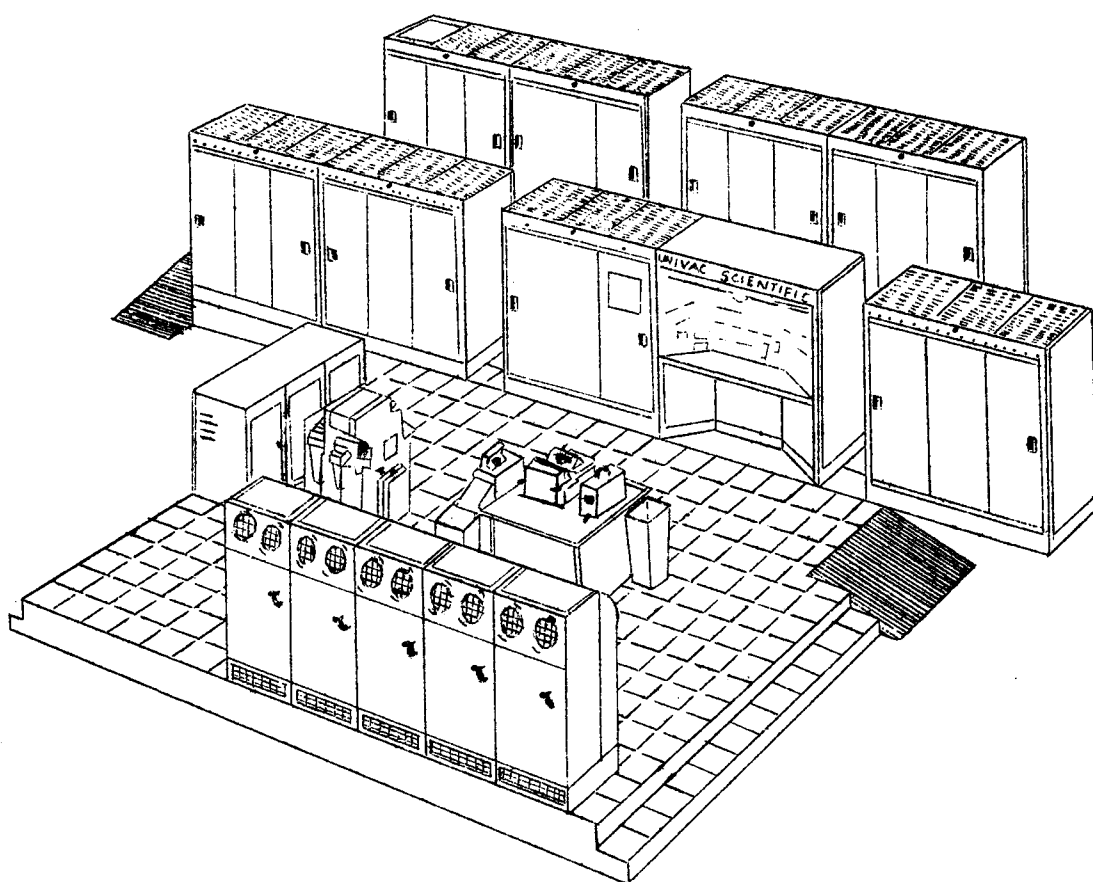


Coleção
IBEGEANA

I.B.G.E. - SERVIÇO NACIONAL DE RESENSEAMENTO
Centro de Processamento de Dados

ANO I
Nº 7



BOLETIM
DO
CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS

I. B. G. E.

CONSELHO NACIONAL DE ESTATÍSTICA
BIBLIOTECA

N.º de Reg.

Data

AGOSTO - 1962

BOLETIM DO
CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS

Agosto de 1962

ANO I
Nº 7

Avenida Pasteur 404 - tel. 26-9520
Praia Vermelha
Rio de Janeiro - Brasil

SUMÁRIO

	Página
<u>COMENTÁRIO</u> , por Martiniano B. Moreira, Superintendente do C.P.D. .	2
<u>ESTUDOS & INFORMAÇÕES</u>	
"INTEGRAÇÃO NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DIFERENCIAL DA ELÁSTICA": ENSAIO DE PROCESSAMENTO EM COMPUTADOR UNIVAC-1105, pelo Prof. Osmar Araujo dos Santos	3
CÁLCULO DE UM LEITO DE FUSÃO NUM CUBILÔ, pelo Major Natalino Folegatti	31
O COMPUTADOR E SUAS EQUIPES, por Raymund Vasconcellos da Silva .	35
<u>NOTAS & COMUNICADOS</u>	
NOTAS TÉCNICAS	
Print-out, por Julian Goodpasture	45
NOTÍCIAS INTERNACIONAIS	
Centro de Computadores da Europa	48
NOTÍCIAS DIVERSAS	
Grupo Executivo da Indústria Eletrônica	49

...oOo...

Nossa capa: Reprodução de desenho, elaborada pela Srta. Rosalina de Re-
zende Bittencourt.

COMENTÁRIO

*Martiniano B. Moreira,
Superintendente do Centro
de Processamento de Dados*

A incrível velocidade dos equipamentos eletrônicos de processamento de dados obriga a um pouco de meditação àqueles que o usam. Um computador de grande porte, como o que compõe o Sistema do IBGE, possui velocidades tais que permitem o cálculo de um pouco mais de um milhão de somas ou subtrações, ou duzentas mil multiplicações, ou cem mil divisões ou decisões lógicas por minuto.

É preciso entender que durante os momentos em que o Computador é obrigado a repetir operações em virtude de erros de programação, de manutenção ou operação do equipamento, está se perdendo tempo precioso, durante o qual poder-se-iam realizar inúmeros trabalhos.

Na construção de qualquer programa deve-se ter em mente essa idéia. Em um trabalho que deverá ser processado milhares de vezes, como o da apuração dos dados relativos aos municípios, no Censo Demográfico, a perda de um minuto em cada vez que o programa é executado, redundará no prejuízo de cerca de três mil minutos, ou 50 horas de computador. Traduzido esse fato em termos de dinheiro, poder-se-ia estimar a queda de eficiência do programa em mais de dois milhões de cruzeiros, considerando somente o tempo perdido para a realização de outras tarefas.

A fim de alcançar um rendimento ótimo no funcionamento do Sistema, além dos cuidados necessários à construção dos programas, há que alcançar uma ampla cooperação entre as Equipes Técnicas. Pouco adiantaria uma boa programação, caso os operadores não conseguissem um bom rendimento no fluxo de trabalho, ou os técnicos de manutenção não pudessem garantir o equipamento em boas condições durante o tempo necessário à execução dos serviços.

O planejamento dos trabalhos, o amplo entendimento entre todos os que servem no Sistema, o espírito alto de compreensão, o clima de inteligência - são as condições mínimas necessárias para levarmos a bom termo a nossa tarefa de pioneiros: - Montar um Centro de Processamento de Dados capaz de servir de modelo aos futuros centros de processamento do país.

E
S
T
U
D
I
O
S
&
I
N
F
O
R
M
A
T
I
O
N
S

"INTEGRAÇÃO NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DIFERENCIAL DA ELÁSTICA";
ENSAIO DE PROCESSAMENTO EM COMPUTADOR UNIVAC 1105

Prof. Osmar A. Santos

Por ocasião da realização do segundo curso de programação científica, organizado pelo Centro de Processamento de Dados do I.B.G.E., em julho próximo passado, tendo em vista o elevado nível técnico dos participantes, impunha-se a pesquisa de melhores exemplos no sentido de atender a essas exigências.

Tivemos, então, a satisfação de encontrar a monografia do eminente professor Francisco José de San Martín sobre a "Integração Numérica da Equação Diferencial da Elástica", trabalho de alto valor científico e prático.

Por isso, não hesitamos em pautar, entre os nossos exercícios de programação para computador eletrônico, os três exemplos numéricos citados na referida obra.

Assim é que tivemos o ensejo de apresentar ao autor os resultados da programação em "UNICODE", obtendo do mesmo a honrosa permissão para que fôsse publicado, juntamente com a respectiva programação, o seu trabalho, valorizando o nosso modesto Boletim.

Transcreve-se, na íntegra, a obra referida bem como a programação com os respectivos anexos.

...oOo...

INSTITUTO DE MATEMÁTICA
UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE DO SUL

INTEGRAÇÃO NUMÉRICA
DA
EQUAÇÃO DIFERENCIAL DA ELÁSTICA

Eug. Francisco José San Martín

Porto Alegre
1960

Í N D I C E

1 - PRELIMINARES	6
2 - ELEMENTOS MATEMÁTICOS	6
3 - CASOS PARTICULARES	11
4 - EXEMPLOS NUMÉRICOS	13
1ª Exemplo	14
2ª Exemplo	17
3ª Exemplo	19
5 - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES	21

..oOo..

1 - PRELIMINARES

Um problema que se apresenta, freqüentemente, ao calculista de es truturas, é a determinação, pelo menos aproximada, de flechas correspondentes a pontos da fibra média de vigas sob as mais variadas condições de vínulos, inércias e cargas.

Os tratadistas da Ciência das Construções consignam, em geral, diversos teoremas e analogias pertinentes ao tema em estudo, e que, teoricamente, resolvem, de modo pleno, o problema aludido.

Do ponto-de-vista prático, entretanto, parece interessante dispôr de um processo de cálculo direto e uniforme, aplicável, em geral, com simplicidade e rapidez.

O objetivo do presente trabalho de divulgação é, precisamente, tentar atingir êsse "desideratum", sistematizando e coordenando alguns conhecimentos rudimentares.

2 - ELEMENTOS MATEMÁTICOS

2.1 - Como ensina a Análise Matemática, sendo

$$y = f(x)$$

uma função definida em um campo C de números reais, e sendo $\bar{x}$ um ponto de acumulação de C , pertencente a C e tal que

$$\bar{y} = f(\bar{x}),$$

em todos os pontos $x \neq \bar{x}$ de C está definida a função

$$\frac{y - \bar{y}}{x - \bar{x}} \tag{1}$$

que se denomina "razão incremental" de $f(x)$ em relação ao ponto $\bar{x}$. O limite desta relação para $x \rightarrow \bar{x}$, existindo e sendo finito, constitui, como se sabe, a derivada da função

$$y = f(x)$$

calculada no ponto $\bar{x}$, dizendo-se, neste caso, que a função y é derivável no ponto $\bar{x}$, escrevendo-se

$$f'(x) = \lim_{x \rightarrow \bar{x}} \frac{y - \bar{y}}{x - \bar{x}} = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=\bar{x}} = \frac{d\bar{y}}{dx} \tag{2}$$

Considerando-se o conjunto C' dos pontos de C em que

$$y = f(x)$$

é derivável, conceitua-se nova função monódroma de x , denominada função derivada de $f(x)$, que se representa, geralmente, pela notação.

$$y'(x) \quad \text{ou} \quad \frac{dy}{dx} \quad (3)$$

e cuja derivada, se existir, constituirá a segunda derivada de $f(x)$, escrevendo-se

$$y''(x) \quad \text{ou} \quad \frac{d^2y}{dx^2} \quad (4)$$

e assim sucessivamente.

