APLICAŢIA Nr. 1 / I

Se definesc următoarele numere:

$ULP = 2^{-23}$; $EM = 2^{-24}$; $EPS =$ `EPSILON(real*4)`,

unde `EPSILON(x)` este funcţia intrinsecă Fortran.

Scrieţi un program care calculează în *simplă precizie*, şi afişează, numerele:

1) ULP; EM; EPS

2) $u = 1.0 + ULP$; $u1 = 1.0 + EM$; $u2 = 1.0 + EPS$

Testaţi (în program) dacă u, $u1$, şi $u2$ sunt mai mari sau egale cu 1.0 .

Explicaţi rezultatele.

APLICAŢIA Nr. 2 / I

Calculaţi valorile următoarelor funcţii, pentru valorile $x = 10^i$, $i = 1, 2, \ldots, 7$.

$f(x) = x(\sqrt{x+2} - \sqrt{x-1})$ - în simplă precizie;

$f2(x) = x(\sqrt{x+2} - \sqrt{x-1})$ - în dublă precizie;

$g(x) = \dfrac{3x}{\sqrt{x+2} + \sqrt{x+1}}$ - în simplă precizie,

- Tabelaţi valorile calculate astfel: $f2(x)$ cu 8 cifre semnificative corecte, şi $f(x), g(x)$ cu numărul maxim de cifre semnificative asigurat de precizia simplă. Explicaţi rezultatele.
- Stabiliţi numarul de cifre semnificative corecte ale valorii $f(x)$ pentru $x = 10^6$.

APLICAŢIA Nr. 3 / I

Consideraţi ecuaţia $f(x) = 0$, unde

$$f(x) = 1.5 - 0.9\cos(x) - 0.1\sin(x) + x$$

Găsiți rădăcina cu toleranţa $XTOL = 10^{-6}$, prin:

1) Metoda Secantei;

2) Metoda Newton.

APLICAŢIA Nr. 4 / I

Se dă ecuaţia:

$$tg(x) = \frac{1.8 - x}{x + 0.2}$$

Găsiți rădăcina în jurul lui 2., cu toleranța $EPS = 10^{-6}$:

1) Cu metoda NEWTON;

2) Cu metoda SECANTEI;

3) Comparaţi numărul de iteraţii în cele două metode.

APLICAŢIA Nr. 5 / I

Se dă funcţia

$$f(x) = x + e^{-px^2}\cos(x),$$

unde p este un parametru.

Ecuaţia $f(x) = 0$ are o rădăcină unică în intervalul $(-1, 0)$.

1) Găsiţi rădăcina pentru valorile $p = 1;\quad 5;\quad 25$, cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$

2) Rezolvaţi cu metoda Newton cazul $p = 25$, cu $EPS = 10^{-6}$ şi $x_0 = 0$.

   Comentaţi rezultatul.

APLICAŢIA Nr. 6 / I

Determinaţi f din ecuaţia de mai jos, pentru valorile: $k = 0.28$ şi $R = 3750$.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \frac{1}{k}\ln(R\sqrt{f}) + 14 - \frac{5.6}{k}$$

(Relaţia empirică Lee & Duffy (1976), unde: f este coeficientul de frecare pentru curgerea unei suspensii; R = numărul Reynolds; şi k = o constantă care depinde ce concentraţia suspensiei).

APLICAŢIA Nr. 7 / I

Determinaţi t, cu toleranţa de 10^{-5}, din ecuaţia

$$e^{-t/2}\cosh^{-1}(e^{t/2}) = \sqrt{0.5L_{cr}}$$

pentru $L_{cr} = 0.088$.

(t este temperatura în interiorul unui material cu surse de căldură incorporate, cf. Frank-Kamenetski, 1955).

APLICAŢIA Nr. 8 / I

Ecuaţia $e^x - 4x^2 = 0$ are trei rădăcini.

Pentru rădăcinile pozitive, consideraţi ecuaţia pusă sub forma $x = g(x)$, unde:

1) $g(x) = e^{x/2}/2$.

Iteraţi (în metoda punctului fix), cu $x_0 = 0.5$ pentru prima rădăcină, şi cu $x_0 = 4.2$ pentru a doua. Luaţi toleranţa $XTOL = 10^{-6}$.

2) $g(x) = x - m(e^x - 4x^2)$

Pentru rădăcina din vecinătatea lui $x_0 = 4.2$:

- Determinaţi m astfel ca procesul să fie convergent şi calculaţi rădăcina.
- Găsiţi valoarea lui m pentru care iteraţia converge cel mai rapid.

