra.py Author: Rafel Amer (rafel.amer AT upc.edu) Copyright: Rafel Amer 2020–2021 Disclaimer: This program is provided "as is", without warranty of any kind, either expressed or implied, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. It has been written to generate random models of exams for the subject of Linear Algebra at ESEIAAT, Technic University of Catalonia License: This program is free software: you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

See <<https://www.gnu.org/licenses/>>

## Functions

```
def matriu_latex(m, format=None, ampliada=False, tipus='p')
```

Retorna l'expressió en latex d'una matriu del tipus Matrix del sympy

### Parametres

format: format de les columnes de la matriu. Per defecte "r" ampliada: si es vol separar amb una línia vertical l'última columna de la matriu

```
def matriu_mathematica(m)
```

Retorna l'expressió en Mathematica d'una matriu del tipus Matrix del sympy

```
def mcd_llista(list)
```

Retorna el màxim comú divisor d'una llista d'enters

```
def mcm_llista(list)
```

Retorna el mínim comú múltiple d'una llista d'enters

```
def mti(i, j)
```

Funció auxiliar per crear una matriu triangular superior i uns o menys uns a la diagonal Retorna zero si el coeficients està per sota de la diagonal principal

```
def mts(i, j, values)
```

Funció auxiliar per crear una matriu triangular inferior i uns o menys uns a la diagonal Retorna zero si el coeficients està per sobre de la diagonal principal

```
def mylatex(e)
```

```
def norma_maxim(m)
```

Retorna el màxim en valor absolut d'entre els coeficients d'una matriu del tipus Matrix del sympy

```
def nzeros(m)
```

Retorna el nombre de zeros d'una matriu del tipus Matrix del sympy

```
def primer_no_nul(list)
```

Retorna l'índex del primer coeficient no nul d'una llista

```
def vaps_veps(result, ortogonals=False)
```

Retorna la llista valors propis i els seus vectors propis.

## Paràmetres

result: resultat de la funció `eigenvecs()` del `sympy`

```
def vaps_veps_amb_signe(result, signe=1)
```

Donada una matriu `A` del `sympy`, `result` ha de ser el resultat de la funció `r = A.eigenvecs()`. Aleshores aquesta funció retorna la llista valors propis positius (`signe > 0`) o negatius (`signe < 0`) i els seus vectors propis.

## Paràmetres

result: resultat de la funció `eigenvecs()` del `sympy` signe: positiu o negatiu, en funció de quins valors i vectors propis es volen

```
def vectors_latex(l, sep=False)
```

Retorna la llista de vectors `l` escrita en `latex`

## Paràmetres

`l`: llista de vectors o punts `sep`: Si és `False`, retorna  $(1,2,3), (3,5,2), (1,-2,3)$  Si és `True`, retorna  $\$(1,2,3)\$, \$(3,5,2)\$$  i  $\$(1,-2,3)\$$

# Classes

```
class Base (vecs, unitaria=False)
```

Classe que ens permetrà representar bases de  $\mathbb{R}^n$

## Atributs

`vecs`: una llista de `n` vectors de  $\mathbb{R}^n$  `dimensio`: el valor de `n` `unitaria`: En funció de si volem imprimir els seus vectors unitaris o no

## Static methods

```
def aleatoria(dimensio=3, maxim=5, unitaria=False, mzeros=-1)
```

Retorna una base aleatòria

## Paràmetres

`dimensio`: Dimensió de l'espai corresponent `maxim`: Nombre màxim de les components dels seus vectors `unitaria`: Si el determinant ha de ser 1 o -1 `mzeros`: Nombre màxim de zeros entre les components dels seus vectors

```
def canonica(dimensio=3)
```

Retorna la base canònica

## Paràmetres

`dimensio`: Dimensió de l'espai corresponent

```
def from_matriu(m)
```

Crea una nova base a partir d'una matriu de la classe `Matriu` Si la matriu no és quadrada o no té rang màxim, retorna `None`

```
def ortogonal(ordre=3, maxim=5, unitaria=False)
```

Retorna una base ortogonal "aleatòria"

## Paràmetres

`ordre`: dimensió `maxim`: màxim per a les components dels vectors de la base `unitaria`: si és `True`, la base serà ortonormal

## Methods

```
def canvi_de_base_a_la_base(self, B, p1=1, p2=0)
```

Retorna en format latex l'expressió del canvi de base de la base actual a la base B

## Paràmetres

p1: primes que s'escriuran a les components en la base actual p2: primes que s'escriuran a les components en la base B

```
def components_del_vector(self, vec, base=None)
```

Retorna un nou vector expressat en aquesta base del vector que en la base "base" té components "vec"

## Paràmetres

vec: components en la base "base" base: Base

```
def es_ortogonal(self)
```

Retorna si la base és ortogonal

```
def es_unitaria(self)
```

Retorna si la base és unitària. Notem que els vectors no es guarden com a unitaris.

```
def matriu(self)
```

Retorna la matriu de la classe Matriu que té per columnes els vectors de la base

```
def orientacio_positiva(self)
```

Fa que tingui orientació positiva canviant, si cal, de signe l'últim vector

```
def quadrats_longituds(self)
```

Retorna els quadrats de les longituds dels vectors de la base sense tenir en compte si la base és unitària

```
def set_unitaria(self)
```

Si la matriu és ortogonal, la passa a unitària

```
def te_orientacio_positiva(self)
```

Retorna si té orientació positiva

```
def vector_de_components(self, vec)
```

Retorna un nou vector expressat en la base canònica del vector que en aquesta base té components "vec"

## Paràmetres

vec: vector

```
def vectors(self, unitaris=False)
```

Retorna els vectors la base

## Paràmetres

unitaris: si és True, els divideix per la seva longitud

```
def vectors_latex(self)
```

Retorna l'expressió en latex dels vector de la base, sense les claus inicial i final

```
class CilindreEl·líptic (a2, b2, centre, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb cilindres el·líptics

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un cilindre el·líptic de manera aleatòria

## Methods

```
def centre(self)
```

Retorna un centre del cilindre el·líptic

```
def centres(self)
```

Retorna la recta de centres

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda del cilindre el·líptic

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos del cilindre el·líptic

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat del cilindre el·líptic

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidehyperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class CilindreHiperbolic (a2, b2, centre, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb cilindres hiperbòlic

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un cilindre hiperbòlic de manera aleatòria

## Methods

```
def centre(self)
```

Retorna un centre del cilindre hiperbòlic

```
def centres(self)
```

Retorna la recta de centres

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda del cilindre hiperbòlic

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos del cilindre hiperbòlic

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat del cilindre hiperbòlic

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidehiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class CilindreParabolic (p, vertex, eix1, eix2=None)
```

Classe per treballar amb cilindres parabòlics

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un cilindre parabòlic de manera aleatòria

## Methods

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda del cilindre parabòlic

```
def parametre(self)
```

Retorna el paràmetre de la paràbola

```
def vertex(self)
```

Retorna l'origen de la referència principal

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidehiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class Con (a2, b2, c2, centre, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb cons

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un hiperboloide de dues fulles de manera aleatòria aleatòria

## Methods

```
def centre(self)
```

Retorna el centre o vèrtex del con

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda del con

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos del con

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat del con

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidhiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class Conica (matriu, ref=None)
```

Classe per treballar amb còniques. L'objectiu no és classificar còniques, sinó generar còniques a partir dels elements característics o de manera aleatòria.

## Atributs

ref: referència afí matriu: matriu projectiva de la cònica en la referència "ref" canonica: matriu projectiva de la cònica en la referència canònica

## Subclasses

Ellipse, Hiperbola, Parabola

## Static methods

```
def aleatoria(maxim=30, canonica=False)
```

Retorna una el·lipse, hipèrbola o paràbola aleatòries

### Paràmetres

maxim: nombre màxim de la matriu projectiva de la cònica

```
def ellipse(maxim=30, canonica=False)
```

Retorna una el·lipse aleatòria

### Paràmetres

maxim: nombre màxim de la matriu projectiva de la cònica

```
def from_equacio(eq)
```

Retorna i classifica la cònica a partir de la seva equació. Només per a el·lipses, hipèrboles i paràboles

```
def hiperbola(maxim=30, canonica=False, focus=False)
```

Retorna una hipèrbola aleatòria

### Paràmetres

maxim: nombre màxim de la matriu projectiva de la cònica