Geomêtricamente, na hipótese de eixos cartésianos ortogonais, a derivada $y'(\bar{x})$ no ponto $\bar{x}$ é igual à tangente trigonométrica do ângulo que a tangente à curva

$$y = f(x),$$

no ponto $\bar{x}, \bar{y}$, faz com o eixo Ox .

Pôsto isto, considere-se, graficamente, Fig. 1, uma função

$$y = f(x)$$

definida no intervalo

$$x = x_0 \leftarrow x = x_n,$$

que contém x_i .

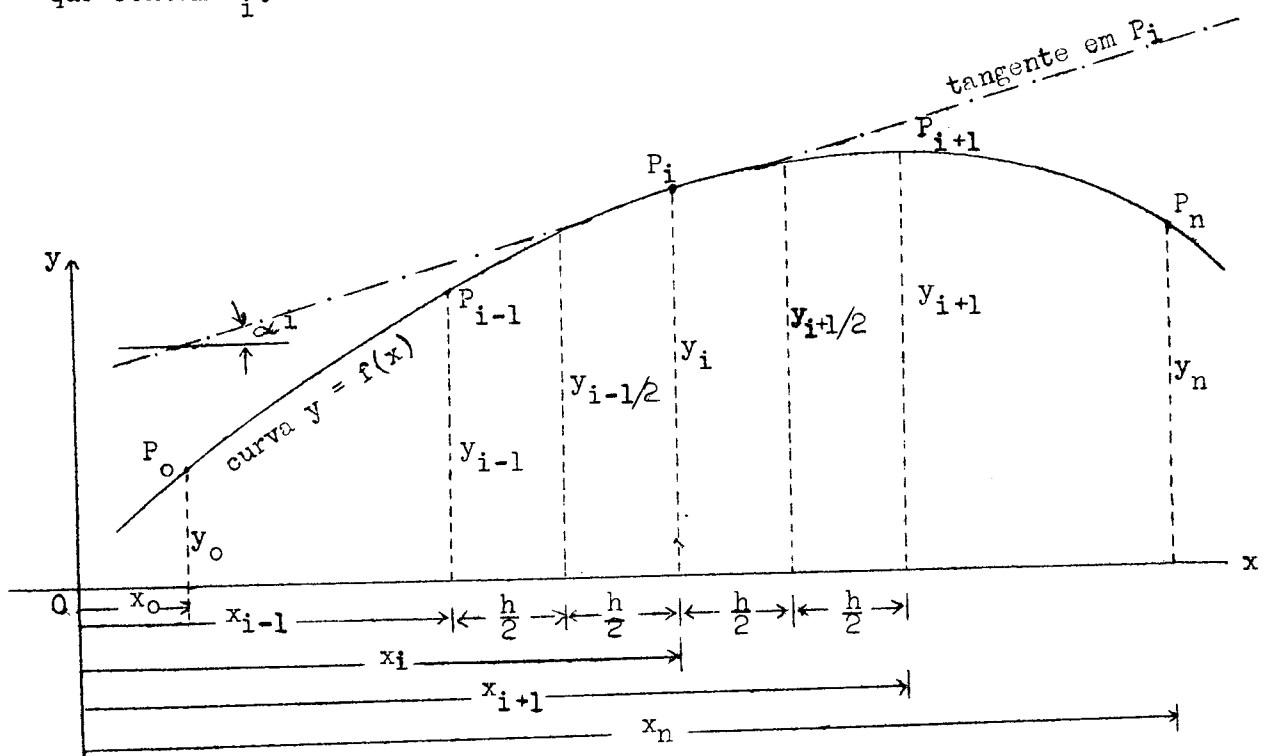


Fig. 1

Com a notação indicada na Fig. 1, tem-se, evidentemente, o símbolo $\approx$ significando "aproximadamente igual a", o ponto P_i sendo um ponto genérico do intervalo considerado, e h sendo suficientemente pequeno:

$$\text{Derivada de } y \text{ no ponto } P_i = \frac{dy_i}{dx} = \operatorname{tg} \alpha_i \approx \frac{y_{i+1/2} - y_{i-1/2}}{h} \quad (5)$$

Ora

$$y_{i+1/2} \approx \frac{y_{i+1} + y_i}{2} \quad (6)$$

$$y_{i-1/2} \approx \frac{y_i + y_{i-1}}{2} \quad (7)$$

Portanto, substituindo em (5) segundo (6) e (7), resulta

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{dy_i}{dx} \approx \frac{\frac{y_{i+1} + y_i}{2} - \frac{y_i + y_{i-1}}{2}}{h} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2h} \quad (8)$$

Analogamente, procurando-se determinar a derivada segunda relativa ao ponto

$$P_i (x_i; y_i),$$

pode-se escrever, sucessivamente,

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} = \left[\frac{d^2 y}{dx^2} \right]_{x=x_i} = \left[\frac{d}{dx} \left(\frac{dy}{dx} \right) \right]_{x=x_i} \approx \frac{d}{dx} \frac{y_{i+1/2} - y_{i-1/2}}{h}$$

ou seja, segundo (5)

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} \approx \frac{\frac{d}{dx} y_{i+1/2} - \frac{d}{dx} y_{i-1/2}}{h} = \frac{\frac{y_{i+1} - y_i}{h} - \frac{y_i - y_{i-1}}{h}}{h}$$

isto é

$$\boxed{\frac{d^2 y_i}{dx^2} \approx \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2}} \quad (9)$$

2.2 - Como ensina a Resistência dos Materiais, quando se considera uma viga reta submetida à flexão normal, a equação da sua linha elástica, isto é, da configuração deformada do seu eixo, é

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{M}{EI} \quad (10)$$

Sabe-se, outrossim, que na equação (10):

1ª) O eixo das abscissas é suposto, em geral, coincidente com o eixo reto da viga, usualmente horizontal;

2ª) O eixo das ordenadas, perpendicular ao das abscissas, é considerado orientado de modo que a parte positiva, Oy , coincida com a parte positiva Ox quando se fizer girar Oy , em torno da origem O , no sentido trigonométrico, de um ângulo $\pi/2$; no caso de uma viga horizontal, o eixo das ordenadas é, então, suposto orientado de cima para baixo;

3ª) E é o módulo de elasticidade no material da peça, geralmente suposto constante, tanto à tração como à compressão;

4ª) J é o momento de inércia correspondente à secção de abscissa x , e relativo a um eixo baricêntrico normal ao plano de ação do momento flector; J pode ser constante ou variável com x ;

5ª) M é o momento flector que atua em uma secção de abscissa x ; é considerado positivo quando ocasiona tração na face da viga do lado dos y positivos, ou seja, no caso da viga horizontal, quando provoca tração na parte inferior da mesma.

2.3 - Tendo presente os elementos anteriores, pode-se estruturar um algoritmo simples que faculta o cálculo rápido das ordenadas da elástica, com suficiente aproximação, relativas a uma viga reta, uma vez que se conheçam, em diversas secções, os momentos e as inércias, além das condições vinculares.

Com efeito.

Seja, Fig. 2, a viga, (ou troço de viga), $A_0 A_n$, de vão L .

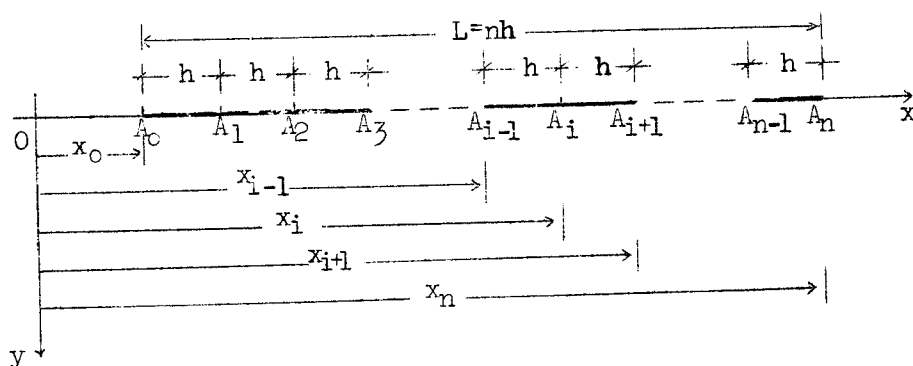


Fig. 2

Dividindo-se o intervalo $A_0 A_n$ em n partes alíquotas iguais

$$h = \frac{x_n - x_0}{n} = \frac{L}{n} \quad (11)$$

obtem-se os pontos

$$A_0, A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n.$$

Sejam, pois, respectivamente,

$$M_0, M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_n.$$

e

$$J_0, J_1, J_2, \dots, J_i, \dots, J_n.$$

os momentos flectores e os momentos de inércia correspondentes às secções da viga determinadas pelas abscissas

$$x_0, x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n.$$

As ordenadas da elástica relativas aos pontos aludidos serão, portanto, valores

$$y_0, y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$$

tais que, segundo (9) e (10)

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} \approx \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2} \quad (12)$$

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} = - \frac{M_i}{E J_i} \quad (13)$$

ou seja

$$\frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2} \approx - \frac{M_i}{E J_i} \quad (14)$$

Pôsto isto, fazendo

$$\frac{h^2}{E} \frac{M_i}{J_i} = \frac{L^2}{n^2 E} \frac{M_i}{J_i} = m_i \quad (15)$$

tem-se a relação fundamental

$$\boxed{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1} = -m_i} \quad (16)$$

Aplicando, agora, esta relação aos pontos

$$A_1, A_2, A_3, \dots, A_i, \dots, A_{n-1},$$

isto é, fazendo em (10)

$$i = 1, 2, 3, \dots, n-1,$$

constitui-se o sistema de $n-1$ equações

$$y_2 - 2y_1 + y_0 \approx -m_1$$

$$\begin{aligned}
 y_3 - 2 y_2 + y_1 &\approx -m_2 \\
 y_4 - 2 y_3 + y_2 &\approx -m_3 \\
 &\dots\dots\dots \\
 y_{i+1} - 2 y_i + y_{i-1} &\approx -m_i \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 y_n - 2 y_{n-1} + y_{n-2} &\approx -m_{n-1}
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

as quais, juntamente com mais duas equações obteníveis, em geral, pelas condições vinculares, permitem determinar os diversos valores de y_i .

3 - CASOS PARTICULARES

Geralmente, os casos particulares de interesse prático reduzem-se a dois: ou se trata de estudar uma viga, (ou um segmento de viga), cujas ordenadas extremas, y_0 e y_n , são conhecidas, (como seria, por exemplo, o caso de uma viga sobre dois apoios fixos), ou se trata de uma viga em balanço, perfeita ou imperfeitamente engastada.