APLICAŢIA Nr. 9 / I

Consideraţi ecuaţia $x = g(x)$, unde

$g(x) = 1.57 + 0.99\cos(x)$

3) Iteraţi în simplă precizie cu $x_0 = 1.5$, toleranţa $XTOL = 10^{-6}$, şi numărul limită de iteraţii $NLIM \geq 1000$. Comentaţi rezultatul.
4) Repetaţi iterarea în dublă precizie şi găsiţi rădăcina cu toleranţa $XTOL = 10^{-9}$.

APLICAŢIA Nr. 10 / I

Se dă polinomul LEGENDRE de ordinul 6:

$$P_6(x) = \frac{1}{16}(231x^6 - 315x^4 + 105x^2 - 5)$$

1) Găsiţi aproximaţii iniţiale ale rădăcinilor (algebric, grafic, etc.)
2) Calculaţi rădăcinile, cu toleranţa 10^{-6}.

Notă: Toate rădăcinile sunt de modul < 1.

APLICAŢIA Nr. 11 / I

Polinomul

$p(x) = x^5 - 15x^4 + 85x^3 - 225x^2 + 274x - 120$

are rădăcinile: $x_1 = 1; x_2 = 2; \ldots; x_5 = 5$.

Fie $\widetilde{p}(x)$ polinomul obţinut din $p(x)$ înlocuind coeficientul $a_4 = -15$ a lui x^4, cu $\widetilde{a}_4 = -15.003$.

- Calculaţi rădăcinile lui $\widetilde{p}(x)$.
- Calculaţi modulul raportului: perturbaţia relativă a rădăcinii x_5 / perturbaţia relativă a coeficientului a_4. Comentaţi rezultatul.

  (Dacă a perturbat devine $\widetilde{a}$, perturbaţia relativă este: $(\widetilde{a} - a)/a$.)

APLICAŢIA Nr. 12 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} xy - z^2 = 2 \\ -xyz - x^2 + y^2 = 4 \\ e^x - e^y - z = 7 \end{cases}$$

Rezolvaţi prin metoda NEWTON, cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$

1) Cu aproximaţia iniţială $w_0 = (1, 1, 1)$
2) Cu aproximaţia iniţială $w_0 = (2, 2, -1)$

Comparaţi numărul de iteraţii şi explicaţi.

APLICAŢIA Nr. 13 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} x - y + \sqrt{x+y} = 1 \\ x + y - e^{x-y} = 3 \end{cases}$$

Rezolvaţi prin iterare cu matricea constantă A (cu actualizare la 3 paşi), cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$ şi aproximaţia iniţială $w_0 = (1, 2)$.

APLICAŢIA Nr. 14 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} x^2 + x - y^2 = 1 \\ y - \sin(x)^2 = 0 \end{cases}$$

Rezolvaţi, cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$, şi aproximaţiile iniţiale: $w_0^{(1)} = (0.7, 0.5)$;

$w_0^{(2)} = (-1.5, 0.4)$:

1) prin metoda NEWTON;

2) prin iterare cu matricea constantă A (cu actualizare la 3 paşi).

APLICAŢIA Nr. 15 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} x^3 + 3y^2 = 21 \\ x^2 + 2y = -2 \end{cases}$$

Rezolvaţi prin metoda NEWTON, cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$. Găsiţi aproximaţiile iniţiale x_0, y_0 din intersecţia graficelor celor două curbe.

APLICAŢIA Nr. 16 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} f_1(x,y) = x^2 + 4y^2 - 9 = 0 \\ f_2(x,y) = -14x^2 + 18y + 45 = 0 \end{cases}$$

Rezolvaţi prin metoda NEWTON, cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$. Determinaţi aproximaţiile iniţiale din intersecţia graficelor curbelor $f_1(x,y) = 0$ şi $f_2(x,y) = 0$.

APLICAŢIA Nr. 17 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 6.4 \\ xyz = -2.2 \\ x + y - z^2 = 2.4 \end{cases}$$

Rezolvaţi prin metoda NEWTON, cu toleranţa $EPS = 10^{-6}$ şi aproximaţia iniţială:

$w_0 = (2., 1, -1)$

APLICAŢIA Nr. 18 / I

Se consideră sistemul:

$$\begin{cases} x - y + \sqrt{x+y} = 1 \\ x + y - e^{x-y} = 3 \end{cases}$$

Rezolvaţi prin iterare cu matricea constantă *A* (cu actualizare la 3 paşi), cu

toleranţa $EPS = 10^{-6}$ şi aproximaţia iniţială $w_0 = (1, 2)$.