```
def parabola(maxim=30, canonica=False)
```

```
def parabola(maxim=30, canonica=False)
```

Retorna una paràbola aleatòria

### Paràmetres

maxim: nombre màxim de la matriu projectiva de la cònica

### Methods

```
def eix_principal(self)
```

Retorna l'eix principal com a recta afí

```
def eix_secundari(self)
```

Retorna l'eix secundari com a recta afí

```
def equacio(self)
```

Retorna l'equació en latex de l'equació de la quàdrica

```
def referencia_principal(self)
```

Retorna la referencia principal

```
def tipus(self)
```

Retorna el tipus de cònica

```
def vectors(self, unitaris=False)
```

Retorna els vectors de la base de la referència principal

### Paràmetres

unitaris: si és True, els retorna unitaris

```
class Ellipse (a2, b2, centre, eix)
```

Classe per treballar amb el·lipses

### Ancestors

Conica

### Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna una el·lipse aleatòria

### Methods

```
def centre(self)
```

Retorna el centre de la el·lipse

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda de l'el·lipse en format LaTeX

```
def focus(self)
```

Retorna els focus de l'el·lipse

```
def maxim_origen(self)
```

```
def maxm_origen(self):
```

Retorna el màxim dels valors absoluts de les coordenades del centre

```
def semidistancia_focal(self)
```

Retorna la simidistància focal

```
def semieix_major(self)
```

Retorna el semieix major

```
def semieix_menor(self)
```

Retorna el semieix menor

```
def to_asy(self, scaled=1.0, canonica=10, x=8, y=8)
```

Retorna una expressió per fer servir amb el programa Asymtote

## Paràmetres

scaled: factor d'escalat canonica = valors de partida dels eixos de la referència canònica x, y: nombres enters. El gràfic es representarà en una quadricula de límits (-x,x) i (-y,y)

```
def vertexs(self)
```

Retorna els vèrtex de l'el·lipse

## Inherited members

**Conica:** eix\_principal, eix\_secundari, ellipse, equacio, from\_equacio, hiperbola, parabola, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class Elipsoide (a2, b2, c2, centre, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb el·lipsoïdes

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un el·lipsoide de manera aleatòria aleatòria

## Methods

```
def centre(self)
```

Retorna el centre de l'el·lipsoide

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda de l'el·lipsoide

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos de l'el·lipsoide

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat de l'el·lipsoide



## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidehyperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class EquacioLineal (eq, amp=False, prime=0)
```

Classe per treballar amb equacions lineals.

### Atributs

equacio: terme de l'esquerra en la equacio "eq = 0" unknowns: incògnites que apareixen a l'equació amp: True o False prime: nombre de primes que escriurem a l'equació

Constructor.

### Paràmentres

eq: expressió lineal que ha de contenir tots els termes, aleshores l'equació serà "eq = 0". Només guardem la part "eq" amp: quan escrivim l'equació en latex ha d'aparèixer &= o només = prime: nombre de primes que s'han de posar a les incògnites

Per exemple: x, y, z, t = symbols('x y z t') eq = 2x-3y+4z-3t-4 e = EquacioLineal(eq)

### Static methods

```
def coeficients(a, b, amp=False, prime=0)
```

Retorna una nova equació amb coeficients de les incògnites el vector "a" i terme independent b

### Paràmetres

a: Vector amb els coeficients de les incògnites b: terme independents amp: si és True l'equació s'escriurà amb el &= per al LaTeX prime: nombre de primes que s'escriuran a les incògnites

### Methods

```
def resol(self, unknown)
```

Resol l'equació aïllant la incògnita 'unknown'

```
def set_coeficient_positiu(self, incogs)
```

Busca el primer coeficient no nul d'entre les incògnites "incogs", si el primer que troba és negatiu, canvia l'equació de signe canvia de signe tota l'equació, de manera que el coeficients de "k" passa a ser positiu

```
def to_sistema_equacions(self)
```

Retorna un sistema d'equacions (class SistemaEquacions) que té com a única equació l'actual

```
class EquacioParametrica (eq, amp=True)
```

Classe per treballar amb equacions paramètriques

### Atributs

equacio: l'equació paramètrica b: terme independent de l'equació coefs: coeficients dels paràmetres unknown: incògnita de l'equació paramètrica

Constructor.

### Paràmetres

eq: equació paramètrica. Ha de ser del tipus  $-x + 2t_1 - 3t_2 + t_3 - 4$  amb el signe menys a la incògnita amp: True o False en funció si hem d'escriure  $\&=$  o només  $=$  en la representació en LaTeX de l'equació

## Static methods

```
def coeficients(a, b, p=0, total=1, amp=True)
```

Genera una equació amb coeficients dels paràmetres el vector "a", terme independent b i incògnita número p d'un total de "total".

### Paràmetres

a: vector amb els coeficients dels paràmetres b: terme independent p: índex que representa la incògnita total: nombre total d'incònites

### Exemple

e = EquacioParametrica(Vector(3,-2,1),5,1,4) genera l'equació  $-y + 3t_1 - 2t_2 + t_3 + 5$  e =

EquacioParametrica(Vector(3,-2,1,3],-5,3,7) genera l'equació  $-x_3 + 3t_1 - 2t_2 + t_3 + 3t_4 + 7t_5 - 5$

### Observació

si hi ha un màxim de quatre incògnites, son (x,y,z,t) si n'hi ha més, són (x1,x2,x3,x4,...)

```
class EquacionsParametriques (a, b, amp=True)
```

Classe per treballar amb sistemes d'equacions paramètriques

### Atributs

A: matriu dels coeficients dels paràmetres B: vector dels termes independents equacions: llista de EquacioParametrica nombre: nombre d'equacions

### Methods

```
def eliminar_parametres(self, prime=0)
```

Retorna el SistemaEquacions que s'obté en eliminar els paràmetres dels sistema

```
class FormaQuadratica (matriu, base=None)
```

Classe per treballar amb formes quadràtiques

### Atributs

matriu: matriu de la forma quadràtica en la base canònica dimensio: n vaps: valors propis base: base oronormal en la que diagonalitza

## Static methods

```
def aleatoria(ordre=3, maxim=20, vapsnonuls=2)
```

Retorna una forma quadràtica aleatòria

### Paràmetres

ordre: ordre de la matriu simètrica de la forma quadràtica maxim: nombre màxim dels coeficients de la matriu vapsnonuls: nombre mínim de valrs propis no nuls

## Methods

```
def classificacio(self)
```

Retorna la classificació de la forma quadràtica

**def expressio\_euclidiana(self, prime=1)**

Retorna l'expressió euclidiana reduïda de la forma de polinomi expressat en LaTeX

### Paràmetres

prime: nombre de primes que s'escriuran a les variables

**def latex(self, base=None, prime=0)**

Retorna l'expressió en latex de la forma quadràtica com a polinomi de segon grau en la base "base"

### Paràmetres

base: base de  $R^n$ . No cal que sigui ortormal. Si és None, serà la base canònica  
prime: nombre de primes que s'escriuran a les variables del polinomi segon grau

**def polinomi\_characteristic(self)**

Retorna el polinomi característic de la forma quadràtica

**def rank(self)**

Retorna el rang de la forma quadràtica

**def signatura(self)**

Retorna la signatura o índexs d'inèrcia de la forma quadràtica

**class Hiperbola (a2, b2, centre, eix)**

Classe per treballar amb hipèrboles

## Ancestors

Cònica

## Static methods

**def aleatoria(canonica=False, focus=False)**

Retorna una hipèrbola aleatòria

### Paràmetres

canonica: si els eixos principals són paral·lels als de la referència canònica  
focus: si els focus han de tenir coordenades enteres

## Methods

**def centre(self)**

Retorna el centre de la el·lipse

**def equacio\_continua\_asimptota(self, v)**

Retorna l'equació contínua de l'asímtota amb direcció v en format LaTeX

### Paràmetres

v: vector director de l'asímtota

**def equacio\_reduida(self)**

Retorna l'equació reduïda de la hipèrbola en format LaTeX

**def focus(self)**

Retorna els focus de la hipèrbola

**def maxim\_origen(self)**

Retorna el màxim dels valors absoluts de les coordenades del centre

**def semidistancia\_focal(self)**

Retorna la semidistància focal

**def semieix\_imaginari(self)**

Retorna el semieix imaginari

**def semieix\_real(self)**

Retorna el semieix real

**def to\_asy(self, scaled=1.0, canonica=10, x=8, y=8)**

Retorna una expressió per fer servir amb el programa Asymtote

## Paràmetres

scaled: factor d'escalat  
canonica = valors de partida dels eixos de la referència canònica x, y: nombres enters. El gràfic es representarà en una quadricula de límits (-x,x) i (-y,y)

