Breve Apresentação do Maple V

Delfim F. Marado Torres

delfim@mat.ua.pt

26/Março/1999

Departamento de Matemática
Universidade de Aveiro
3810 Aveiro, Portugal

O que é o Maple?

- Um programa de computador para cálculos:
  - simbólicos
  - numéricos
  - gráficos
- Alivia a carga de fazer cálculos à mão, permitindo rapidez e diminuição de erros.
- Cobre assuntos como:
  - Cálculo
  - Álgebra Linear
  - Equações Diferenciais
  - Geometria
  - Estatística, etc.

Opções?

- Macsyma
- Maple (V, release 5)
- Mathematica (v. 2.2.3)
- Reduce
- Scratchpad
- Axiom
- MuPad
- S-Plus
- MathCad (v. 8)
- Matlab (v. 5.1.0.421)

Cálculos Simbólicos
— Factorização —

- As rotinas simbólicas permitem usar variáveis tais como "x", "y", "x3" ou "Temp" sem valores numéricos e realizar manipulações algébricas normais em expressões complicadas envolvendo essas variáveis.
- É possível lidar com constantes na sua forma exacta (e.g., 1/3 em vez de $0.333\cdots$) permitindo-nos assim obter respostas exactas.

Exemplo:

```
> x^2-3*x+2 = factor(x^2-3*x+2);
```

$$x^2 - 3\,x + 2 = (x-1)\,(x-2)$$

Cálculos Simbólicos
— Conversão em Fracções Parciais —

```
> f := (x+1)/(x^3+x^2-6*x);
```

$$f := \frac{x+1}{x^3 + x^2 - 6\,x}$$

```
> f = convert(f,parfrac,x);
```

$$\frac{x+1}{x^3 + x^2 - 6\,x} = -\frac{1}{6}\,\frac{1}{x} - \frac{2}{15}\,\frac{1}{x+3} + \frac{3}{10}\,\frac{1}{x-2}$$

Fazemos o Maple "esquecer" o valor de f utilizando

```
> f := 'f';
```

$$f := f$$

Cálculos Simbólicos
— Resolução de Equações —

```
> eq1 := a*x+5*y=1;
```

$$eq1 := a x + 5\, y = 1$$

```
> eq2 := 2*x-3*y=3;
```

$$eq2 := 2\, x - 3\, y = 3$$

```
> solve({eq1,eq2},{x,y});
```

$$\left\{ y = -\frac{3\, a - 2}{3\, a + 10}, x = \frac{18}{3\, a + 10} \right\}$$

Cálculos Simbólicos
— Integração —

```
> J := Int(exp(-2*x)*x*sin(x),x=0..infinity);
```

$$J := \int_0^\infty e^{-2\,x} x \sin(x) dx$$

```
> J = value(J);
```

$$\int_0^\infty e^{-2\,x} x \sin(x) dx = \frac{4}{25}$$

Cálculos Simbólicos
— Séries —

```
> S := Sum ( (-1)^n / n!,n=1..infinity );
```

$$S := \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n!}$$

```
> S = value(S);
```

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n!} = e^{-1}\left(1 - e^{1}\right)$$

Cálculos Numéricos – problemas de solução exacta

Alguns problemas podem ter soluções exactas que são "pouco úteis":

```
> S := Sum((-1)^n/n!,n=1..60);
```

$$S := \sum_{n=1}^{60} \frac{(-1)^n}{n!}$$

```
> value(S);
```

$$-\frac{623428591171188125146643738682936141447716686013841345255012776573280983951147}{986249509629179820348031430985346021186935238397682345910783180800000000000000}$$

```
> evalf(S,3);
```

$$-.632$$

```
> evalf(S,20);
```

$$-.63212055882855767840$$

O Maple pode trabalhar com "precisão infinita"

```
>evalf(Pi,10000);
```

3.141592653589793238462643383279502884197169399375105820974
9445923078164062862089986280348253421170679821480865132823
0664709384460955058223172535940812848111745028410270193852
1105559644622948954930381964428810975665933446128475648233
7867831652712019091456485669234603486104543266482133936072
6024914127372458700660631558817488152092096282925409171536
4367892590360011330530548820466521384146951941511609433057
2703657595919530921861173819326117931051185480744623799627
4956735188575272489122793818301194912983367336244065664308
6021394946395224737190702179860943702770539217176293176752
3846748184676694051320005681271452635608277857713427577896
0917363717872146844090122495343014654958537105079227968925
8923542019956112129021960864034418159813629774771309960518
7072113499999983729780499510597317328160963185950244594553