3.1 - Conhecendo-se as ordenadas extremas

$$\begin{aligned}
 y_0 &= \bar{y}_0 \\
 y_n &= \bar{y}_n
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

as ordenadas a calcular são em número de $n-1$. - Conseqüentemente, o sistema (17) permite determinar os demais valores

$$y_1, y_2, y_3, \dots, y_i, \dots, y_{n-1}$$

Com efeito.

Considerando o sistema (17), e multiplicando a primeira equação por $n-1$, a segunda por $n-2$, a terceira por $n-3$, ..., a penúltima por

$$n - (n - 2) = 2,$$

forma-se o sistema equivalente

$$\begin{aligned}
 (n-1)y_2 - 2 (n-1)y_1 + (n-1) \bar{y}_0 &\approx - (n-1) m_1 \\
 (n-2)y_3 - 2 (n-2)y_2 + (n-2) y_1 &\approx - (n-2) m_2 \\
 (n-3)y_4 - 2 (n-3)y_3 + (n-3) y_2 &\approx - (n-3) m_3
 \end{aligned}$$

$$(n-4) y_5 - 2 (n-4) y_4 + (n-4) y_3 \approx - (n-4) m_4 \quad (19)$$

.....

$$2 y_{n-1} - 4 y_{n-2} + 2 y_{n-3} \approx - 2 m_{n-2}$$

$$\bar{y}_n - y_{n-1} + y_{n-2} \approx - m_{n-1}$$

Somando membro a membro estas equações, obtém-se:

$$\bar{y}_n - 2 (n-1) y_1 + (n-2) y_1 + (n-1) \bar{y}_0 \approx - \sum_{i=1}^{i=n-1} (n-i) m_i \quad (20)$$

de onde se deduz

$$y_1 \approx \frac{1}{n} \left[\bar{y}_n + (n-1) \bar{y}_0 + \sum_{i=1}^{i=n-1} (n-i) m_i \right] \quad (21)$$

No caso de ser E constante, e tendo presente (15) tem-se

$$y_1 \approx \frac{1}{n} \left[\bar{y}_n + (n-1) \bar{y}_0 \right] + \frac{h^2}{nE} \sum_{i=1}^{i=n-1} (n-1) \frac{M_i}{J_i} \quad (21A)$$

Calculando y_1 pela relação (21) ou pela (21A), os demais valores

$$y_2, y_3, \dots, y_i, \dots, y_{n-1}$$

são facilmente obteníveis pelas equações (17), pois, apoditicamente,

$$\begin{aligned} y_2 &\approx 2 y_1 - y_0 - m_1 \\ y_3 &\approx 2 y_2 - y_1 - m_2 \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ y_i &\approx 2 y_{i-1} - y_{i-2} - m_{i-1} \\ &\dots\dots\dots \\ y_{n-1} &\approx 2 y_{n-2} - y_{n-3} - m_{n-2} \end{aligned} \quad (22)$$

ficando, portanto, completamente resolvido o problema.

3.2 - No caso de uma viga em balanço, são conhecidas, em geral, para a secção inicial engastada, a ordenada y_0 e a inclinação correspondente da tangente à linha elástica, $\text{tg } \alpha_0$. - Considerando, então, uma secção imediatamente anterior a

$$A_0 (x_0 ; y_0)$$

e dela distante h , obtém-se uma secção

$$A_{-1}(x_{-1}; y_{-1}),$$

que resulta uma secção real ou virtual, conforme a peça em apreço fôr prolongamento de uma viga já estudada ou não.

Aplicando, então, a relação fundamental (16) para $i = 0$, tem-se

$$y_1 - 2y_0 + y_{-1} \approx -m_0 \quad (23)$$

isto é

$$y_1 \approx 2y_0 + y_{-1} - m_0 \quad (24)$$

Por outro lado, fazendo $i = 0$ em (8), resulta

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{dy_0}{dx} \approx \frac{y_1 - y_{-1}}{2h} \quad (25)$$

ou seja

$$y_1 \approx 2h \operatorname{tg} \alpha_0 + y_{-1} \quad (26)$$

Finalmente, somando membro a membro (24) e (26) obtém-se

$$y_1 = y_0 - \frac{m_0}{2} + h \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (27)$$

Na hipótese de engastamento perfeito na secção inicial

$$A_0(x_0; y_0),$$

tem-se

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = 0$$

resultando

$$y_1 = y_0 - \frac{m_0}{2} \quad (28)$$

Uma vez calculado o valor de y_1 , pela (24), (27) ou (28), conforme o caso, as ordenadas sucessivas

$$y_2, y_3, \dots, y_i, \dots, y_n$$

determinam-se pelas relações (22), às quais cabe acrescentar

$$y_n \approx 2y_{n-1} - y_{n-2} - m_{n-1} \quad (29)$$

4 - EXEMPLOS NUMÉRICOS

Objetivando os desenvolvimentos anteriores, aplica-se, a seguir, o algoritmo exposto a alguns exemplos numéricos, nos quais se ilustra, também, a ma

neira prática de dispor os cálculos.

1º Exemplo

Seja que se deve determinar a configuração deformada da viga de dois tramos esquematizada na Fig. 3.

Supõe-se apoio livre em A_0 e A_{10} e são conhecidos os momentos fletores e os momentos de inércia relativos às secções

$$A_1, A_2, \dots, A_{10}, B_1, B_2, \dots, B_5,$$

equidistantes de 1,00 m.

Adota-se $E = \text{constante} = 2 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2$.

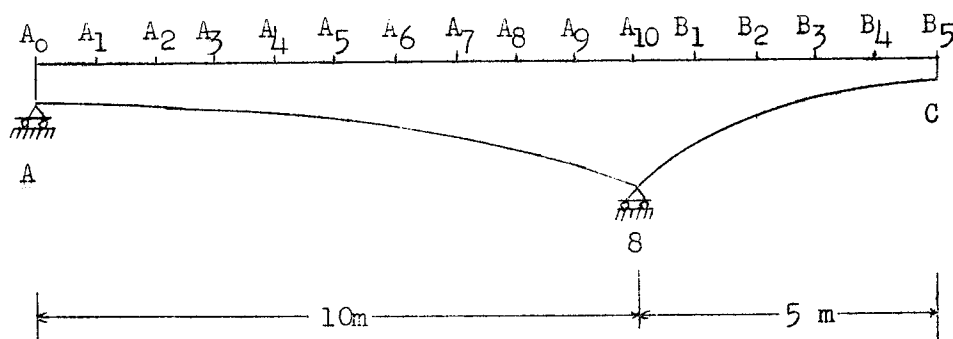


Fig. 3

Para resolver o problema, de acordo com a teoria exposta, observa-se, preliminarmente, que o tramo AB enquadra-se no caso particular considerado no § 3.1; observa-se, outrossim, que, uma vez estudado o tramo AB, o tramo BC, em balanço, corresponde à primeira alternativa analisada no parágrafo 3.2.

Em relação ao tramo AB, supondo a origem coincidente com o ponto

$$A_0 = A$$

tem-se, evidentemente, pondo-se $n = 10$:

$$\bar{x}_0 = x_0 = 0$$

$$\bar{y}_0 = y_0 = 0$$

$$\bar{x}_n = x_{10} = 10\text{m}$$

$$\bar{y}_n = y_{10} = 0$$

Consequentemente, as ordenadas sucessivas

$$y_1, y_2, y_3, \dots, y_i, \dots, y_9,$$

são calculáveis pelas relações (21) e (22).

Pôsto isto, com os dados do problema, e adotando, v. g., como unidades o metro e a tonelada, põe-se, previamente,

$$m_i = \frac{h^2}{E} \frac{M_i}{J_i} = \frac{1^2}{2 \cdot 10^6} \frac{M_i}{J_i} = 0,5 \cdot 10^{-6} \frac{M_i}{J_i} = 0,5 \frac{M_i}{10^6 J_i}$$

e organiza-se, então, o quadro seguinte

i	SECÇÃO A _i	M _i	10 ⁶ J _i	$\frac{M_i}{10^6 J_i}$	m _i	n-i	(n-i) m _i
0	A ₀	0	4 800	0	0	10	0
1	A ₁	5,8	5 000	0,001160	0,000580	9	0,005220
2	A ₂	7,9	6 000	0,001317	0,000659	8	0,005272
3	A ₃	7,5	7 450	0,001007	0,000504	7	0,003528
4	A ₄	4,0	9 600	0,000417	0,000209	6	0,001254
5	A ₅	- 1,9	12 500	-0,000152	-0,000076	5	-0,000380
6	A ₆	-11,0	16 200	-0,000679	-0,000340	4	-0,001360
7	A ₇	-23,8	20 750	-0,001147	-0,000574	3	-0,001722
8	A ₈	-40,0	25 800	-0,001551	-0,000776	2	-0,001552
9	A ₉	-59,0	32 000	-0,001844	-0,000942	1	-0,000942
10	A ₁₀	-80,0	38 000	-0,002105	-0,001053	0	0

$$\sum_{i=1}^{i=n-1} (n-i)m_i = 0,009318 \text{ metros}$$

Com os elementos anteriores, adotando como unidade o milímetro, vem, sucessivamente, aplicando a (21) e as (22):

$$\begin{aligned} y_1 &\approx \frac{1}{10} [0 + 0 + 9,3] = 0,93 \text{ mm} \\ y_2 &\approx 2 \cdot 0,93 - 0 - 0,58 = 1,28 \text{ mm} \\ y_3 &\approx 2 \cdot 1,28 - 0,93 - 0,66 = 0,97 \text{ mm} \\ y_4 &\approx 2 \cdot 0,97 - 1,28 - 0,50 = 0,16 \text{ mm} \\ y_5 &\approx 2 \cdot 0,16 - 0,97 - 0,21 = - 0,86 \text{ mm} \\ y_6 &\approx -2 \cdot 0,86 - 0,16 + 0,08 = - 1,80 \text{ mm} \\ y_7 &\approx -2 \cdot 1,80 + 0,86 + 0,34 = - 2,40 \text{ mm} \\ y_8 &\approx -2 \cdot 2,40 + 1,80 + 0,57 = - 2,43 \text{ mm} \\ y_9 &\approx -2 \cdot 2,43 + 2,40 + 0,78 = - 1,68 \text{ mm} \end{aligned}$$