**def vectors\_directors\_asimptotes(self)**

Retorna els vectors directores de les asímptotes expressats en la base canònica

**def vertexs(self)**

Retorna els vèrtexs de la hipèrbola

## Inherited members

**Conica:** eix\_principal, eix\_secundari, ellipse, equacio, from\_equacio, hiperbola, parabola, referencia\_principal, tipus, vectors

**class HiperboloideDuesFulles(a2, b2, c2, centre, eix1, eix2)**

Classe per treballar amb hiperboloides de dues fulles

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

**def aleatoria(canonica=False)**

Retorna un hiperboloide de dues fulles de manera aleatòria

## Methods

**def centre(self)**

Retorna el centre de l'hiperboloide de dues fulles

**def equacio\_reduida(self)**

Retorna l'equacio reduïda de l'hiperboloide de dues fulles

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos de l'hiperboloide de dues fulles

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat de l'hiperboloide de dues fulles

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, el·lipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidehiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class HiperboloideUnaFulla (a2, b2, c2, centre, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb hiperboloides d'una fulla

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un hiperboloide d'una fulla de manera aleatòria

## Methods

```
def centre(self)
```

Retorna el centre de l'el·lipsoide

```
def equacio_reduida(self)
```

Retorna l'equacio reduïda de l'hiperboloide d'una fulla

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos de l'el·lipsoide

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat de l'el·lipsoide

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, el·lipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidehiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class Impresora (settings=None)
```

La funció latex() del sympy té la mania d'escriure les variables x, y, z i t en l'ordre t, x, y i z. L'única manera que, de moment, he trobat per resoldre aquest inconvenient és definir la classe Impresora i la funció mylatex(). Ho he trobat a StackOverflow.

## Ancestors

sympy.printing.printer.Printer

## Class variables

```
var printmethod
```

```
class Matriu (matrix=Matrix([ [1, 0, 0], [0, 1, 0], [0, 0, 1]]))
```

Classe que ens permetrà representar matrius. El problema de la classe Matrix del sympy és que només es poden multiplicar per elements del tipus Matrix. Ens interessa poder multiplicar Matrius per Vectors

### Atributs

dimensio: nombre de files de la matriu columnes: nombre de columnes de la matriu matriu: matriu de la classe Matrix del sympy  
format: format LaTeX per a la matriu diagonalitzable: si és o no diagonalitzable

Només s'utilitzen quan generem una matriu diagonalitzable vaps: llista de vectors propis de la matriu veps: llista de vectors propis de la matriu

Constructor.

### Paràmetres

matrix: matriu del tipus Matrix de sympy per defecte és la matriu unitat d'ordre 3

### Static methods

```
def aleatoria(f=3, c=3, maxim=5, nuls=True)
```

Genera una matriu aleatoria.

#### Paràmetres

f: nombre de files de la matriu c: nombre de columnes de la matriu maxim: tots els elements tindran valor absolut menor que "maxim" nuls: la matriu pot contenir coeficients nuls o no

```
def amb_rang(f=3, c=3, r=3, maxim=5, mzeros=-1)
```

Retorna una matriu aleatoria amb rang r.

#### Paràmetres

f: nombre de files de la matriu c: nombre de columnes de la matriu r: rang de la matriu maxim: tots els elements tindran valor absolut menor que "maxim" nuls: la matriu pot contenir coeficients nuls o no

```
def diagonal(vals)
```

Retorna una matriu diagonal amb valors "vals" a la diagonal

#### Paràmetres

vals: llista d'escalars o vector (class Vector o Punt)

```
def diagonalitzable(ordre=3, maxim=5, mzeros=-1, mvaps=3, vapsnuls=False, vapsrepetits=True)
```

Retorna una matriu quadrada aleatoria diagonalitzable.

#### Paràmetres

ordre: nombre de files i columnes de la matriu maxim: tots els elements tindran valor absolut menor o igual que "maxim"  
mzeros: si mzeros >= 0, nombre màxim de zeros que tindrà la matriu si mzeros < 0, el nombre de zeros no està limitat  
mvaps: tots els valors propis tindran valor absolut menor o igual que "mvaps" vapsnuls: si hi pot aparèixer el valor propi nul  
vapsrepetits: si hi pot aparèixer valors propis repetits

```
def from_vectors_columna(vecs)
```

Retorna una nova matriu a partir d'una llista de vectors. Les components dels vectors seran les columnes de la nova matriu

## Paràmetres

v: llista de vectors o punts

```
def from_vectors_fila(vecs)
```

Retorna una nova matriu a partir d'una llista de vectors. Les components dels vectors seran les files de la nova matriu

## Paràmetres

v: llista de vectors o punts

```
def gram(ordre=3, maxim=5, mzeros=-1)
```

Retorna una matriu quadrada aleatoria que serà d'un producte escalar, és a dir, una matriu de Gram

## Paràmetres

ordre: nombre de files i columnes de la matriu maxim: tots els elements tindran valor absolut menor o igual que "maxim"

mzeros: si mzeros >= 0, nombre màxim de zeros que tindrà la matriu si mzeros < 0, el nombre de zeros no està limitat

```
def identitat(ordre)
```

Retorna la matriu identitat

## Paràmetres

ordre: ordre de la matriu identitat

```
def invertible(ordre=3, maxim=5, mzeros=-1, unitaria=False)
```

Retorna una matriu quadrada aleatoria invertible.

## Paràmetres

ordre: nombre de files i columnes de la matriu maxim: tots els elements tindran valor absolut menor que "maxim" mzeros: si

mzeros >= 0, nombre màxim de zeros que tindrà la matriu si mzeros < 0, el nombre de zeros no està limitat unitaria: si

volem que el determinant sigui 1 o -1

```
def matriu_columna(v)
```

Retorna una nova matriu columna a partir de les components del vector v

## Paràmetres

v: vector o punt

```
def matriu_fila(v)
```

Retorna una nova matriu fila a partir de les components del vector v

## Paràmetres

v: vector o punt

```
def transformacio_elemental(ordre, i, j, s, t)
```

Retorna la matriu corresponent a la transformació elemental  $F_i \sim s F_i + t F_j$

## Methods