4690830264252230825334468503526193118817101000313783875288
6587533208381420617177669147303598253490428755468731159562
8638823537875937519577818577805321712268066130019278766111
9590921642019893809525720106548586327886593615338182796823
0301952035301852968995773622599413891249721775283479131515
5748572424541506959508295331168617278558890750983817546374
6493931925506040092770167113900984882401285836160356370766
0104710181942955596198946767837449448255379774726847104047
5346462080466842590694912933136770289891521047521620569660
2405803815019351125338243003558764024749647326391419927260
4269922796782354781636009341721641219924586315030286182974
5557067498385054945885869269956909272107975093029553211653
4498720275596023648066549911988183479775356636980742654252
7862551818417574672890977772793800081647060016145249192173
2172147723501414419735685481613611573525521334757418494684
3852332390739414333454776241686251898356948556209921922218

4272550254256887671790494601653466804988627232791786085784
3838279679766814541009538837863609506800642251252051173929
8489608412848862694560424196528502221066118630674427862203
9194945047123713786960956364371917287467764657573962413890
8658326459958133904780275900994657640789512694683983525957
0982582262052248940772671947826848260147699090264013639443
7455305068203496252451749399651431429809190659250937221696
4615157098583874105978859597729754989301617539284681382686
8386894277415599185592524595395943104997252468084598727364
4695848653836736222626099124608051243884390451244136549762
7807977156914359977001296160894416948685558484063534220722
2582848864815845602850601684273945226746767889525213852254
9954666727823986456596116354886230577456498035593634568174
3241125150760694794510965960940252288797108931456691368672
2874894056010150330861792868092087476091782493858900971490
9675985261365549781893129784821682998948722658804857564014

2704775551323796414515237462343645428584447952658678210511
4135473573952311342716610213596953623144295248493718711014
5765403590279934403742007310578539062198387447808478489683
3214457138687519435064302184531910484810053706146806749192
7819119793995206141966342875444064374512371819217999839101
5919561814675142691239748940907186494231961567945208095146
5502252316038819301420937621378559566389377870830390697920
7734672218256259966150142150306803844773454920260541466592
5201497442850732518666002132434088190710486331734649651453
9057962685610055081066587969981635747363840525714591028970
6414011097120628043903975951567715770042033786993600723055
8763176359421873125147120532928191826186125867321579198414
8488291644706095752706957220917567116722910981690915280173
5067127485832228718352093539657251210835791513698820914442
1006751033467110314126711136990865851639831501970165151168
5171437657618351556508849099898599823873455283316355076479

1853589322618548963213293308985706420467525907091548141654
9859461637180270981994309924488957571282890592323326097299
7120844335732654893823911932597463667305836041428138830320
3824903758985243744170291327656180937734440307074692112019
1302033038019762110110044929321516084244485963766983895228
6847831235526582131449576857262433441893039686426243410773
2269780280731891544110104468232527162010526522721116603966
6557309254711055785376346682065310989652691862056476931257
0586356620185581007293606598764861179104533488503461136576
8675324944166803962657978771855608455296541266540853061434
4431858676975145661406800700237877659134401712749470420562
2305389945613140711270004078547332699390814546646458807972
7082668306343285878569830523580893306575740679545716377525
4202114955761581400250126228594130216471550979259230990796
5473761255176567513575178296664547791745011299614890304639
9471329621073404375189573596145890193897131117904297828564

7503203198691514028708085990480109412147221317947647772622
4142548545403321571853061422881375850430633217518297986622
3717215916077166925474873898665494945011465406284336639379
0039769265672146385306736096571209180763832716641627488880
0786925602902284721040317211860820419000422966171196377921
3375751149595015660496318629472654736425230817703675159067
3502350728354056704038674351362222477158915049530984448933
3096340878076932599397805419341447377441842631298608099888
6874132604721569516239658645730216315981931951673538129741
6772947867242292465436680098067692823828068996400482435403
7014163149658979409243237896907069779422362508221688957383
7986230015937764716512289357860158816175578297352334460428
1512627203734314653197777416031990665541876397929334419521
5413418994854447345673831624993419131814809277771038638773
4317720754565453220777092120190516609628049092636019759882
8161332316663652861932668633606273567630354477628035045077

7235547105859548702790814356240145171806246436267945612753
1813407833033625423278394497538243720583531147711992606381
3346776879695970309833913077109870408591337464144282277263
4659470474587847787201927715280731767907707157213444730605
7007334924369311383504931631284042512192565179806941135280
1314701304781643788518529092854520116583934196562134914341
5956258658655705526904965209858033850722426482939728584783
1630577775606888764462482468579260395352773480304802900587
6075825104747091643961362676044925627420420832085661190625
4543372131535958450687724602901618766795240616342522577195
4291629919306455377991403734043287526288896399587947572917
4642635745525407909145135711136941091193932519107602082520
2618798531887705842972591677813149699009019211697173727847
6847268608490033770242429165130050051683233643503895170298
9392233451722013812806965011784408745196012122859937162313
0171144484640903890644954440061986907548516026327505298349