Como verificação, calcula-se

$$y_{10} \approx 2 \cdot 1,68 + 2,43 + 0,94 \approx 0$$

Para estudar o tramo BC, procede-se, "mutatis mutandis", como anteriormente, organizando-se, com os dados do problema, o quadro apresentado a seguir, (supõe-se, agora, a origem

$$A_{10} = B_0$$

e as ordenadas sucessivas serão designadas por

$$Y_i; \quad m_i = 0,5 \frac{M_i}{10^6 J_i}$$

i	B _i	M _i	10 ⁶ J _i	$\frac{M_i}{10^6 J_i}$	m _i
0	B ₀	-80,0	38000	- 0,002106	- 0,001053
1	B ₁	-45,0	21900	- 0,002055	- 0,001028
2	B ₂	-26,0	12250	- 0,002123	- 0,001062
3	B ₃	-13,5	6650	- 0,002030	- 0,001015
4	B ₄	- 5,1	3100	- 0,001645	- 0,000823
5	B ₅	0	1600	0	0

Portanto, aplicando a (24), observando, que, no caso

$$Y_{-1} = y_9 = - 1,68 \text{ mm}$$

obtem-se

$$Y_1 \approx 2 Y_0 - Y_{-1} - m_0 = - 2 \cdot 0 + 1,68 + 1,05 = 2,73 \text{ mm}$$

Finalmente, aplicando as (22) e a (29) tem-se

$$Y_2 \approx 2 Y_1 - Y_0 - m_1 = 2 \cdot 2,73 - 0,00 + 1,03 = 6,49 \text{ mm}$$

$$Y_3 \approx 2 Y_2 - Y_1 - m_2 = 2 \cdot 6,49 - 2,73 + 1,06 = 11,31 \text{ mm}$$

$$Y_4 \approx 2 Y_3 - Y_2 - m_3 = 2 \cdot 11,31 - 6,49 + 1,02 = 17,15 \text{ mm}$$

$$Y_5 \approx 2 Y_4 - Y_3 - m_4 = 2 \cdot 17,15 - 11,31 + 0,82 = 23,81 \text{ mm}$$

Na Fig. 4 apresenta-se o gráfico correspondente à configuração deformada dos dois tramos estudados.

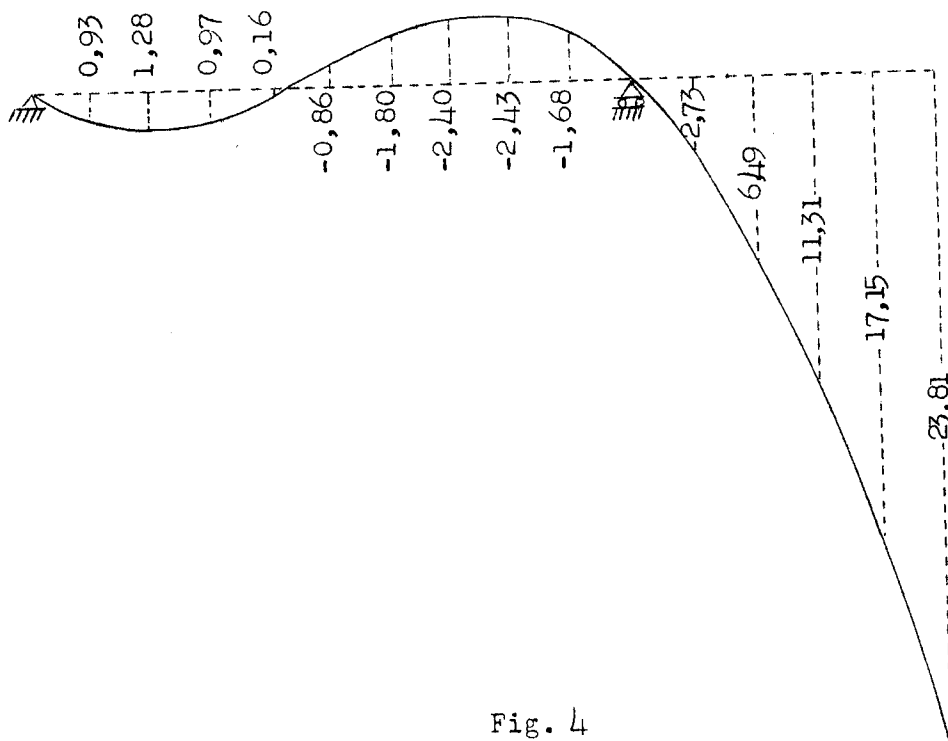


Fig. 4

2º Exemplo

Como 2º exemplo, seja que se deve determinar a configuração deformada da viga em balanço representada na fig. 5.

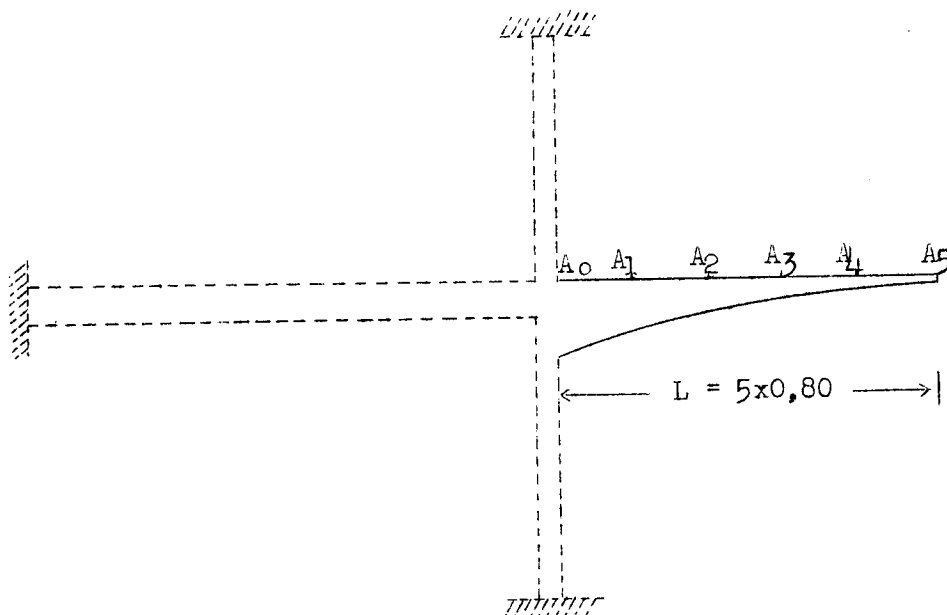


Fig. 5

Imagina-se que a peça em questão faz parte de uma estrutura mais complexa, simbolizada, na Fig. 5, em linha interrompida e que, já tendo sido estudada, proporciona à viga em balanço, nas condições supostas, um engastamento elástico que permite uma rotação tal que

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = 2,050 \cdot 10^{-3}.$$

Os momentos flectores M_i e os momentos de inércia J_i são supostos conhecidos, sendo

$$E = 2,5 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2.$$

O problema proposto corresponde ao caso analisado no § 3.2 e fica plenamente resolvido pelas relações (27), (22) e (29).

Para o cálculo dos valores m_i , adotam-se as unidades metro e tonelada, põe-se

$$h = 0,80 \text{ m} = 0,80 \cdot 10^3 \text{ mm}$$

$$m_i = \frac{h^2}{E} \frac{M_i}{J_i} = \frac{(0,80)^2}{2,5 \cdot 10^6} \frac{M_i}{J_i} = 0,256 \frac{M_i}{10^6 J_i}$$

e organiza-se o quadro

i	A_i	M_i	$10^6 J_i$	$\frac{M_i}{10^6 J_i}$	m_i
0	A_0	- 55,10	32500	- 0,001695	- 0,000434
1	A_1	- 34,20	21750	- 0,001572	- 0,000402
2	A_2	- 22,80	13600	- 0,001676	- 0,000429
3	A_3	- 14,00	7750	- 0,001806	- 0,000462
4	A_4	- 6,75	3850	- 0,001753	- 0,000449
5	A_5	0	2000	0	0

Pôsto isto, a origem estando em A_0 , tem-se, de acordo com os dados

$$y_0 = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = 2,050 \cdot 10^{-3}$$

Portanto, adotando como unidade o milímetro, obtém-se, sucessivamente, aplicando a (27), as (22) e a (29)

$$y_1 \cong y_0 - \frac{m_0}{2} + h \operatorname{tg} \alpha_0 = 0,00 + 0,22 + 1,64 = 1,86 \text{ mm}$$

$$y_2 \cong 2 y_1 - y_0 - m_1 = 2 \cdot 1,86 - 0,00 + 0,40 = 4,12 \text{ mm}$$

$$y_3 \cong 2 y_2 - y_1 - m_2 = 2 \cdot 4,12 - 1,86 + 0,43 = 6,81 \text{ mm}$$

$$y_4 \cong 2 y_3 - y_2 - m_3 = 2 \cdot 6,81 - 4,12 + 0,46 = 9,96 \text{ mm}$$

$$y_5 \cong 2 y_4 - y_3 - m_4 = 2 \cdot 9,96 - 6,81 + 0,45 = 13,56 \text{ mm}$$

Na fig. 6 está representada a configuração deformada correspondente.

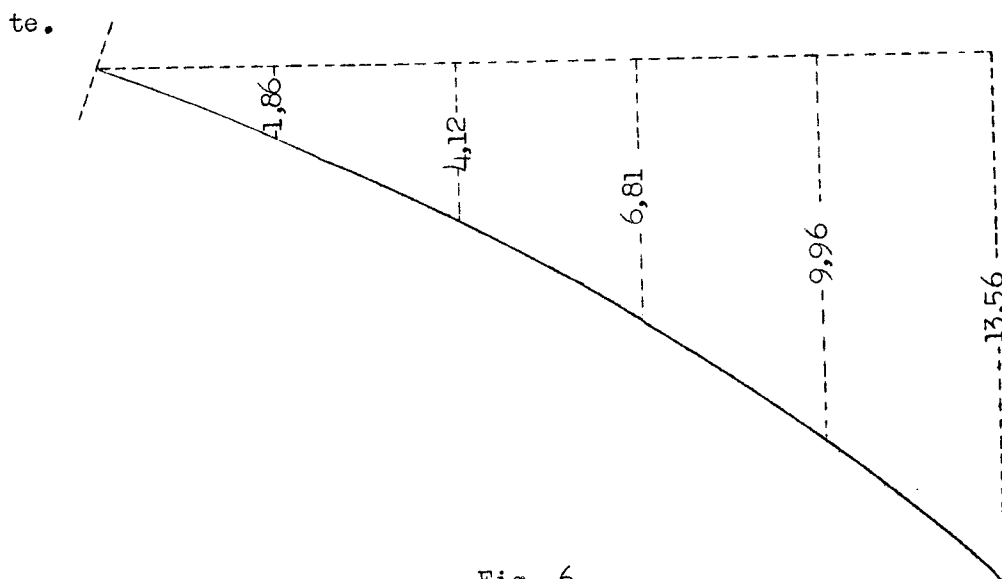


Fig. 6

3º Exemplo

Para que se tenha, praticamente, uma idéia, da aproximação que o método exposto permite obter, (mesmo adotando valores h aparentemente grandes, como os supostos nos exemplos anteriores), apresenta-se, a seguir, um exemplo suscetível de cálculo analítico simples, a fim de comparar os resultados obtidos.