```
def adjunta(self)
```

Retorna una nova matriu que és l'adjunta de l'actual

```
def clona(self)
```

Retorna una còpia de la matriu

```
def det(self)
```

**def det(self)**

Retorna el determiant de la matriu

**def determinant(self)**

Retorna el determiant de la matriu

**def diagonalitza(self, ortogonals=False)**

Calcula els valors propis i els vectors propis de la matriu i els guarda a les variables self.vaps i self.veps. Actualitza el camp self.diagonalitzable

**def es\_diagonal(self)**

Retorna True si és una matriu diagonal

**def es\_simetrica(self)**

Retorna True si és simètrica

**def factor\_comu(self)**

Retorna quin factor comú podem treure de la matriu

**def inserta\_columna(self, pos, columna)**

Retorna una nova matriu amb la columna "columna" insertada a la posició "pos"

Paràmetres

columna: nova columna de la matriu pos: posició que ha d'ocupar la nova columna

**def inserta\_fila(self, pos, fila)**

Retorna una nova matriu amb la fila "fila" insertada a la posició "pos"

Paràmetres

fila: nova fila de la matriu pos: posició que ha d'ocupar la nova fila

**def intercanvia\_columnes(self, i, j)**

Retorna una matriu amb les columnes i i j permutades

Paràmetres

i, j: índexs de les columnes

**def inversa(self)**

Retorna una nova matriu que és la inversa de l'actual

**def latex(self, format=None, tipus='p')**

Retorna la representació en LaTeX de la matriu

**def max\_diagonal(self)**

Retorna el màxim en valor absolut dels coeficients de la diagonal Si la matriu no és quadrada retorna None

**def norma\_maxim(self)**

Retorna la norma del màxim de la matriu

**def nucli(self)**

Retorna una llista de vectors que formen una base del nucli de la matriu



**def nzeros(self)**

Retorna el nombre de zeros de la matriu

**def polinomi\_caracteristic(self)**

Retorna el polinomi característic de la matriu

**def rang(self)**

Retorna el rang de la matriu

**def rank(self)**

Retorna el rang de la matriu

**def reordena\_aleatoriament\_columnes(self)**

Retorna una nova matriu amb les columnes reordenades aleatòriament

**def reordena\_aleatoriament\_files(self)**

Retorna una nova matriu amb les files reordenades aleatòriament

**def set\_format(self, format)**

Estableix el format LaTeX amb que s'escriurà la matriu

**def set\_vaps(self, vaps)**

Assigna un llista de valors propis a la variable self.vaps

Paràmetres

vaps: llista de nombres

**def set\_veps(self, veps)**

Assigna un llista de vectors propis simplificats a la variable self.veps

Paràmetres

veps: llista de vectors

**def simplificar(self)**

Simplifica la matriu, és a dir, converteix les seves entrades en una llista d'enters amb mcd igual a 1. Només té sentit si totes les components del vector són nombres enters o racionals

**def sistema\_propi(self)**

Retorna el sistema d'equacions en format latex corresponent al càlcul dels valors propis de la matriu

**def submatriu(self, files, columnes)**

Retorna la submatriu determinada per les files "files" i les columnes "columnes".

Paràmetres

files: llista de files columnes: llista de columnes

**def subs(self, l)**

Aplica una llista de substitucions

Paràmetres

l: llista de substitucions

**def transposada(self)**

Retorna la transposada de la matriu

**def vectors\_columna(self, simplificar=False)**

Retorna una llista amb els vectors columna de la matriu

Paràmetres

simplificar: si és True retornarà els vectors simplificats

**def vectors\_fila(self, simplificar=False)**

Retorna una llista amb els vectors fila de la matriu

Paràmetres

simplificar: si és True retornarà els vectors simplificats

**class Parabola (vertex, focus)**

Classe per treballar amb paràboles

Ancestors

Conica

Static methods

**def aleatoria(canonica=False)**

Retorna una paràbola aleatòria

Methods

**def equacio\_reduida(self)**

Retorna l'equacio reduïda de la paràbola en format LaTeX

**def focus(self)**

Retorna el focus de la paràbola

**def maxim\_origen(self)**

Retorna el màxim dels valors absoluts de les coordenades del vèrtex

**def parametre(self)**

Retorna el paràmetre de la paràbola

**def recta\_directriu(self)**

Retorna la recta directriu com a recta afí

**def to\_asym(self, scaled=1.0, canonica=10, x=8, y=8)**

Retorna una expressió per fer servir amb el programa Asymtote

Paràmetres

scaled: factor d'escalat canonica = valors de partida dels eixos de la referència canònica x, y: nombres enters. El gràfic es representarà en una quadricula de límits (-x,x) i (-y,y)

**def vertex(self)**

Retorna el vèrtex de la paràbola

## Inherited members

**Conica:** eix\_principal, eix\_secundari, ellipse, equacio, from\_equacio, hiperbola, parabola, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class ParaboloideEl·líptic (a2, b2, vertex, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb paraboloides el·líptics

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un paraboloide el·líptic de manera aleatòria

## Methods

```
def equacio_reduïda(self)
```

Retorna l'equacio reduïda del paraboloide el·líptic

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos del paraboloide el·líptic

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat del paraboloide el·líptic

```
def vertex(self)
```

Retorna el vèrtex del paraboloide el·líptic

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreel·líptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloideel·líptic, paraboloidehiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class ParaboloideHiperbolic (a2, b2, vertex, eix1, eix2)
```

Classe per treballar amb paraboloides hiperbòlics

## Ancestors

Quadrica

## Static methods

```
def aleatoria(canonica=False)
```

Retorna un paraboloide hiperbòlic de manera aleatòria

## Methods

```
def equacio_reduïda(self)
```

Retorna l'equacio reduïda del paraboloid hiperbòlic

```
def semieixos(self)
```

Retorna els semieixos del paraboloid hiperbòlic

```
def semieixos_quadrats(self)
```

Retorna els semieixos al quadrat del paraboloid hiperbòlic

```
def vertex(self)
```

Retorna el vèrtex del paraboloid hiperbòlic

## Inherited members

**Quadrica:** cilindreelliptic, cilindrehiperbolic, cilindreparabolic, con, ellipsoide, equacio, from\_equacio, hiperboloideduesfulles, hiperboloideunafulla, paraboloidelliptic, paraboloidhiperbolic, referencia\_principal, tipus, vectors

```
class PlaAfi (p, u1, u2, ref=None)
```

Classe per treballar amb plans afins.

### Atributs

u1, u2: vectors directors del pla p: punt de pas

### Static methods

```
def aleatori()
```

```
def amb_associat(w, p)
```

Genera el pla afí que té vector perpendicular "w" i passa pel punt p

### Paràmetres

w: vector associat p: punt de pas

```
def from_equacio_implicita(eq)
```

Retorna el pla afí que té equació implícita eq

### Paràmetres

eq: EquacioLineal

## Methods

```
def associat(self, base=None)
```

Retorna un vector perpendicular al pla expressat en la base "base"

### Paràmetres

base: base de l'espai vectorial. Si és None, serà la canònica

```
def base_ortogonal(self)
```

Retorna una base orogonal (vectors directors perpendiculars) del pla

```
def conte(self, punt)
```

Retorna si el punt "punt" pertany al pla

## Paràmetres

punt: Punt

**def distancia(self, other)**

Retorna la distància entre el pla actual i un punt, una recta o un altre pla

## Paràmetres

other: un punt (classe Punt), una recta (classe RectaAfi) o un pla (class PlaAfi)

**def equacio\_implicita(self, ref=None, prime=0)**

Retorna l'expressió de l'equació implícita del pla en la referència "ref"

## Paràmetres

ref: referència afí prime: nombre de primes que s'escriuran a les incògnites

**def interseccio(self, other)**

Retorna la intersecció del pla amb una altre pla o una recta. El resultat pot ser None, una recta o un pla.

## Paràmetres

other. PlaAfi o RectaAfi

**def projeccio\_ortogonal(self, punt)**

Retorna la projecció ortogonal del punt "punt" sobre el pla

## Paràmetres

punt: Punt

**def punt\_de\_coordenades\_enteres(self, p=None, u=None, v=None)**

Retorna, si és possible, un punt de coordenades enteres del pla afí que passa pel punt p i té vectors directors u i v

**def simetric(self, punt)**

Retorna el simètric del punt "punt" respecte al pla

## Paràmetres

punt: Punt

**class PlaVectorial (u1, u2)**

Classe per treballar amb plans vectorials

## Static methods

**def amb\_associat(w)**

Genera el pla vectorial que té vector perpendicular "w"

## Paràmetres

v: vector no nul de dimensió 3

**def from\_matriu(m)**

Crea el pla vectorial generat per les columnes de la matriu "m"

## Paràmetres

m: matriu. Ha de tenir 3 files, dues columnes i rang 2

## Methods

**def associat(self, base=None)**

Retorna les components del vector associat en la base "base"

### Paràmetres

base: element de la classe Base

**def base\_ortogonal(self)**

Retorna una base ortogonal del pla vectorial

**def conte(self, u)**

Retorna si el vector u pertany al pla.

### Paràmetres

u: Vector

**def equacio\_implicita(self, base=None, prime=0)**

Retorna l'equació implícita del pla en la base "base" en format LaTeX. Normalment, si la base no és la canònica es posa  $\text{prime} > 0$  perquè el resultat sigui de l'estil  $2x' - 3y' + 4z' = 0$

### Paràmetres

base: una base (classe Base). Si és None, serà la canònica prime: nombre de primes que s'escriuran a les incògnites

**def es\_associat(self, u)**

Retorna si el vector és perpendicular al pla.

### Paràmetres

u: Vector

**def ortogonal(self)**

Retorna el suplementari ortogonal

**def projeccio\_ortogonal(self, u)**

Retorna la projecció ortogonal del vector u sobre el pla.

### Paràmetres

u: Vector

**def simetric(self, u)**

Retorna el simètric del vector u respecte al pla.

### Paràmetres

u: Vector

**class Punt (\*args)**

Classe per treballar amb punts. Internament un punt és el mateix que un vector

Constructor.

