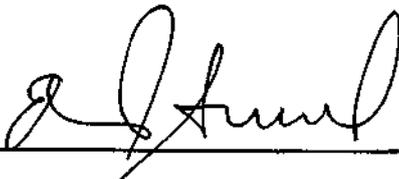


1. Publicação nº <i>INPE-3057-PRE/477</i>	2. Versão	3. Data <i>Abril, 1984</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DIN/DPD</i>	Programa <i>ATCOMP</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>LINGUAGEM PASCAL MANIPULAÇÃO ALGÉBRICA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO</i>			
7. C.D.U.: <i>681.322.0 P</i>			
8. Título <i>INPE-3057-PRE/477</i>		10. Páginas: <i>05</i>	
<i>PASCAL-MP: UMA LINGUAGEM PARA MANIPULAÇÃO ALGÉBRICA E NUMÉRICA DE POLINÔMIOS</i>		11. Última página: <i>04</i>	
9. Autoria <i>José Carlos Lombardi Edson L. França Senne Santiago Alves Tavares</i>		12. Revisada por  <i>Guilherme Bittencourt</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada Diretor Geral</i>	
14. Resumo/Notas  <p style="text-align: center;"><i>Este trabalho apresenta a linguagem de programação PASCAL -MP, desenvolvida com o propósito de facilitar a programação de sistemas que envolvam manipulação algébrica e numérica de polinômios de múltiplas variáveis, como é frequente, por exemplo, em problemas de aerodinâmica, mecânica celeste e cálculo estrutural.</i></p>			
15. Observações <i>Trabalho a ser submetido ao IV Congresso SBC - SEMISH - Seminário Integrado de Software e Hardware, a realizar-se de 21 a 27 de julho de 1984, em Viçosa, M.G.</i>			

# PASCAL-MP: UMA LINGUAGEM PARA MANIPULAÇÃO ALGÉBRICA E NUMÉRICA DE POLINÔMIOS

J.C. LOMBARDI\*

E.L.F. SENNE\*\*

S.A. TAVARES\*\*\*

## SUMÁRIO

Este trabalho apresenta a linguagem de programação PASCAL-MP, desenvolvida com o propósito de facilitar a programação de sistemas que envolvam manipulação algébrica e numérica de polinômios de múltiplas variáveis, como é frequente, por exemplo, em problemas de aerodinâmica, mecânica celeste e cálculo estrutural.

## ABSTRACT

This work presents the programming language PASCAL-MP, developed with the purpose of facilitating programming of systems involving algebraic and numerical manipulation of multiple variable polynomials frequently seen in aerodynamics, celestial mechanics and structural calculus problems.

- \* Bacharel em Física (UNITAU, 1978), Mestre em Computação Aplicada (INPE, 1984); análise numérica, linguagens de programação; Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, Caixa Postal 515, S.J.Campos, SP - 12200.
- \*\* Engenheiro Mecânico (FEG/UNESP, 1974), Mestre em Ciências (ITA, 1980); linguagens de programação, compiladores, inteligência artificial; Instituto de Pesquisas Espaciais, - INPE, Caixa Postal 515, S.J.Campos, SP - 12200.
- \*\*\* Engenheiro Mecânico (UFRJ, 1962), Doutor em Engenharia Aeronáutica (ITA, 1974); manipulação simbólica por computador, estrutura de dados, análise estrutural, CAD; Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, Caixa Postal 515, S.J.Campos, SP - 12200.

## 1. INTRODUÇÃO

A solução de problemas que envolvem extensa manipulação algébrica como em mecânica celeste, aerodinâmica e cálculo estrutural, além de ser cansativa e demorada, está sujeita a erros quando executada manualmente. Para evitar esses inconvenientes, surgiram os sistemas de manipulação algébrica por computador (Barton and Fitch, 1972).

No entanto, alguns sistemas de manipulação algébrica apesar de serem versáteis exigem muitos recursos. O sistema MACSYMA (Martin and Fateman, 1971), por exemplo, requer cerca de 1000k palavras de 32 bits quando utilizado com todo o seu conjunto de rotinas.

A tendência, portanto, é o uso de sistemas especializados, muito mais econômico e eficientes, tais como o SCHOONSHIP (Strubbe, 1974), desenvolvido com o objetivo de resolver problemas de Física de Alta Energia. Dentro do seu campo de ação, o sistema é rápido e consome pouca memória.