Seja, pois, que se deve determinar a elástica da viga metálica em balanço representada na fig. 7.

O caso em apreço enquadra-se na última alternativa considerada no parágrafo 3.2.

Para o cálculo correspondente, põe-se

$$x_0 = 0$$

$$y_0 = 0$$

$$h = 0,50 \text{ m}$$

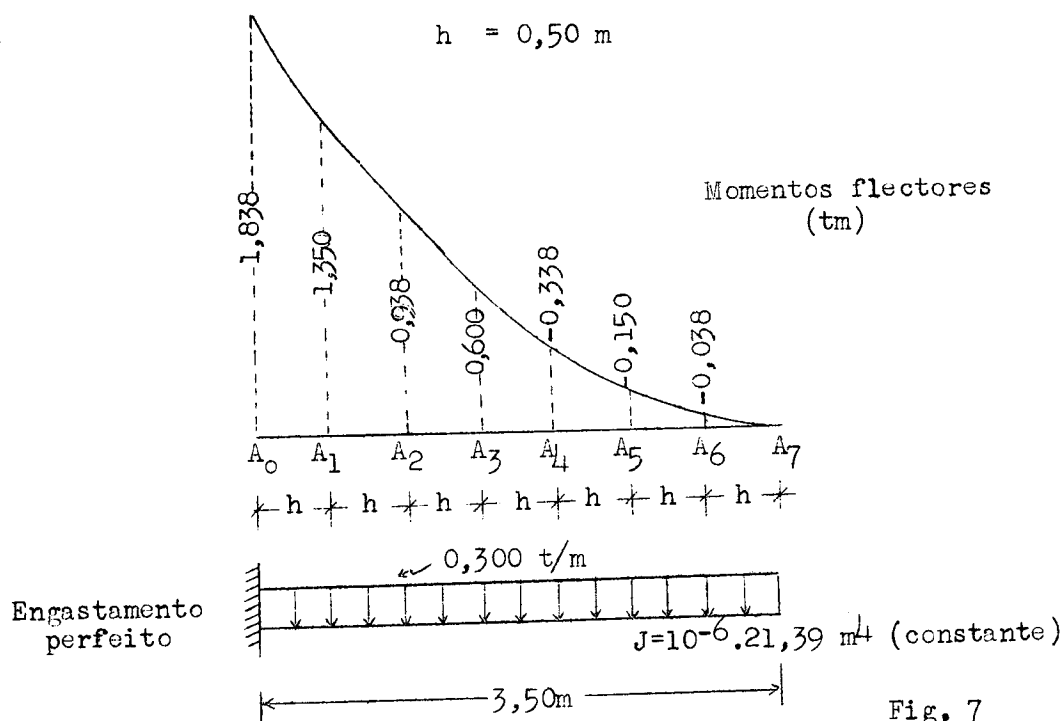


Fig. 7

$$E = 21 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2$$

$$J_i = 21,39 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$EJ_i = 449,190 \text{ t.m}^2$$

consequentemente

$$m_i = \frac{h^2 M_i}{EJ_i} = \frac{(0,50)^2 M_i}{449,190} = \frac{250,00}{449,190} 10^{-3} M_i$$

isto é

$$m_i \approx 0,556558 \cdot 10^{-3} \cdot M_i$$

Portanto, (unidades: metro e tonelada)

i	A _i	M _i	m _i
0	A ₀	- 1,838	- 0,001023
1	A ₁	- 1,350	- 0,000751
2	A ₂	- 0,938	- 0,000522
3	A ₃	- 0,600	- 0,000334
4	A ₄	- 0,338	- 0,000188
5	A ₅	- 0,150	- 0,000083
6	A ₆	- 0,038	- 0,000021
7	A ₇	0	0

Aplicando, então, sucessivamente, a (28), as (22) e a (29), obtém-se, adotando como unidade o milímetro

$$y_1 \approx y_0 - m_0/2 = 0,00 + 0,51 = 0,51 \text{ mm}$$

$$y_2 \approx 2 y_1 - y_0 - m_1 = 2 \cdot 0,51 - 0,00 + 0,75 = 1,77 \text{ mm}$$

$$y_3 \approx 2 y_2 - y_1 - m_2 = 2 \cdot 1,77 - 0,51 + 0,52 = 3,55 \text{ mm}$$

$$y_4 \approx 2 y_3 - y_2 - m_3 = 2 \cdot 3,55 - 1,77 + 0,33 = 5,66 \text{ mm}$$

$$y_5 \approx 2 y_4 - y_3 - m_4 = 2 \cdot 5,66 - 3,55 + 0,19 = 7,96 \text{ mm}$$

$$y_6 \approx 2 y_5 - y_4 - m_5 = 2 \cdot 7,96 - 5,66 + 0,08 = 10,34 \text{ mm}$$

$$y_7 \approx 2 y_6 - y_5 - m_6 = 2 \cdot 10,34 - 7,96 + 0,02 = 12,74 \text{ mm}$$

Analiticamente, supondo a origem em A₀, sabe-se que

$$y_i = \frac{q}{24 EJ} (x_i^4 - 4 L x_i^3 + 6 L^2 x_i^2)$$

No caso em estudo, tem-se

q / (24 EJ) = 0,300 / 24.449,190 ≈ 0,027828 . 10⁻³ . m⁻³

L = 3,500 m , L² = 12,250 m²

e, portanto, sucessivamente:

Ordenadas y em milímetros

Pondo-se em m⁴:

η_i = x_i⁴ - 4Lx_i³ + 6L²x_i²,

resulta, em mm

y_i = 0,027828 η_i

i	A ₀	x _i m	x _i ² m ²	x _i ³ m ³	x _i ⁴ m ⁴	- 4Lx _i ³ m ⁴	6L ² x _i ² m ⁴	i m ⁴	y _A	y _N	Erro	
									Cálculo analítico	Cálculo numérico	y _A -y _N	Sy _A
0	A ₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	A ₁	0,5	0,25	0,125	0,0625	- 1,750	18,375	16,6875	0,46	0,51	- 0,05	10,8
2	A ₂	1,0	1,00	1,000	1,0000	- 14,000	73,500	60,5000	1,68	1,77	- 0,09	5,4
3	A ₃	1,5	2,25	3,375	5,0625	- 47,250	165,375	123,1875	3,43	3,55	- 0,12	3,5
4	A ₄	2,0	4,00	8,000	16,0000	-112,000	294,000	198,0000	5,51	5,66	- 0,15	2,7
5	A ₅	2,5	6,25	15,625	39,0625	-218,750	459,375	279,6375	7,78	7,96	- 0,18	2,3
6	A ₆	3,0	9,00	27,000	81,0000	-378,000	661,500	364,5000	10,14	10,34	- 0,20	2,0
7	A ₇	3,5	12,25	42,875	150,0625	-600,250	900,375	450,1875	12,53	12,74	- 0,21	1,7

5 - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

5.1 - As vigas contínuas sobre apoios fixos, podem ser estudadas, facilmente, considerando cada tramo como um dos casos particulares estudados no § 3.

5.2 - A relação fundamental (9) é também obtenível partindo-se da conhecida fórmula de Taylor.

Com efeito.

Dada a função

y = f(x),

definida e derivável $n - 1$ vezes no entorno do ponto x_i , pode-se, em geral, determinar um polinômio $P(x)$, do grau $n - 1$, tal que a diferença

$$f(x) - P(x)$$

seja um infinitésimo de ordem $\geq n$ para x tendendo a x_i . Basta, como se sabe, determinar uma parábola do grau $n - 1$ que tenha, com a curva

$$y = f(x)$$

no ponto

$$(x_i; y_i),$$

um contato de ordem $n - 1$.

Obtém-se, assim, (fórmula de Taylor)

$$f(x_i + h) = f(x_i) + \frac{h}{1!} f^{(1)}(x_i) + \frac{h^2}{2!} f^{(2)}(x_i) + \dots + \frac{h^n}{n!} \varphi(x) \quad (30)$$

$\varphi(x)$ tendendo para a derivada à direita ou à esquerda no ponto

$$(x_i; y_i),$$

quando h tende para zero positiva ou negativamente.

Tendo presente a (30), pode-se, então, escrever, sucessivamente

$$f(x_{i-1}) = y_{i-1} \approx y_i - \frac{h}{1!} \frac{dy_i}{dx} + \frac{h^2}{2!} \frac{d^2 y_i}{dx^2} \quad (31)$$

$$f(x_{i+1}) = y_{i+1} \approx y_i + \frac{h}{1!} \frac{dy_i}{dx} + \frac{h^2}{2!} \frac{d^2 y_i}{dx^2} \quad (32)$$

Finalmente, somando membro a membro (31) com (32), resulta

$$y_{i+1} + y_{i-1} \approx 2 y_i + h^2 \frac{d^2 y_i}{dx^2}$$

isto é

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} \approx \frac{y_{i+1} - 2 y_i + y_{i-1}}{h^2}$$

que coincide com a (9).

5.3 - Outro processo que permite demonstrar a relação fundamental (9), obtém-se através dos conceitos de diferenças finitas sucessivas de uma função.

Sabe-se, com efeito, que, sendo

$$y = f(x)$$

uma função da qual são conhecidos $n + 1$ valores

$$y_0, y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$$

correspondentes aos $n + 1$ valores do argumento

$$\begin{aligned} x_0 \\ x_1 &= x_0 + h \\ x_2 &= x_1 + h = x_0 + 2h \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ x_i &= x_{i-1} + h = x_0 + ih \\ &\dots\dots\dots \\ x_n &= x_{n-1} + h = x_0 + nh \end{aligned}$$

denomina-se diferença da função no ponto

$$P_i (x_i; y_i),$$

a diferença algébrica dos valores da função nos pontos P_i e P_{i-1} , isto é

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1} \quad (33)$$

Analogamente se define a diferença de segunda ordem da função

$$y = f(x)$$

no ponto P_i

$$\Delta^2 y_i = \Delta y_{i+1} - \Delta y_i \quad (34)$$

conceituando-se, em geral, a diferença de ordem m no ponto P_i pela relação

$$\Delta^m y_i = \Delta^{m-1} y_{i+1} - \Delta^{m-1} y_i \quad (35)$$

e, por indução

$$\Delta^m y_i = y_{i+m/2} - \binom{m}{1} y_{i+m/2-1} + \binom{m}{2} y_{i+m/2-2} - \dots + (-1) \binom{m}{m} y_{i-m/2} \quad (36)$$

Sabe-se, outrossim, que a derivada de ordem m , em

$$P_i (x_i; y_i),$$

suposta determinada e finita, é o limite do quociente da diferença de ordem m da função em P_i pela potência de expoente m de h , quando este parâmetro tende para zero.