## Paràmetres

c: Una única llista de nombres o una llista de paràmetres que han de ser nombres

## Exemples

u = Vector([2,3,1,2]) v = Vector(3,1,-2)

## Ancestors

Vector

## Methods

```
def coordenades_en_referencia(self, ref)
```

Retorna les coordenades del punt en la referència "ref"

### Paràmetres

ref: referència de la classe ReferenciaAfi

## Inherited members

**Vector**: aleatori, as\_quaternion, components\_en\_base, cross, dot, es\_proporcional, factor\_comu, latex, length, maxim, normalitzar, normalitzat, nul, nzeros, perpendicular, punt, radsimplificar, reordena\_aleatoriament, set\_big, simplificar, tots\_enters

```
class Quadrica (matriu, ref=None)
```

Classe per treballar amb quàdriques. L'objectiu no és classificar quàdriques, sinó generar-les a partir dels elements característics o de manera aleatòria.

## Atributs

ref: Referència afí matriu: matriu projectiva de la quàdrica en la referència "ref" canonica: matriu projectiva de la quàdrica en la referència canònica

## Subclasses

CilindreElliptic, CilindreHiperbolic, CilindreParabolic, Con, Elipsoide, HiperboloideDuesFulles, HiperboloideUnaFulla, ParaboloideElliptic, ParaboloideHiperbolic

## Static methods

```
def aleatoria(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna una quàdrica de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica

```
def cilindreelliptic(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un cilindre el·líptic de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def cilindrehiperbolic(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un cilindre hiperbòlic de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def cilindreparabolic(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un cilindre parabòlic de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def con(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un con de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def elipsoide(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un el·lipsoide de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def from_equacio(eq)
```

Retorna i classifica la quadrica a partir de la seva equació. Només per als nou tipus de quàdriques definides en aquesta llibreria

```
def hiperboloideduesfulles(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un hiperboloide de dues fulles de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def hiperboloideunafulla(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un hiperboloide d'una fulla de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def paraboloideelliptic(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```

Retorna un paraboloide el·líptic de manera aleatòria

### Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

```
def paraboloidehiperbolic(maxim=30, diagonal=15, canonica=False)
```



Retorna un paraboloid hiperbòlic de manera aleatòria

## Paràmetres

maxim: valor màxim de la matriu projectiva de la quàdrica diagonal: valor màxim de la diagonal de la matriu projectiva de la quàdrica canonica: si és True, els eixos principals seran paral·lels als de la referència canònica

## Methods

**def equacio(self)**

Retorna l'equació en latex de l'equació de la quàdrica

**def referencia\_principal(self)**

Retorna la referencia principal

**def tipus(self)**

Retorna el tipus de quàdrica

**def vectors(self, unitaris=False)**

Retorna els vectors de la base de la referència principal

## Paràmetres

unitaris: si és True, els retorna unitaris

## class Radicals

Classe per treure factor comú en expressions on hi apareixen arrels quadrades

## Methods

**def busca\_fraccions(self, el)**

Afegeix els termes que apareixen als denominadors a la llista self.fraccions

## Paràmetres

el: expressió del sympy

**def busca\_quadrats(self, el)**

Afegeix els termes que apareixen dins d'arrels quadrades a la llista self.quadrats

## Paràmetres

el: expressió del sympy

**def mcd(self)**

Retorna el màxim comú divisor dels elements de la llista self.quadrats

**def mcm(self)**

Retorna el mínim comú múltiple dels elements de la llista self.faccions

## class RectaAfi (p, u, ref=None)

Classe per treballar amb rectes afins, dimensió 2 o 3

## Atributs

u: generador de la recta vectorial p: punt de pas

## Static methods

**def aleatoria(dim=3)**

Retorna una recta afí aleatòria

### Paràmetres

dim: dimensió

**def from\_equacions\_implicites(s)**

Retorna la recta afí que té equacions implícites s

### Paràmetres

s: SistemaEquacions

## Methods

**def conte(self, punt)**

Retorna si el punt "punt" pertany a la recta

### Paràmetres

punt: Punt

**def distancia(self, other)**

Retorna la distància entre la recta actual i un punt, una recta o un pla

### Paràmetres

other: un punt (classe Punt), una recta (classe RectaAfi) o un pla (class PlaAfi)

**def equacio\_continua(self, ref=None, prime=0)**

Retorna l'expressió en latex de l'equació contínua de la recta afí en la referència "ref".

### Paràmetres

ref: referència afí. Si és None, serà la canònica prime: nombre de primes que s'escriuran a les incògnites

**def equacions\_implicites(self, ref=None, prime=0, aleatori=True)**

Retorna l'equació implícita (dimensió 2) o el sistema d'equacions implícites (dimensió 3) de la recta afí en la referència "ref".

### Paràmetres

ref: referència en la que calculem les equacions implícites prime: nombre de primes que s'escriuran a les incògnites aleatori: només s'aplica a dimensió 3 i genera unes equacions implícites amb tots els coeficients de les incògnites no nuls

**def interseccio(self, other)**

Retorna la intersecció de la recta amb una altra recta o un pla. El resultat pot ser None, un punt o una recta.

### Paràmetres

other. PlaAfi o RectaAfi

**def projeccio\_ortogonal(self, punt)**

Retorna la projecció ortogonal del punt "punt" sobre la recta

### Paràmetres

punt: Punt

**def punt(self, t)**

Retorna el punt de la recta amb paràmetre t

### Paràmetres

t: escalar

**def punt\_de\_coordenades\_enteres(self, p=None, u=None)**

Retorna, si és possible, un punt de coordenades enteres de la recta que passa pel punt p i té vector director u

**def simetric(self, punt)**

Retorna el simètric del punt "punt" respecte a la recta

### Paràmetres

punt: Punt

**class RectaRegressio (punts)**

Classe per treballar amb rectes de regressió

### Atributs

punts: llista de punts A: matriu dels coeficients de les incògnites B: vector de termes independents solucio: solució del sistema d'equacions  $A^tAX = A^tB$

### Static methods

**def aleatoria(l=4, max=4)**

Retorna un problema aleatori amb l punts

### Paràmetres

l: nombre de punts max: valor màxim de les ys

### Methods

**def equacio(self)**

Retorna l'equació de la recta de regressió expressada en LaTeX

**def error\_quadratic(self)**

Retorna d'error quadràtic

**def llista\_punts(self)**

Retorna la llista de punts en format LaTeX

**def taula\_punts(self)**

Retorna una taula en format LaTeX dels punts

**class RectaVectorial (u)**

Classe per treballar amb rectes vectorials, dimensió 2 o 3

### Atributs

u: generador de la recta vectorial

## Methods

**def equacio\_continua(self, base=None, prime=0)**

Retorna l'expressió en LaTeX de l'equació contínua de la recta vectorial en la base "base".

### Paràmetres

base: base del pla o de l'espai vectorial (classe Base) prime: nombre de primes amb el que s'escriuran les incògnites

**def equacions\_implicites(self, base=None, prime=0, aleatori=True)**

Retorna l'equació implícita (dimensió 2) o el sistema d'equacions implícites (dimensió 3) en la base "base".

### Paràmetres

base: Base en la que calculem les equacions implícites prime: Quantes primes volem posar a les equacions aleatori: només s'aplica a dimensió 3 i genera unes equacions implícites no trivials

**def ortogonal(self)**

Retorna el suplementari ortogonal

**def projeccio\_ortogonal(self, u)**

Retorna la projecció ortogonal del vector u sobre la recta.

### Paràmetres

u: Vector

**def simetric(self, u)**

Retorna el simètric del vector u respecte a la recta.