A linguagem PASCAL-MP (Lombardi, no prelo) foi desenvolvida com o objetivo de permitir que um usuário escreva, facilmente, programas para solução de problemas que envolvam manipulação algébrica. A linguagem é versátil, pois, como um subconjunto de PASCAL, pode-se escrever programas com propósito geral e, com relação a cálculos analíticos, dada a sua restrita área de atuação - manipulação de polinômios de múltiplas variáveis - alcança grande eficiência.

Neste trabalho apresentam-se alguns detalhes da linguagem, assim como características do processo de manipulação algébrica utilizado pelo PASCAL-MP.

## 2. A LINGUAGEM PASCAL-MP

A linguagem PASCAL-MP é composta de um subconjunto da linguagem PASCAL, acrescido de comandos especiais para manipulação algébrica de polinômios de múltiplas variáveis, e apresenta dois modos de operação: modo algébrico e modo numérico. Os comandos-padrão da linguagem PASCAL são executados no modo numérico, enquanto os comandos especiais introduzidos são executados no modo algébrico.

A linguagem PASCAL-MP dispõe-se de:

- tipos: INTEGER, REAL, BOOLEAN, CHAR;
- funções: ABS, SQRT, CHR, ROUND, TRUNC, SIN, COS, LN, SQR, ORD, ARCTAN, EOF, EOLN;
- procedimentos: READ, READLN, WRITE, WRITELN;
- estruturação de dados: RECORD, ARRAY;
- comandos iterativos: FOR, WHILE;
- controle de fluxo: IF, CASE;

e para manipulação algébrica, o usuário conta com:

- tipo: POLI;
- funções: MMC, DERI, INTI, INTD, DIVI, DEN, NUM, EVAL, COEF, IVAR;
- procedimento: PWRITE.

Com exceção da operação de divisão, que é uma função do modo algébrico, a notação para operações aritméticas é a mesma nos dois modos de operação.

Na escrita de polinômios pode-se utilizar o operador "\*\*" para indicar exponenciação. Este operador, entretanto, não existe no modo numérico (como na linguagem PASCAL padrão).

Para operar dois polinômios, o PASCAL-MP faz em primeiro lugar a sua normalização, ou seja, a reescrita de cada um dos termos em função do conjunto total de variáveis dos polinômios, e em seguida a ordenação de seus termos em função dos expoentes das variáveis. A operação, então, é feita entre polinômios ordenados.

Para a ordenação de um polinômio P de m variáveis e ordem n:

$$P(\vec{x}) = \sum_{k=1}^{Tn(m)} \alpha_k \prod_{i=1}^m x_i^{a(i)},$$

onde,

$\vec{x} = \{x_i, i=1, m\}$  é o conjunto de variáveis do polinômio,

$Tn(m) = \frac{1}{m!} \prod_{i=1}^m (n+i)$  é o número de termos do polinômio,

$\alpha_k, k=1, Tn(m)$  são os coeficientes dos Tn(m) termos,

$\sum_{i=1}^m a(i) \leq n$  é o grau máximo do polinômio,

utiliza-se:

$$k = 1 + \sum_{r=1}^m \frac{1}{r!} \prod_{q=0}^{r-1} \left( q + \sum_{i=m-r+1}^m a(i) \right)$$

onde:

k é a ordem do termo no polinômio ordenado,

a(i) é o expoente da i-ésima variável do termo k.

Para o compilador não existe diferença entre coeficientes literais e variáveis do polinômio. Isto implica que termos iguais mas com coeficientes literais são considerados na ordenação como de ordens diferentes.

As operações do modo algébrico são realizadas entre polinômios definidos na forma de fração racional. Isto facilita o tratamento de operações de divisão que são mantidas implícitas. O usuário, no entanto, pode dispor da função DIVI caso necessite efetuar explicitamente a operação de divisão.

### 3. CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentaram-se rapidamente alguns aspectos importantes da linguagem PASCAL-MP desenvolvida com o propósito de facilitar a programação de sistemas que envolvam manipulação algébrica e numérica de polinômios.

O compilador PASCAL-MP, sendo implementado em PASCAL, está atualmente em fase final de testes.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTON, D.; FITCH, J.P. A review of algebraic manipulative programs and their application. *The Computer Journal*, 15(4):362-381, nov. 1972.
- LOMBARDI, J.C. *PASCAL-MP: Manipulador algébrico e numérico de polinômios*. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada. São José dos Campos, INPE. No prelo.
- MARTIN, W.A.; FATEMAN, P. The MACSYMA system. *Proc. Second Symposium on Symbolic and Algebraic Manipulation*. Assoc. Comp. Mach., NY, pp. 59-75, 1971.
- STRUBBE, H. Presentation of the SCHOONSHIP system. *SIGSAM Bulletin*, 8(3):55-59, aug. 1974.