Pode-se, portanto, escrever

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} \approx \frac{\Delta^2 y_i}{h^2} \quad (37)$$

Ora, de (33) e (34), ou de (36) para $m = 2$, conclui-se

$$\Delta^2 y_i = y_{i+1} - 2 y_i + y_{i-1} \quad (38)$$

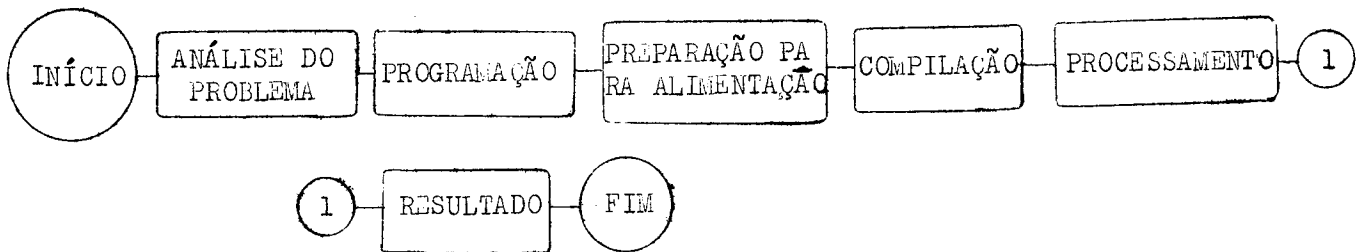
Conseqüentemente, substituindo em (37) segundo (38), obtém-se

$$\frac{d^2 y_i}{dx^2} \approx \frac{y_{i+1} - 2 y_i + y_{i-1}}{h^2}$$

que é, precisamente, a relação fundamental (9).

...o0o...

No tocante à solução de problemas em computadores eletrônicos com o uso de compiladores, podemos apresentar, sem maiores detalhes, o seguinte fluxo de trabalho.



Este fluxo é genérico e deveria ser analisado como tal. Entretanto, restringir-nos-emos ao emprego do sistema "UNICODE" e particularmente a este problema.

I - Análise do problema:

Estudo qualitativo e quantitativo do fenômeno, traduzindo em passos lógicos a solução do mesmo.

II - Programação: (Anexo 1)

A sequência de um programa exige o cumprimento de especificações próprias da linguagem aceita pelo compilador.

As principais características dessa linguagem serão descritas, sucintamente, de acordo com a ordem que figura no Anexo 1.

A sentença "UNICODE Δ PROGRAM Δ ." faz parte do bloco de identificação da fita magnética que contém o programa;

Sentença 1 - Reserva posições de memória para conterem as componentes dos Vetores V, D, Y, X, Y1, Y2, YA e R;

Sentença 2 - Indica o início do processamento;

Sentença 3 - Ordena que sejam lidos, de fitas magnéticas específicas, os valores das 31 e 23 componentes dos vetores V e D, respectivamente. Valores êsses que devem constituir o que se chama: fita de dados (Anexo 2).

sendo: $V_i \longrightarrow$ momentos fletores

$D_i \longrightarrow$ momentos de inércia;

Sentenças (4-8) - Definem numericamente as constantes do 1º exemplo;

Sentença 8 - Anula as ordenadas extremas do tramo $\overline{AB}$;

Sentença 9 - Prepara um acumulador para:

$$\sum_{i=1}^{n-1} (n-i)m_i;$$

Sentenças (10-12) - Definem numericamente as constantes do 2º exemplo;

Sentença 13 - Anula a ordenada em A_0 (segundo exemplo)

Sentenças (14-22) - Definem numéricamente as constantes do 3º exemplo;

Sentenças (23-29) - Comandos relativos à resolução do 1º exemplo;

Sentenças (30-34) - Comandos relativos à resolução do 2º exemplo;

Sentenças (35-42) - Comandos relativos à resolução do 3º exemplo;

Sentenças (43-57) - Comandam impressões de títulos e resultados;

Sentença 58 - Indicativa do término do processamento

III - Preparação para alimentação:

No sistema "UNICODE" temos três variações de alimentação: Fita de papel (Flexowriter), Fita magnética (Unityper) e cartão perfurado.

Este programa foi alimentado em fita de papel .

IV - Compilação:

Através do compilador, a linguagem específica é traduzida em código de máquina. (Anexo 3).

V - Processamento:

Os cálculos propostos por este programa foram realizados em 18 segundos, inclusive o tempo de alimentação do programa compilado e fita de dados.

Obs.: As três últimas fases são controladas externamente pelos operadores, através de procedimentos específicos do sistema.

VI - Resultados:

Seguem no Anexo 4.

Obs.: $N E - \alpha = \frac{N}{10^\alpha}$

Exemplo: $0.5 E - 3 = \frac{0.5}{10^3} = 0.0005$

Agradecemos a todos que colaboraram no planejamento e na execução deste trabalho.

..oOo...

PROGRAMAÇÃO

unicode program .

```

1  dimension v'31', d'23', y'16', x'31', y1'6', y2'8', ya'8',
   r'8' .
2  start .
3  read v, d .
4  h_1 .
5  e_2 .
6  n_10 .
7  y'0' 0 .
8  y'10' 0 .
9  s_0 .
10 tg_2.050 .
11 el_2.5 .
12 hl_0.80 .
13 yl'0' 0 .
14 h2_0.50 .
15 e2_21 .
16 gi_0.02139 .
17 y2'0' 0 .
18 el_3.500 .
19 q_0.300 .
20 g11_e2Xgi .
21 el2_el^2 .
22 f_q'24Xgil' .
23 vary i 0'1'16 sentence 24 .
24 x'i' v'i'Xh^2/'eXd'i' .
25 vary z 0'1'10 with i 0'1'10 sentence 26 .
26 s_n z'Xx'i'+s .
27 y'1' 1/n'X'y'10'+n_1'Xy'0'+s' .
28 vary i 2'1'15 sentence 29 .
29 y'i' 2Xy'i_1' y'i_2' x'i_1' .
30 vary i 17'1'22 sentence 31 .
31 x'i' v'i'Xh1^2/'elXd'i' .
32 yl'1' yl'0' :x'17'/2'+hlXtg .
33 vary i 19'1'22 with k 2'1'5 sentence 34 .
34 yl'k' 2Xyl'k_1' yl'k_2' x'i_1' .
35 vary i 23'1'30 sentence 36 .
36 x'i' v'i'Xh2^2/gil .
37 y2'1' y2'0' :x'23'/2' .
38 vary i 25'1'30 with k 2'1'7 sentence 39 .
39 y2'k' 2Xy2'k_1' y2'k_2' x'i_1' .
40 vary xi 0'0.5'3.6 with i 0'1'7 sentences 41 thru 42 .
41 ya'i' fX'xi^4 :4XelXxi^3+'6Xel2Xxi^2' .
42 r'i' ya'i' y2'i' .
43 print integracao numerica da equacao diferencial da elastica .
44 print exemplo 1 .
45 vary k 0'1'15 sentence 46 .
46 type y'k' .
47 print exemplo 2 .
48 vary k 0'1'5 sentence 49 .
49 type yl'k' .
50 print exemplo 3 .
51 vary k 0'1'7 sentence 52 .
52 type y2'k' .
53 vary k 0'1'7 sentence 54 .
54 type ya'k' .
55 vary k 0'1'7 sentence 56 .
56 type r'k' .
57 print prog. o. santos .
58 stop .
zzzzzz end of tape .

```

FITA DE DADOS

zzzzzzzzzzzz input data
tape 2 v, d check 2
end

zzzzzzzzzzzz data tape

zzzzzzzzzzzz v start
0 5.8 7.9 7.5 4.0 1.9 11.0 23.8 40.0 59.0 80.0
80.0 45.0 26.0 13.5 5.1 0 55.10 34.20 22.80 14.0
-6.75 0 -1.838 -1.350 -0.938 -0.600 -0.338 -0.150 -0.038 0

zzzzzzzzzzzz d start
4.8 5.0 6.0 7.45 9.6 12.5 16.2 20.75 25.8 32.0 38.0 38.0 21.9
12.25 6.65 3.1 1.6 32.5 21.75 13.6 7.75 3.85 2.0

zzzzzzzzzzzz end of data

PROGRAM NOW ON TAPE 5.

PUT 1500 FT. TAPES ON S. 3 AND 4.

PASS I. TRANSLATION __ ERROR DETECTION AND WARNINGS

MOUNT UNICODE LIBRARY ON SERVO 2. IF NO LIBRARY IS REQUIRED SET A NOT = 0.

START.

PASS II. GENERATION OF COMPUTER CODE

END OF GENERATION. TO INTERRUPT COMPILATION SET A NOT = 0. START.

PASS III. ALLOCATION OF STORAGE.

PASS IV. PROCESSING AND ADDRESS MODIFICATION.

COMPUTER CODING PRODUCED ON TAPE 3.

IF PROGRAM LISTING IS NOT DESIRED, SET A NOT = 0. START.

COMPILE COMPLETED.

(ANEXO 4)

INDEX OK TAPES LISTED ARE 2 .

INTEGRACAO NUMERICA DA EQUACAO DIFERENCIAL DA ELASTICA .

EXEMPLO 1 .

$Y'0' = 0$
 $Y'1' = 0.932938739$
 $Y'2' = 1.28587748$
 $Y'3' = 0.980482891$
 $Y'4' = 0.171732597$
 $Y'5' = 0.845351032$
 $Y'6' = -1.78643466$
 $Y'7' = -2.38801211$
 $Y'8' = -2.41609561$
 $Y'9' = -1.66898532$
 $Y'10' = -2.98023223$ e 8
 $Y'11' = 2.72161683$
 $Y'12' = 6.49586528$
 $Y'13' = 11.2975109$
 $Y'14' = 17.1603810$
 $Y'15' = 24.0382888$

EXEMPLO 2 .

$Y1'0' = 0$
 $Y1'1' = 1.85700923$
 $Y1'2' = 4.11655640$
 $Y1'3' = 6.80528002$
 $Y1'4' = 9.95645523$
 $Y1'5' = 13.5564616$

EXEMPLO 3 .

$Y2'0' = 0$
 $Y2'1' = 0.511476226$
 $Y2'2' = 1.77430491$
 $Y2'3' = 3.55918443$
 $Y2'4' = 5.67799836$
 $Y2'5' = 7.98492866$
 $Y2'6' = 10.3753426$
 $Y2'7' = 12.7869057$
 $YA'0' = 0$
 $YA'1' = 0.464377563$
 $YA'2' = 1.68358607$
 $YA'3' = 3.42804560$
 $YA'4' = 5.50991803$
 $YA'5' = 7.78310710$
 $YA'6' = 10.1432582$
 $YA'7' = 12.5277587$
 $R'0' = 0$
 $R'1' = 4.70986628$ e 2
 $R'2' = -9.07188355$ e -2
 $R'3' = -0.131138831$
 $R'4' = -0.168080329$
 $R'5' = -0.201821565$
 $R'6' = -0.232084393$
 $R'7' = -0.259147047$
 PROG. O. SANTOS .
 END OF RUN

TO REWIND I/O TAPES SET SERVO NO IN A HIT START

CÁLCULO DE UM LEITO DE FUSÃO NUM CUBILÔ

Major Natalino Folegatti
Eng. Metalurgista
Diretoria de Fabricação e
Recuperação do Exército.