APLICAŢIA Nr. 19 / I

Se dă sistemul liniar cu matricea:

$$A = \begin{bmatrix} 3.01 & 6.03 & 1.99 \\ 1.27 & 4.16 & -1.23 \\ .987 & -4.81 & 9.34 \end{bmatrix}$$

1) Calculaţi soluţia pentru termenul liber $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T$.
2) Repetaţi punctul 1 cu matricea A' obţinută prin înlocuirile: $3.01 \rightarrow 3.00$ (element $(1,1)$) şi $.987 \rightarrow .990$ (element $(3,1)$). Comparaţi rezultatele şi explicaţi.

APLICAŢIA Nr. 20 / I

Se dă matricea:

$$A = \begin{bmatrix} 3.01 & 6.03 & 1.99 \\ 1.27 & 4.16 & -1.23 \\ .987 & -4.81 & 9.34 \end{bmatrix}$$

1) Calculaţi matricea inversă A^{-1}
2) Calculaţi numerele de condiţie $cond(A)_1$ şi $cond(A)_\infty$.

APLICAŢIA Nr. 21 / I

Stabiliţi dacă matricea

$$A = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.501 \\ 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 \\ 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 \\ 0.501 & 0.6 & 0.7 & 0.8 \end{bmatrix}$$

este bine sau rău condiţionată.

APLICAŢIA Nr. 22 / I

Se dă matricea HILBERT de ordinul 5:

$$H_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/5 \\ 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 \end{bmatrix};$$

1) Rezolvaţi sistemul liniar $H_5 x = b$, pentru:

   $b = [1.0 \quad 0.6 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.3]^T$, şi $\tilde{b} = [1.02 \quad 0.6 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.3]^T$.

2) Stabiliţi raportul între: perturbaţia relativă maximă (în modul) în soluţie / perturbaţia relativă în termenul liber b_1. Comentaţi rezultatul

APLICAŢIA Nr. 23 / I

Se dă sistemul liniar $Ax = b$, unde:

$$A = \begin{bmatrix} 4 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 4 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 4 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 4 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 4 \end{bmatrix}, \qquad b = \left[\begin{array}{c:c} 1 & 1 \\ -2 & 0 \\ -2 & 1 \\ -2 & 0 \\ 1 & 1 \end{array}\right]$$

Matricea *A* este pozitiv definită.

1) Rezolvaţi sistemul prin metoda CHOLESKY.

2) Afişaţi matricea *L*, şi calculaţi determinantul matricii *A*.

APLICAŢIA Nr. 24 / I

Se dă sistemul liniar $Ax = b$, unde:

$$A = \begin{bmatrix} 16 & 4 & 8 \\ 4 & 5 & -4 \\ 8 & -4 & 22 \end{bmatrix}, \quad b = \left[\begin{array}{c:c:c} 1 & 2 & 28 \\ 1 & 1 & 5 \\ 1 & -1 & 26 \end{array}\right]$$

Matricea *A* este pozitiv definită.

1) Rezolvaţi sistemul prin metoda CHOLESKY.

2) Afişaţi matricea *L*, şi calculaţi determinantul matricii *A*.

APLICAŢIA Nr. 25 / I

Se dă matricea:

$$A = \begin{bmatrix} 16 & 4 & 8 \\ 4 & 5 & -4 \\ 8 & -4 & 22 \end{bmatrix}$$

1) Calculaţi numerele de condiţie $cond(A)_1$ şi $cond(A)_\infty$.

2) Calculaţi numărul de condiţie $cond(A)_*$.

APLICAŢIA Nr. 26 / I

Se dă matricea:

$$A = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.301 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.301 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

- Calculaţi numărul de condiţie $cond(A)_*$.

- Este matricea bine sau rău-condiţionată ?

APLICAŢIA Nr. 27 / I

Se dă matricea HILBERT de ordinul 3:

$$H_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 \\ 1/2 & 1/3 & 1/4 \\ 1/3 & 1/4 & 1/5 \end{bmatrix};$$ Elementele matricii sunt: $h_{ij} = 1./(i+j-1)$.

1) Calculaţi H_3^{-1} în simplă precizie.

2) Calculaţi H_3^{-1} în dublă precizie.

3) Calculaţi în simplă precizie inversa *analitică* $\left(H_3^{-1}\right)_T = [\alpha_{ij}]$, unde:

$$\alpha_{ij} = (-1)^{i+j} \frac{(n+i-1)!(n+j-1)!}{(i+j-1)[(i-1)!(j-1)!]^2(n-i)!(n-j)!}$$

Comparaţi elementele inverselor de la punctele 1 şi 2, cu cele de la punctul 3.
Explicaţi rezultatele comparaţiei.