### Paràmetres

u: Vector

**class ReferenciaAfi (origen, base)**

Classe per treballar amb referències afins de  $P^n$

## Atributs

origen: origen de la referència (classe Punt) base: base de la referència (classe Base) dimensio: dimensió de l'espai corresponent

## Static methods

**def aleatoria(dimensio=3, maxim=3, mzeros=0, unitaria=False)**

Retorna una referència aleatòria

### Paràmetres

dimensio: dimensió de l'espai corresponent maxim: Màxim nombre que hi apareix mzeros: Màxim nombre de zeros que apareixen a la base unitaria: si és True la matriu del canvi de base tindrà determinant 1 o -1

**def canonica(dimensio=3)**

Retorna la referència canònica

### Paràmetres

dimensio: dimensió de l'espai corresponent

## Methods

**def canvi\_coordenades(self, prime1=0, prime2=1)**

Restorna en format latex l'expressió del canvi de coordenades de la referència actual a la referència canònica

### Paràmetres

prime1: primes que s'escriuran a les coordenades en la referència canònica prime2: primes que s'escriuran a les coordenades en la referència actual

**def canvi\_de\_referencia\_a\_la\_referencia(self, R, p1, p2)**

Retorna en format latex l'expressió del canvi de coordenades de la referència actual a la referència R

### Paràmetres

p1: primes que s'escriuran a les coordenades en la referència actual p2: primes que s'escriuran a les coordenades en la referència R

**def coordenades\_del\_punt(self, punt, ref=None)**

Retorna un nou punt expressat en aquesta referència del punt que en la referència "ref" té coordenades "punt". Si ref és None, serà la referència canònica

### Paràmetres

punt: coordenades en la referència "ref" ref: ReferenciaAfi

**def punt\_de\_coordenades(self, punt)**

Retorna un nou punt expressat en la referència canònica del punt que en aquesta referencia té coordenades "punt"

### Paràmetres

punt: coordenades d'un punt en la referència actual

**def referencia\_inversa(self)**

Retorna una referència que es correspon amb el canvi de coordenades de de la referència canònica a l'actual

**def vectors(self, unitaris=False)**

Retorna els vectors de la base de la referència

### Paràmetres

unitaris: si és True els retorna dividits per la seva longitud

**class SistemaEquacions (a, b, unknowns=None, prime=0)**

Classe per treballar amb sistemes d'equacions lineals

## Atributs

A: matriu dels coeficients de les incògnites B: vector de termes independents equacions: llista de EquacioLineal nombre: nombre d'equacions solucio: solucio del sistema d'equacions secundaries: incògnites secundàries a la solució parametrica: solucio paramètrica del sistema d'equacions parametres: paràmetres que apareixen a la solució paramètrica unknowns: llista d'incògnites prime: nombre de primes que escriurem a l'equació

## Static methods

**def from\_equacions(eqs, nombre, prime=0)**

Retorna un sistema d'equacions amb equacions "eqs"

## Paràmetres

eqs: llista de EquacioLineal nombre: nombre d'incògnites prime: nombre de primes que s'escriuran a les incògnites

## Methods

**def matriu\_ampliada(self)**

Retorna la matriu ampliada del sistema d'equacions expressada en LaTeX

**def matriu\_incognites(self)**

Retorna la matriu dels coeficients de les incògnites expressada en LaTeX

**def resol(self, unknowns=None)**

Resol el sistema d'equacions utilitzant la funció linsolve del sympy. El resultat és una llista d'expressions on hi poden aparèixer les incògnites del sistema com a paràmetres

**def solucio\_latex(self, linia=False, unknowns=None)**

Retorna l'expressió en LaTeX de la solució del sistema d'equacions

## Paràmetres

linia: si és True escriu la solució en una línia, en cas contrari ho fa com un sistema d'equacions

**class SubespaiVectorial (vecs, basern=None)**

Classe per treballar amb subespais vectorials

## Atributs

generadors: generadors del subespai base: base del subespai dimensio: dimensio del subespai espai: n si és un subespai de  $\mathbb{R}^n$

## Static methods

**def from\_equacio\_implicita(eq, basern=None)**

Retorna el subespai vectorial que té equació implícita "eq"

## Paràmetres

eqs: equació implícita (classe EquacioLineal) basern: Base de  $\mathbb{R}^n$

**def from\_equacions\_implicites(eqs, basern=None)**

Retorna el subespai vectorial que té equacions implícites "eqs"

## Paràmetres

eqs: equacions implícites (classe SistemaEquacions) basern: Base de  $\mathbb{R}^n$

## Methods

**def amplia\_base(self, unitaria=False)**

Retorna una base ortogonal amb orientació positiva de  $\mathbb{R}^n$  que comença amb una base del subespai

## Paràmetres

unitaria: si és True, retorna una base ortonormal

**def amplia\_base\_suplementari(self, unitaria=False)**

Retorna una base ortogonal amb orientació positiva de  $\mathbb{R}^n$  que comença amb una base del suplementari ortogonal del subespai

### Paràmetres

unitaria: si és True, retorna una base ortonormal

```
def base_ortogonal(self)
```

Retorna una base ortogonal del subespai

```
def equacions_implicites(self, basern=None, prime=0)
```

Retorna unes equacions implícites del subespai

### Paràmetres

basern: base en la que s'escriuran les equacions implícites prime: nombre de primes a les incògnites

```
def es_total(self)
```

Retorna True si és el subespai  $\mathbb{R}^n$

```
def es_zero(self)
```

Retorna True si és el subespai  $\{0\}$

```
def projeccio_ortogonal(self, u)
```

Retorna la projecció ortogonal del vector  $u$  sobre el subespai

### Parametres

$u$ : Vector

```
def simetric(self, u)
```

Retorna el simètric del vector  $u$  sobre respecte al subespai

### Parametres

$u$ : Vector

```
def suplementari_ortogonal(self)
```

Retorna el suplementari ortogonal

```
class TransformacioAfi (p, t)
```

Classe per treballar amb transformacions afins  $T: \mathbb{P}^n \dashrightarrow \mathbb{P}^n$ , on  $T(p) = T + A(p)$

### Atributs

transformacio: Transformació lineal donada per la matriu  $A$  translacio: translació de la transformació afí en la referència canònica  
dimensio:  $n$  formats: formats LaTeX en que s'escriuen les matrius de la transformació

### Static methods

```
def aleatoria(ordre=3, maxim=4)
```

Retorna una transformació afí aleatòria

### Paràmetres

ordre: ordre de la matriu corresponent maxim: Nombre màxim que apareix a la matriu en la base canònica de la transformació i en la translació

**def gir(angle, origen, radiants=False)**

Retorna el gir d'angle "angle" al voltant del punt "origen"

### Paràmetres

origen: centre del gir (classe Punt) angle: angle de rotació radiants: si és True, l'angle ha d'estar expressat en radiants

**def moviment\_helicoidal(recta, angle, radiants=False, alpha=0)**

Retorna el moviment helicoidal de P\_3 que consisteix en la rotació d'angle "angle" al voltant de la recta "recta" seguit d'una translació de vector  $\alpha * \text{vector director de la recta}$ .

### Paràmetres

recta: eix de rotació angle: angle de rotació radiants: si és True, l'angle ha d'estar expressat en radiants alpha: factor de la translació

**def projeccio\_ortogonal(v)**

Retorna la projecció ortogonal sobre la varietat lineal "v"

### Paràmetres

v: varietat lineal (classe VarietatLineal)

**def rotacio(recta, angle, radiants=False)**

Retorna la rotació d'angle "angle" al voltant de la recta "recta"

### Paràmetres

recta: eix de rotació angle: angle de rotació radiants: si és True, l'angle ha d'estar expressat en radiants

**def simetria(v)**

Retorna la simetria respecte a la varietat lineal "v"

### Paràmetres

v: varietat lineal (classe VarietatLineal)

## Methods

**def latex(self, ref=None, prime=0)**

Retorna l'expressió en latex de la transformació afí en la referència "ref". Si ref és None, serà en la referència canònica

### Paràmetres

base: referència de  $P^n$  prime: nombre de primes que s'escriuran

**def rang(self)**

Retorna el rang de la transformació afí

**def rank(self)**

Retorna el rang de la transformació afí

**def set\_formats(self, f1, f2)**

**def transforma(self, p, ref=None)**

Calcula el transformat o imatge del punt "p". p seran les coordenades d'aquest punt en la referència "ref" i el transformat també estarà expressat en aquesta referència

### Paràmetres



punt: punt (classe Punt) ref: referència afí. Si és None, serà la referència canònica

```
class TransformacioLineal (matriu, base=None)
```

Classe per treballar amb transformacions lineals  $T: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$

## Atributs

dimensio: n canonica: matriu de la transformació en la base canònica format: format LaTeX per a la matriu

## Static methods

```
def aleatoria(ordre=3, maxim=4)
```

Retorna una transformació lineal aleatòria

### Paràmetres

ordre: ordre de la matriu corresponent maxim: Nombre màxim que apareix a la matriu en la base canònica de la transformació

```
def escalat(factors, base=None)
```