A - Introdução:

Na técnica de fundição de ferro fundido, as propriedades de uma peça fundida vão depender da sua composição química e estrutura.

Assim, a composição vai ser determinada pela matéria utilizada e pelas adições feitas com ferros-ligas.

As matérias-primas típicas para o ferro fundido apresentam com posições variadas e o quadro abaixo dá aproximadamente as variações dos teores dos elementos que nelas figuram.

Matéria prima		Carbono C %	Silício Si %	Manganês Mn %	Fósforo P %	Enxofre S %
Guza para fundição		1.25-4.00	1.25-4.00	0.25-1.25	0.02-1.5	0.05(max)
Sucata de Ferro		2.50-3.50	1.80-2.50	0.40-0.70	0.10-0.30	0.01-0.10
Fund e Retorno						
Sucata de aço		0.30-0.60	0.10-0.30	0.60-0.80	0.01-0.05	0.01-0.05
Ferros-ligas	Fe Si	-	50-90	-	-	-
	Fe Mn	-	-	75-85	-	-

A fundição de uma peça vai impor uma composição química determinada, dentro de certos limites, e em consequência deverá ser selecionada a matéria-prima que irá constituir a carga metálica do cubilô. (Perdas mais ou menos acentuadas, provocadas por fatores inerentes ao próprio forno) e a imposição de não ultrapassar em 20% o uso de sucata de aço.

No caso, as equações práticas de condição, sempre indeterminadas, seriam para 100 quilos de carga:

$$a G + b S + c R = 100 C$$

$$a_1 G + b_1 S + c_1 R = 100 Si$$

$$a_2 G + b_2 S + c_2 R = 100 Mn$$

- 1) a, b, c, teor de carbono no guza, sucata e retorno respectivamente.

- 2) a_1, b_1, c_1 - idem quanto ao teor de Silício.
- 3) a_2, b_2, c_2 - idem quanto ao teor de Manganês.
- 4) G, S e R quantidades em quilos do guza, sucata e retôrno na carga metálica ($G + S + R = 100$).
- 5) G, Si, Mn, teores de carbono, silício e manganês desejados no produto obtido.

Os dados para a solução do problema serão evidentemente os coeficientes ($a_1, a_2, \dots, b_1, b_2, \dots, c_1, c_2, \dots$) na fita de dados e as incógnitas G (1 a 100), S (1 a 20) e R (1 a 100). Os termos de fechamento C, Si e Mn irão selecionar as soluções aceitáveis.

O problema básico a seguir, entregue ao computador, consiste numa minimização, isto é, achar a solução que torna o custo menor possível para o quilo de ferro fundido

$$pG + p_1S + p_2R = P$$

onde p, p_1 e p_2 - preço por quilo, do guza sucata e retôrno respectivamente

P = preço do produto

Calculando um preço para cada combinação dos valores dos parâmetros, é ela comparada com o menor valor encontrado para combinações anteriormente examinadas. Se o último valor fôr menor que o então encontrado, aquele deverá substituir este na memória da máquina. Neste caso, os valores dos parâmetros da última combinação examinada deverão também substituir os valores correspondentes anteriormente guardados na memória.

Caso o último valor não fôr menor que o anteriormente encontrado, nada será alterado nos valores registrados, e a máquina passa para a combinação seguinte.

Foi estabelecido o valor inicial para o preço de custo, que seja superior evidentemente a pelo menos um dos valores a examinar. Na primeira combinação de valores dos parâmetros examinados, o valor encontrado substituirá o valor inicial, dado propositadamente alto.

A seguir será representado um exemplo simples, demonstrando a utilização da programação automática "UNICODE", de acordo com os conhecimentos adquiridos pelo autor no curso promovido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em julho de 1962.

B - Exemplo:

Seja calcular o leito de fusão de um cubilô para a seguinte situação:

	Material	C %	Si %	Mn %	P %	S %
Carga Metálica	Guza	3.00	2.25	0.30	0.20	0.02
	Sucata de aço	0.50	0.35	0.75	0.075	0.10
	Retorno	3.50	1.95	0.40	.01	0.01
	Fe-Si	-	45	-	-	-
	Fe-Mn	-	-	75	-	-
Produtos	Ferro fundido	3.00	1.80	0.55	< 0.2	< 0.15
	esperado	a 3.30	a 2.30	a 0.65		

a) O preço do material pode ser considerado segundo o quadro :

MATERIAL	PREÇO/quilo
Guza	Cr\$ 40,00
Sucata de aço	Cr\$ 20,00
Retorno	Cr\$ 30,00
Fe-Si	Cr\$ 50,00
Fe-Mn	Cr\$ 50,00

c) Quais as quantidades a utilizar de cada material, de modo a não ultrapassar em 20% o uso da sucata de aço, e obter uma composição entre os limites desejados com um preço de custo mínimo.

Observação:

Para este caso particular, basta fazer o cálculo para o ajuste do carbono (C); o silício (Si) e o manganês (Mn) serão corrigidos com ligas de adição; e o fósforo (P) e o enxofre (S) não são considerados por se apresentarem apenas como traços nos materiais utilizados.

Fórmulas a empregar

$$3.00 G + 0.50 S + 3.50 R = 100 C$$

$$2.25 G + 0.35 S + 1.95 R = 100 Si$$

$$0.30 G + 0.75 S + 0.40 R = 100 Mn$$

$$G + S + R = 100$$

Condições: C 3.00 a 3.30

Si 2,3

Mn 0,6

Preço de custo: (PF)

$$PF = 40 G + 20 S + 30 R + 50 ASI + 50 AMN.$$

onde;

ASI - acréscimo de silício para correção do mesmo.

AMN - acréscimo de manganês para correção do mesmo.

PROGRAMAÇÃO

unicode program .

```

1      dimension c'21,5,21' .
2      start .
2.5    print calculo de um leito de fusao num cubilo .
2.6    s2_999999 .
2.7    gl=0 .
2.8    sl=0 .
2.9    rl=0 .
2.91   asil=0 .
2.92   amnl=0 .
3      vary g 0'5'100 with i 0'1'21 sentences 4 thru 19 .
4      vary s 0'5'20 with j 0'1'5 sentences 5 thru 19 .
5      vary r 0'5'100 with k 0'1'21 sentences 6 thru 19 .
6      h g+s+r .
7      if h not 100 jump to sentence 19 .
8      c'i,j,k'0.01X'3.0Xg+0.5Xs+3.5Xr' .
9      if c'i,j,k'L3 jump to sentence 19 .
10     if c'i,j,k'G3.3 jump to sentence 19 .
12     si 0.01X'2.25Xg+0.35Xs+1.95Xr' .
13     asi '2.3 si'/0.45 .
14     nm 0.01X'0.30Xg+0.75Xs+0.4Xr' .
15     amn '0.6 nm'/0.75 .
16     pf 40Xg+20Xs+30Xr+50Xasi+50Xamn .
16.5   z pf .
17     compute cmy'z' .
18     type gl, sl, rl, asil, amnl, c'i,j,k' .
19     m 0 .
19.5   print prog. maj. n. folegatti .
20     stop .
21     cmy'z' .
22     if zGs2 jump to sentence 29 .
23     s2 z .
24     gl=g .
25     sl=s .
26     rl=r .
27     asil=asi .
28     amnl=amn .
29     exit .
zzzzzz end of tape .

```

O COMPUTADOR E SUAS EQUIPES

Raymund Vasconcellos da Silva

Esclarecimento inicial

Muitos dos que nos dão o prazer de sua visita não se satisfazem com explicações ligeiras ou muito superficiais sobre a aparelhagem instalada. Muito nos prestigia e incentiva tal interesse. Porém, os técnicos não se podem afastar por muito tempo de suas tarefas, ou mesmo revezarem-se, de modo a poderem atender mais demorada e satisfatoriamente os visitantes. Procuraremos, por isso, abordar aqui de modo mais amplo, embora procurando evitar detalhes técnicos mais complicados, certos pontos de funcionamento do computador, da feitura de programas, da operação da máquina e, também, algo sobre a sua manutenção e utilização, demorando-nos mais na explicação dos assuntos sobre os quais tem surgido maior número de perguntas.

Por outro lado, parece-nos de bom alvitre procurar dar, à medida que considerarmos necessária, uma idéia, à guisa de definição, de certos termos e procedimentos que mencionaremos nestas linhas, mesmo que tais explicações já tenham aparecido, até mesmo mais bem explanadas, em outras páginas ou em outros números deste Boletim. Assim, evitaremos, oxalá, que todo aquele que nos honre com sua atenção a este escrito, deixe de compreender o que escrevemos ou perca tempo a procurar aqui e ali o significado de algum termo por nós empregado.

Como já ficou dito, é nosso intento mostrar, numa visão geral, o que se relaciona com o nosso computador 1105, no tocante à programação, operação e manutenção. Os limites deste modesto artigo e a falibilidade de nossa memória obrigar-nos-ão, por vêres, a enganos e omissões para os quais rogamos desde logo a devida complascência do leitor.

Programação

O computador possui dispositivos onde podemos colocar informações, ordens e dados. Tais dispositivos constituem as memórias do computador, que são de dois tipos principais: memória de tambor magnético e memória de núcleos magnéticos. A memória de tambor magnético, por exemplo, é constituída por um cilindro (que gira com a velocidade de 1735 rpm) em cuja superfície podemos ter pontos onde há e pontos onde não há magnetização. A tais pontos chamamos bits. Os pontos magnetizados correspondem ao algarismo 1 (um); os não magnetizados ao algarismo 0 (zero).

Com os algarismos 0 e 1 podemos formar o sistema de numeração de base 2 (ou binário), que pode ser diretamente relacionado ao sistema de base 8 (ou octal), já que a cada algarismo octal podemos fazer corresponder 3 algarismos binários e vice-versa, obtendo transformação direta (sem fórmulas

matemáticas polinomiais) de binário para octal e de octal para binário.

Dêste modo, embora o computador execute o processamento em binário, nós podemos raciocinar quase sempre em octal. Assim:

000	em binário	corresponde a	0	em octal;
001	"	"	" 1 "	" ;
010	"	"	" 2 "	" ;
011	"	"	" 3 "	" ;
100	"	"	" 4 "	" ;
101	"	"	" 5 "	" ;
110	"	"	" 6 "	" ;
111	"	"	" 7 "	" .

Do mesmo modo 100 111 010 binário corresponde a 472 octal; 563 octal a 101 110 011 binário; etc.