APLICAŢIA Nr. 28 / I

Se dă matricea LOTKIN de ordinul 5:

$$A_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1./2 & 1./3 & 1./4 & 1./5 & 1./6 \\ 1./3 & 1./4 & 1./5 & 1./6 & 1./7 \\ 1./4 & 1./5 & 1./6 & 1./7 & 1./8 \\ 1./5 & 1./6 & 1./7 & 1./8 & 1./9 \end{bmatrix};$$

Elementele matricii sunt: $a_{1j} = 1;\quad a_{ij} = 1./(i+j-1)\ldots i>1;\quad j = \overline{1,5}$.

1) Calculaţi A_5^{-1} în simplă precizie, introducând elementele lui A_5 în două moduri:
   a) Valorile elementelor, rotunjite la 7 cifre semnificative;
   b) Inversând prin program (prin cod), elementele din liniile 2...5.
2) Comparaţi elementele inverselor de la punctele a) şi b). Explicaţi de ce apar diferențe.

Notă: Elementele inversei exacte se cunosc analitic, și sunt numere intregi ■

APLICAŢIA Nr. 29 / I

Se dă matricea LOTKIN de ordinul 5:

$$A_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1./2 & 1./3 & 1./4 & 1./5 & 1./6 \\ 1./3 & 1./4 & 1./5 & 1./6 & 1./7 \\ 1./4 & 1./5 & 1./6 & 1./7 & 1./8 \\ 1./5 & 1./6 & 1./7 & 1./8 & 1./9 \end{bmatrix};$$

Elementele matricii sunt: $a_{1j} = 1; \quad a_{ij} = 1./(i+j-1) \ldots i > 1; \quad j = \overline{1,5}$.

1) Calculaţi numerele de condiție $cond(A_5)_\infty$ și $cond(A_5)_1$, în simplă precizie, introducând elementele lui A_5 în două moduri:

   a) Valorile calculate cu 7 cifre semnificative corecte;

   b) Inversând prin program (prin cod), elementele din liniile 2...5.

2) Comparaţi rezultatele de la punctele a) şi b). Explicaţi de ce sunt diferite.

APLICAŢIA Nr. 30 / I

Se dă matricea LOTKIN de ordinul 5, cu elementele reprezentate cu 6 cifre semnificative corecte:

$$A_5 = \begin{bmatrix} 1.00000 & 1.00000 & 1.00000 & 1.00000 & 1.00000 \\ 0.500000 & 0.333333 & 0.250000 & 0.200000 & 0.166667 \\ 0.333333 & 0.250000 & 0.200000 & 0.166667 & 0.142857 \\ 0.250000 & 0.200000 & 0.166667 & 0.142857 & 0.125000 \\ 0.200000 & 0.166667 & 0.142857 & 0.125000 & 0.111111 \end{bmatrix}$$

(Valorile exacte ale elementelor: $a_{1j} = 1; \quad a_{ij} = 1./(i+j-1) \ldots i > 1; \quad j = \overline{1,5}$)

1) Rezolvați sistemul $A_5 x = b$, alegând termenii b liberi după voie.

2) Fie $\tilde{A}_5$ matricea obținută din A_5, înlocuind elementul $a_{22} = 0.333333$, cu $\tilde{a}_{22} = 0.333000$ (restul elementelor rămân nemodificate). Rezolvați sistemul $\tilde{A}_5 x = b$.

3) Comparați soluțiile. Este matricea A_5 bine sau rău condiționată ?

4) Calculați și determinanții matricilor A_5 și $\tilde{A}_5$.

APLICAŢIA Nr. 31 / I

Se dă matricea CAUCHY de ordinul 5 (cu elementele reprezentate cu 7 cifre semnificative):

$$A_5 = \begin{bmatrix} 0.3333333 & 0.2000000 & 0.1428571 & 0.09090909 & 0.1000000 \\ 0.2000000 & 0.1428571 & 0.1111111 & 0.07692307 & 0.08333333 \\ 0.1428571 & 0.1111111 & 0.09090909 & 0.06666667 & 0.07142857 \\ 0.1000000 & 0.08333333 & 0.07142957 & 0.05555556 & 0.05882353 \\ 0.1111111 & 0.09090909 & 0.07692307 & 0.05882353 & 0.06250000 \end{bmatrix}$$

1) Calculați inversa A_5^{-1}.
2) Este matricea A_5 bine sau rău condiționată ?
3) Calculați și determinantul matricii A_5.

<u>Notă:</u>

- Gauss/LU: Modificați pragul (data `prag`) în `Main-Elim` (sau `LU-Decomp`) la `1E-8` !

APLICAŢIA Nr. 32 / I

Se dă matricea A de ordinul 5, cu elementele (Wilkinson 5 – modificat):

$a_{ij} = 18.144/(i+j+1), \quad i, j = \overline{1,5}$

Lucrând în simplă precizie, se cere:

1) Tipăriți matricea A;
2) Calculați inversa A^{-1};
3) Este matricea bine sau rău condiționată?