Retorna la transformació lineal que consisteix en escalats de factors "factor" en les direccions de la base "base"

### Paràmetres

factors: llista de nombres base: element de la classe Base

```
def gir(angle, radiants=False)
```

Retorna el gir d'angle "angle" en dimensió 2

### Paràmetres

angle: angle de rotació radiants: si l'angle està en radiants, ha de ser True

```
def projeccio_ortogonal(s)
```

Retorna la projecció ortogonal sobre el subespai "s"

### Paràmetres

s: subespai vectorial (classe SubespaiVectorial)

```
def rotacio(eix, angle, radiants=False)
```

Retorna la rotació d'angle "angle" al voltant del vector "eix"

### Paràmetres

eix: vector al voltant del qual fem la rotació angle: angle de rotació radiants: si l'angle està en radiants, ha de ser True

```
def rotacio_amb_angles_euler(psi, theta, phi, ordre='ZXZ', radiants=False)
```

Retorna la rotació amb angles d'Euler psi, theta i phi al voltant dels eixos determinats pel paràmetre ordre

### Paràmetres

psi, theta i phi: angles d'Euler ordre: eixos al voltant dels quals fem les rotacions radiants: si l'angle està en radiants, ha de ser True

```
def rotacio_amb_quaternion(q)
```

Retorna la rotació definida pel quaternion "q"

### Paràmetres

q: element de la classe Quaternio

**def simetria(s)**

Retorna la simetria respecte al subespai "s"

Paràmetres

s: subespai vectorial (classe SubespaiVectorial)

## Methods

**def angles\_euler(self, radiants=False)**

Retorna els angles d'Euler de la rotació corresponents a l'ordre 'ZXZ'

Paràmetres

radiants: si és True retorna els angles en radiants, en cas contrari, ho fa en graus

**def antiimatges(self, v)**

Retorna les antiimatges del vector v

Paràmetres

v: element de la classe Vector

**def determinant(self)**

Retorna el deterinant de la transformació lineal

**def diagonalitza(self, ortogonals=False)**

Diagonalitza la matriu de la transformació lineal en la base canònica

**def eix\_angle\_rotacio(self, radiants=False)**

Retorna l'eix i l'angle de rotació

Paràmetres

radiants: si és True retorna l'angle en radiants, en cas contrari, ho fa en graus

**def es\_rotacio(self)**

Ens diu si és una rotació tridimensional o no

**def es\_simetrica(self)**

Retorna si la transformació lineal és simètrica

**def es\_vector\_propi(self, u)**

Retorna si el vector "u" és o no un vector propi

Paràmetres

u: element de la class Vector

**def imatges\_una\_base(self, base)**

Retorna l'expressió en LaTeX de les imatges dels vectors de la base "base"

Paràmetres

base: element de la classe Base

**def latex(self, base=None, prime=0)**

Retorna l'expressió en latex de la transformació lineal en la base "base" Si base és None, serà en la base canònica

## Paràmetres

base: base de  $\mathbb{R}^n$  prime: nombre de primes que s'han d'escriure

```
def matriu_en_base(self, base)
```

Retorna la matriu de la transformació lineal en la base "base"

## Paràmetres

base: base de  $\mathbb{R}^n$  (classe Base)

```
def polinomi_caracteristic(self)
```

Retorna el polinomi característic de la transformació lineal

```
def quaternion(self)
```

Retorna un dels quaternions que defineix una rotació. Recordem que l'altre és l'oposat

```
def rang(self)
```

Retorna el rang de la transformació afí

```
def rank(self)
```

Retorna el rang de la transformació afí

```
def set_format(self, format)
```

Estableix el format LaTeX per a la matriu

```
def transforma(self, vec, base=None)
```

Calcula el transformat (imatge) del vector "vec".

## Paràmetres

vec: vector base: si no és None, vec seran les components dels vectors en aquesta base. El transformat o imatge també estarà expressat en aquesta base

```
class VarietatAfi (p, s, ref=None)
```

Classe per treballar amb varietats lineal

## Atributs

punt: punt de pas subespai: SubespaiVectorial

## Static methods

```
def from_equacio_implicita(eq, ref=None)
```

Retorna la varietat afí que té equació implícita "eq" en la referència afí "ref"

## Paràmetres

eq: equació implícita (classe EquacioLineal) ref: Referència de  $\mathbb{P}^n$

```
def from_equacions_implicites(eqs, ref=None)
```

Retorna la varietat afí que té equacions implícites "eqs" en la referència afí "ref"

## Paràmetres

eqs: equacions implícites (classe SistemaEquacions) ref: Referència de  $P^n$

## Methods

**def base\_ortogonal(self)**

Retorna una base ortogonal del subespai director de la varietat lineal

**def equacions\_implicites(self, ref=None, prime=0)**

Retorna unes equacions implícites de la varietat lineal

### Paràmetres

ref: referència en la que s'escriuran les equacions implícites prime: nombre de primes de les incògnites

**def es\_total(self)**

Retorna True si la varietat lineal és  $P_n$

**def es\_un\_punt(self)**

Retorna True si la varietat lineal és un punt

**def projeccio\_ortogonal(self, punt)**

Retorna la projecció ortogonal del punt "punt" sobre la varietat afí

### Paràmetres

punt: Punt

**def simetric(self, punt)**

Retorna el simètric del punt "punt" respecte a la varietat afí

### Paràmetres

punt: Punt

**def varietat\_ortogonal(self, p)**

Retorna la varietat ortogonal a l'actual que passa pel punt p

**class Vector (\*args)**

Classe que ens permetrà representar vectors i punts

## Atributs

dimensio: el nombre de components o longitud del vector components: llista amb les components del vector big: si ha d'escriure \left( ... ight)

Constructor.

## Paràmetres

c: Una única llista de nombres o una llista de paràmetres que han de ser nombres

## Exemples

u = Vector([2,3,1,2]) v = Vector(3,1,-2)

## Subclasses

Punt

## Static methods

```
def aleatori(l=3, maxim=5, nuls=True, positius=False)
```

Retorna un vector aleatori de longitud l

### Paràmetres

l: longitud del vector maxim: Nombre màxim que pot contenir en valor absolut nuls: Si pot contenir el valor 0 o no positius: Si els coeficients han de ser tots positius

```
def nul(dim)
```

Retorna el vector nul de longitud dim

## Methods

```
def as_quaterniono(self)
```

Retorna l'expressió en LaTeX d'un vector de dimensió 4 en format quaternió

```
def components_en_base(self, base=None)
```

Retorna un nou vector amb les components del vector (donem per fet que estan en la base canònica) en la base "base"

### Paràmetres

base: una base (classe Base)

```
def cross(self, other, simplificar=False)
```

Retorna un nou vector que és el producte vectorial de dos vectors: Si simplificar és True, simplifica el vector resultant

### Paràmetres

other: un altre vector simplificar: si es vol simplificar el resultat o no

### Exemple

```
u = Vector.aleatori(l=3) v = Vector.aleatori(l=3) w = u.cross(v,simplificar=True)
```

```
def dot(self, other)
```

Retorna el producte escalar de dos vectors.

### Paràmetres

other: un altre vector

### Exemple

```
u = Vector.aleatori(l=3) v = Vector.aleatori(l=3) p = u.dot(v)
```

```
def es_proporcional(self, other)
```

Retorna si és proporcional al vector "other"

### Paràmetres

other: un altre vector

```
def factor_comu(self)
```

En cas que totes les components del vector sigui enteres o racionals, torna el racional que es pot treure factor comú i el vector simplificat. Si hi ha components que no són ni enteres ni racionals, torna 1 i el mateix vector

```
def latex(self, unitari=False)
```

Retorna l'expressió en latex del vector.