1874078668088183385102283345085048608250393021332197155184
3063545500766828294930413776552793975175461395398468339363
8304746119966538581538420568533862186725233402830871123282
7892125077126294632295639898989358211674562701021835646220
1349671518819097303811980049734072396103685406643193950979
0190699639552453005450580685501956730229219139339185680344
9039820595510022635353619204199474553859381023439554495977
8377902374216172711172364343543947822181852862408514006660
4433258885698670543154706965747458550332323342107301545940
5165537906866273337995851156257843229882737231989875714159
5781119635833005940873068121602876496286744604774649159950
5497374256269010490377819868359381465741268049256487985561
4537234786733039046883834363465537949864192705638729317487
2332083760112302991136793862708943879936201629515413371424
8928307220126901475466847653576164773794675200490757155527
8196536213239264061601363581559074220202031872776052772190

0556148425551879253034351398442532234157623361064250639049
7500865627109535919465897514131034822769306247435363256916
0781547818115284366795706110861533150445212747392454494542
3682886061340841486377670096120715124914043027253860764823
6341433462351897576645216413767969031495019108575984423919
8629164219399490723623464684411739403265918404437805133389
4525742399508296591228508555821572503107125701266830240292
9525220118726767562204154205161841634847565169998116141010
0299607838690929160302884002691041407928862150784245167090
8700069928212066041837180653556725253256753286129104248776
1825829765157959847035622262934860034158722980534989650226
2917487882027342092222453398562647669149055628425039127577
1028402799806636582548892648802545661017296702664076559042
9099456815065265305371829412703369313785178609040708667114
9655834343476933857817113864558736781230145876871266034891
3909562009939361031029161615288138437909904231747336394804

5759314931405297634757481193567091101377517210080315590248
5309066920376719220332290943346768514221447737939375170344
3661991040337511173547191855046449026365512816228824462575
9163330391072253837421821408835086573917715096828874782656
9959957449066175834413752239709683408005355984917541738188
3999446974867626551658276584835884531427756879002909517028
3529716344562129640435231176006651012412006597558512761785
8382920419748442360800719304576189323492292796501987518721
2726750798125547095890455635792122103334669749923563025494
7802490114195212382815309114079073860251522742995818072471
6259166854513331239480494707911915326734302824418604142636
3954800044800267049624820179289647669758318327131425170296
9234889627668440323260927524960357996469256504936818360900
3238092934595889706953653494060340216654437558900456328822
5054525564056448246515187547119621844396582533754388569094
1130315095261793780029741207665147939425902989695946995565

7612186561967337862362561252163208628692221032748892186543
6480229678070576561514463204692790682120738837781423356282
3608963208068222468012248261177185896381409183903673672220
8883215137556003727983940041529700287830766709444745601345
5641725437090697939612257142989467154357846878861444581231
4593571984922528471605049221242470141214780573455105008019
0869960330276347870810817545011930714122339086639383395294
2578690507643100638351983438934159613185434754649556978103
8293097164651438407007073604112373599843452251610507027056
2352660127648483084076118301305279320542746286540360367453
2865105706587488225698157936789766974220575059683440869735
0201410206723585020072452256326513410559240190274216248439
1403599895353945909440704691209140938700126456001623742880
2109276457931065792295524988727584610126483699989225695968
8159205600101655256375 68

Cálculos Numéricos
— Problemas sem solução exacta —

Encontrar as raízes reais de um polinómio:

```
> p := x^5-x^2+1;
```

$$p := x^5 - x^2 + 1$$

```
> solve(p,x);
```

$$\mathit{RootOf}(\_Z^5 - \_Z^2 + 1)$$

`> fsolve(p,x); #` Recurso à Análise Numérica

$$-.8087306005$$

`> fsolve(p,x,complex); #` Restantes raizes complexas

$-.8087306005,\ -.4649122016 - 1.071473840I,\ -.4649122016 + 1.071473840I,\ .8692775018 - .3882694066I,\ .8692775018 + .3882694066I$

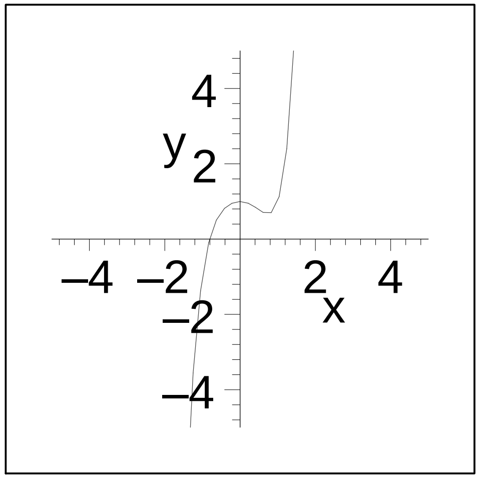
Gráficos

Lembremo-nos do polinómio p definido atrás:

```
> p;
```

$$x^5 - x^2 + 1$$

```
> plot(p,x=-5..5,y=-5..5);
```



"Confirmamos" a conclusão anterior: p tem apenas uma raiz real.