## Paràmetres

unitari: si unitari és True, el retorna dividit per la seva longitud

```
def length(self)
```

Retorna la longitud o mòdul del vector

```
def maxim(self)
```

Retorna el màxim dels valors absoluts de les seves components

## Exemple

```
u = Vector.aleatori(l=5,maxim=4,nuls=False) m = u.maxim()
```

```
def normalitzar(self)
```

Converteix el vector en unitari

## Exemple

```
u = Vector(1,2,3) u.normalitzar()
```

```
def normalitzat(self)
```

Retorna el vector unitari en la direcció i sentit del vector

## Exemple

```
u = Vector(1,2,3) v = u.normalitzat()
```

```
def nzeros(self)
```

Retorna el nombre de zeros del vector

```
def perpendicular(self)
```

Retorna una llista de vectors perpendiculars linealment independents

```
def punt(self)
```

Retorna el Punt corresponent a aquest vector

```
def radsimplificar(self)
```

Simplifica el vector quan alguna de les seves components té radicals

## Exemple

```
u = Vector(sqrt(2),-3*sqrt(2),-sqrt(2)) u.radsimplificar()
```

```
def reordena_aleatoriament(self)
```

Retorna un nou vector amb les components reordenades aleatoriament

```
def set_big(self, big=True)
```

Activa o desactiva l'opció \left( ... ight)

```
def simplificar(self)
```

Simplifica el vector, és a dir, converteix les seves components en una llista d'enters amb mcd igual a 1. Només té sentit si totes les components del vector són nombres enters o racionals

## Exemple

```
u = Vector(-1,2,2,Rational(3,2)) u.simplificar()
```

```
def tots_enters(self)
```

```
def tots_enters(seq):
```

Retorna True si totes les components del vector són nombres enters

# Index

## Functions

---

matriu\_latex  
matriu\_mathematica  
mcd\_llista  
mcm\_llista  
mti  
mts  
mylatex  
norma\_maxim  
nzeros  
primer\_no\_nul  
vaps\_veps  
vaps\_veps\_amb\_signe  
vectors\_latex

## Classes

---

### **Base**

aleatoria  
canonica  
canvi\_de\_base\_a\_la\_base  
components\_del\_vector  
es\_ortogonal  
es\_unitaria  
from\_matriu  
matriu  
orientacio\_positiva  
ortogonal  
quadrats\_longituds  
set\_unitaria  
te\_orientacio\_positiva  
vector\_de\_components  
vectors  
vectors\_latex

### **CilindreElliptic**

aleatoria  
centre  
centres  
equacio\_reduida  
semieixos  
semieixos\_quadrats

### **CilindreHiperbolic**

aleatoria  
centre  
centres  
equacio\_reduida  
semieixos  
semieixos\_quadrats

### **CilindreParabolic**

aleatoria  
equacio\_reduida



parametre  
vertex

### Con

aleatoria  
centre  
equacio\_reduida  
semieixos  
semieixos\_quadrats

### Conica

aleatoria  
eix\_principal  
eix\_secundari  
ellipse  
equacio  
from\_equacio  
hiperbola  
parabola  
referencia\_principal  
tipus  
vectors

### Ellipse

aleatoria  
centre  
equacio\_reduida  
focus  
maxim\_origen  
semidistancia\_focal  
semieix\_major  
semieix\_menor  
to\_asy  
vertexs

### Elipsoide

aleatoria  
centre  
equacio\_reduida  
semieixos  
semieixos\_quadrats

### EquacioLineal

coeficients  
resol  
set\_coeficient\_positiu  
to\_sistema\_equacions

### EquacioParametrica

coeficients

### EquacionsParametriques

eliminar\_parametres

### FormaQuadratica

aleatoria  
classificacio  
expressio\_euclidiana  
latex

polinomi\_caracteristic

rank

signatura

### Hiperbola

aleatoria

centre

equacio\_continua\_asimptota

equacio\_reduida

focus

maxim\_origen

semidistancia\_focal

semieix\_imaginari

semieix\_real

to\_asy

vectors\_directors\_asimptotes

vertexs

### HiperboloideDuesFulles

aleatoria

centre

equacio\_reduida

semieixos

semieixos\_quadrats

### HiperboloideUnaFulla

aleatoria

centre

equacio\_reduida

semieixos

semieixos\_quadrats

### Impresora

printmethod

### Matriu

adjunta

aleatoria

amb\_rang

clona

det

determinant

diagonal

diagonalitza

diagonalitzable

es\_diagonal

es\_simetrica

factor\_comu

from\_vectors\_columna

from\_vectors\_fila

gram

identitat

inserta\_columna

inserta\_fila

intercanvia\_columnes

inversa

invertible

latex  
matriu\_columna  
matriu\_fila  
max\_diagonal  
norma\_maxim  
nucli  
nzeros  
polinomi\_caracteristic  
rang  
rank  
reordena\_aleatoriament\_columnes  
reordena\_aleatoriament\_files  
set\_format  
set\_vaps  
set\_veps  
simplificar  
sistema\_propi  
submatriu  
subs  
transformacio\_elemental  
transposada  
vectors\_columna  
vectors\_fila

### **Parabola**

aleatoria  
equacio\_reduida  
focus  
maxim\_origen  
parametre  
recta\_directriu  
to\_asy  
vertex

### **ParaboloideElliptic**

aleatoria  
equacio\_reduida  
semieixos  
semieixos\_quadrats  
vertex

### **ParaboloideHiperbolic**

aleatoria  
equacio\_reduida  
semieixos  
semieixos\_quadrats  
vertex

### **PlaAfi**

aleatori  
amb\_associat  
associat  
base\_ortogonal  
conte  
distancia  
equacio\_implicita  
from\_equacio\_implicita

interseccio  
projeccio\_ortogonal  
punt\_de\_coordenades\_enteres  
simetric

### PlaVectorial

amb\_associat  
associat  
base\_ortogonal  
conte  
equacio\_implicita  
es\_associat  
from\_matriu  
ortogonal  
projeccio\_ortogonal  
simetric

### Punt

coordenades\_en\_referencia

### Quadrica

aleatoria  
cilindreelliptic  
cilindrehiperbolic  
cilindreparabolic  
con  
elipsoide  
equacio  
from\_equacio  
hiperboloideduesfulles  
hiperboloideunafulla  
paraboloideelliptic  
paraboloidehiperbolic  
referencia\_principal  
tipus  
vectors

### Radicals

busca\_fraccions  
busca\_quadrats  
mcd  
mcm

### RectaAfi

aleatoria  
conte  
distancia  
equacio\_continua  
equacions\_implicites  
from\_equacions\_implicites  
interseccio  
projeccio\_ortogonal  
punt  
punt\_de\_coordenades\_enteres  
simetric

### RectaRegressio

aleatoria

equacio  
error\_quadratic  
llista\_punts  
taula\_punts

### **RectaVectorial**

equacio\_continua  
equacions\_implicites  
ortogonal  
projeccio\_ortogonal  
simetric

### **ReferenciaAfi**

aleatoria  
canonica  
canvi\_coordenades  
canvi\_de\_referencia\_a\_la\_referencia  
coordenades\_del\_punt  
punt\_de\_coordenades  
referencia\_inversa  
vectors

### **SistemaEquacions**

from\_equacions  
matriu\_ampliada  
matriu\_incognites  
resol  
solucio\_latex

### **SubespaiVectorial**

amplia\_base  
amplia\_base\_suplementari  
base\_ortogonal  
equacions\_implicites  
es\_total  
es\_zero  
from\_equacio\_implicita  
from\_equacions\_implicites  
projeccio\_ortogonal  
simetric  
suplementari\_ortogonal

### **TransformacioAfi**

aleatoria  
gir  
latex  
moviment\_helicoidal  
projeccio\_ortogonal  
rang  
rank  
rotacio  
set\_formats  
simetria  
transforma

### **TransformacioLineal**

aleatoria  
angles\_euler

antiimatges  
determinant  
diagonalitza  
eix\_angle\_rotacio  
es\_rotacio  
es\_simetrica  
es\_vector\_propi  
escalat  
gir  
imatges\_una\_base  
latex  
matriu\_en\_base  
polinomi\_caracteristic  
projeccio\_ortogonal  
quaternionio  
rang  
rank  
rotacio  
rotacio\_amb\_angles\_euler  
rotacio\_amb\_quaternionio  
set\_format  
simetria  
transforma

### **VarietatAfi**

base\_ortogonal  
equacions\_implicites  
es\_total  
es\_un\_punt  
from\_equacio\_implicita  
from\_equacions\_implicites  
projeccio\_ortogonal  
simetric  
varietat\_ortogonal

### **Vector**

aleatori  
as\_quaternionio  
components\_en\_base  
cross  
dot  
es\_proporcional  
factor\_comu  
latex  
length  
maxim  
normalitzar  
normalitzat  
nul  
nzeros  
perpendicular  
punt  
radsimplificar  
reordena\_aleatoriament  
set\_big  
simplificar