Como exemplos de operações, temos:

5 x 5 = 25 (decimal)	1 + 1 = 10 (binário)
5 x 5 = 31 (octal)	6 + 2 = 10 (octal)
7 x 6 = 52 (octal)	17 + 5 = 3 (octal)
3,5 + 4,3 = 10 (octal)	15,32 + 4,36 = 3 (octal)

As memórias possuem locais - ou, como também os chamamos, endereços - que podem conter, cada um, 36 bits. Os 36 bits de um endereço formam uma palavra de computador. Uma palavra de computador tem, pois, $36 \div 3 = 12$ octos (12 algarismos octais).

As bancas de memória de núcleos magnéticos (core) podem conter, cada uma, 4096 palavras de computador. O tambor magnético (drum) está dividido em duas zonas, tendo cada uma 4 faixas. Em cada uma dessas faixas podemos ter 4096 palavras de 12 octos. O 1105 pode funcionar com até 3 bancas de núcleos magnéticos. Nós, no CPD, dispomos de duas. As duas bancas mais as oito faixas do tambor dão uma capacidade de memória de 40960 palavras de 36 bits. O tempo médio que o computador leva (tempo de acesso médio) para encontrar uma informação no "drum" é de 17 mili-segundos. O tempo de acesso no "core" é de 8 ~~mili~~ ^{micro}-segundos. É, pois, muitíssimo mais rápido o processamento executado no "core", pelo que, de um modo geral, empregamos a grande capacidade de armazenagem do "drum" para dados e resultados. Sabemos que 17 mili-segundos correspondem a 17000 micro-segundos e que $17000 \div 8 = 2125$. Então, o tempo que se perde para localizar uma informação no "drum" é, em média, suficiente para a localização de 2125 informações do "core".

A máquina realiza as suas funções por meio de instruções ou comandos (ordens) numéricos de 36 bits (ou 12 octos). Um conjunto de instruções que vão permitir à máquina resolver um certo problema (como: preparo de

contas de luz ou de cheques de pagamento, cálculos e projetos de aviões e foguetes, trabalhos de apuração censitária, controle de tráfego, introdução de dados nas memórias, simulação de batalhas, etc.) chama-se programa. O técnico que prepara o programa chama-se programador. Tais elementos (os programadores) formam a equipe de programação.

Transcreveremos, a seguir, um trecho de programa para ilustração.

23	31000	31000
56	00000	17672
11	32000	17667
11	31000	32000
47	17676	17675
11	17770	31000
16	31000	17767
55	31000	00025

O trecho acima apresentado (parte de um programa de duas mil e poucas linhas) está em linguagem de máquina, isto é, em octal. Ele não contém letras nem os algarismos 8 e 9. Não se faz necessária nenhuma tradução ou conversão para que um programa assim seja processado. O computador aceita o programa como está (palavras de 12 octos) e pode executar o que ele determina. As operações são indicadas por códigos de 2 octos. Assim, 23 indica uma subtração; 56, uma parada; 11, uma transferência; 47, uma verificação (se o registro acumulador contém ou não apenas bits zeros) e uma decisão lógica (se deve prosseguir com a instrução do endereço 17676 ou com a do endereço 17675); 16, uma transferência parcial; 55, um deslocamento dos algarismos de uma palavra de computador; e etc.

Estas operações possuem também códigos mnemônicos, como: RS, MS, TP, ZJ, TV, LQ (respectivamente correspondentes aos códigos numéricos apresentados acima).

Outro tipo de programa, seria:

155.0	,		TP	,	A	,	K+13,	\$
156.0	,		RPB	,	1000	,	OUT 1,	\$
157.0	,		TP	,	D	,	500,	\$
158.0	,	OUT 1,	RPU	,	1000	,	OUT 2,	\$
158.1	,		RS	,	500	,	XS3,	\$
158.3	,	OUT 2,	RPU	,	1000	,	MP, volta ao programa	\$
158.9	,		RA	,	500)B	,	CNST1,	\$
160.0	,		MJ	,		,	IPTC-8,	\$
162.0	,	XS3,	B	,	030303	,	030303,	\$
163.0	,	CNST1,	B	,	606060	,	606060,	\$

Este último trecho está apresentado em linguagem simbólica (USE Compiler) e deverá ser traduzido (compilado) para a linguagem de máquina antes que o computador possa executar as instruções programadas. É oportuno dizer que o próprio computador, por intermédio do Compiler Program, pode fazer essa tradução.

Outro tipo de linguagem simbólica, do qual damos um exemplo a seguir, é aquela utilizada para problemas matemáticos mais complexos, chamada linguagem Unicode.

```

1  DIMENSION G(26), P(26), X(26), V(26, 10).
2  START.
3  READ G, P.
4  VARY J 0(1)25 SENTENCES 5 THRU 7.
5  X(J) = (G(J)/P(J)) $' $  $\beta$  -1.
6  VARY K1 (1)10 WITH Z 1(1)10 SENTENCE 7.
```

Outra vez o próprio computador pode traduzir o trecho acima para linguagem de máquina, desta feita por meio do Unicode Program. Há outros tipos de linguagem simbólica ou, como também os chamamos, sistemas de codificação automática.

Uma só linha em linguagem simbólica pode produzir diversas linhas em linguagem de máquina. Por exemplo, a linha (em linguagem Compiler)

23.5 , , BCTB50 , INPAR , INPUT , \$
 produz mais de 300 linhas em linguagem de máquina. Ao programar em linguagem simbólica, podemos dar nomes às linhas e locais de memória, usando palavras (e etiquetas, siglas) como SALTE, PARE, SIGA, 1429HP, SOME, VOLTE, TESTAR, SOMA 1, SOMA 5, FITA 3, OUT 2, CNST 1 e outras que permitem que se acompanhe melhor a execução das instruções quando estamos lendo ou corrigindo um programa. Tais etiquetas (ou TAGS) constituem grupos de letras e números arrumados à vontade pelo programador, desde que não ultrapassem 6 caracteres, um dos quais, pelo menos, deve ser uma letra. Podemos, ainda, usar o sistema decimal escrevendo 25 em lugar de 31 (5x5), 42 em lugar de 52 (7x6), 8 em lugar de 10 (6+2), 1962 em lugar de 3652, etc. A linguagem simbólica, pois, facilita extraordinariamente a tarefa do programador, muito embora certos programas muito trabalhosos levem meses para serem codificados, mesmo quando se emprega a codificação automática.

Recapitulando, a equipe de programação estuda cada problema e faz a sua análise geral; divide-o em suas partes lógicas e prepara os vários sub-programas necessários às soluções dessas partes lógicas; reúne os sub-programas formando o programa geral; corrige e modifica programas defeituosos; en caminha à operação os programas para processamento.

Operação

Uma vez codificado o programa (em linguagem de máquina ou em

linguagem simbólica) é necessário introduzi-lo no computador. O programa pode ser preparado em fita magnética (plástica ou de metal) e em fita de papel. A preparação em fita magnética é feita, atualmente, de duas maneiras, a saber:

- 1) diretamente em fita magnética (com o auxílio da máquina Unityper), ou
- 2) inicialmente em cartões e depois em fita magnética (com o auxílio da perfuradora de cartões e da Card-to-Tape-Converter).

A máquina Unityper lembra uma máquina de escrever comum. Enquanto o programa é datilografado na Unityper, ela vai gravando em fita magnética os sinais correspondentes ao que está sendo batido em suas teclas.

No caso dos cartões, o programa é preparado numa máquina que os perfura de acordo com o que se bate em suas teclas. A pilha de cartões obtida vai para a Card-to-Tape-Converter que, como indica o seu nome, converte os códigos perfurados nos cartões para uma fita magnética.

O sistema Card-to-Magnetic-Tape-Converter (que ocupa uma de nossas salas) compreende 3 unidades: a unidade de cartões, a unidade de fita e a unidade eletrônica. Os cartões são colocados na unidade de cartões e uma fita magnética é montada na unidade de fita. A unidade de cartões "lê" cada cartão (240 cartões por minuto) e transfere as informações perfuradas para a unidade eletrônica que, por sua vez, faz a transferência para a unidade de fita. As perfurações de cada cartão vão produzir bits na fita magnética. A unidade eletrônica dispõe de um painel de fios onde se arma o programa que vai permitir que se obtenha, na fita, a distribuição de bits que for necessária a cada caso. O sistema de processamento eletrônico Univac Solid State 80 (USS-80), que virá complementar o 1105, também poderá produzir programas em fitas magnéticas a partir de cartões perfurados que são lidos com a velocidade de 450 unidades por minuto. É, naturalmente, indispensável conhecer a maneira de programar o painel de fios da Card-to-Tape para poder armá-lo e modificá-lo segundo as necessidades. Da mesma forma temos de dispor de programas que nos permitam usar o USS-80 como equipamento auxiliar de entrada para o 1105.

No caso da fita de papel, ela é preparada na máquina **Flexo-writer** que perfura em fita de papel o que se bate em suas teclas. Lembremos, também, que o próprio computador, por meio da High Speed Punch, pode produzir perfuração de códigos em fita de papel.

A unidade de fita magnética do computador chama-se Uniservo. A unidade leitora de fita de papel chama-se Paper Reader (Ferranti Paper Tape Reader).

Uma fita pode conter vários programas; um programa pode ter vários blocos: chamamos bloco a um conjunto de 120 palavras de 36 bits. Suponhamos que se tenha gravado numa fita magnética um programa de 100 blocos e, em seguida, mais um de 200 e outro com 250 blocos. O Uniservo pode re-enrolar a fita pa

ra que possamos "ler" o primeiro programa. Se quisermos ler o terceiro, teremos de, inicialmente, mover a fita para a frente 300 blocos ($100 + 200$). Após ler o terceiro programa, para voltarmos ao segundo podemos, por exemplo, voltar a fita para trás 450 ($250 + 200$) blocos.

Um bloco (que é dividido em 6 "blockettes") ocupa 720 linhas da fita magnética; a gravação em baixa densidade (LD) produz 128 linhas por polegada; em alta densidade (HD) obtemos 200 linhas por polegada. Como $720 + 128 = 5,625$ e $720 + 200 = 3,6$ podemos dizer, considerando que não haja espaço entre blockettes, que um bloco em LD mede 5,625 polegadas, e em HD mede 3,6 polegadas. Adicionando 2,4 polegadas para o espaço entre blocos teremos 8,025 (em LD) e 7 polegadas (em HD) para comprimento do bloco. Como $2400 \times 12 = 28800$ e, em números redondos, $28800 : 7 = 4114$ e $2880 + 8,025 = 3588$, diremos que em fita de 2400 pés podemos "escrever" 3588 blocos em LD e 4114 em HD. Esses números correspondem a 7004 e 10022 em octal. Geralmente usamos outras maneiras de dispor os blocos e blockettes pelo que, muitas vezes, temos menor número de blocos por fita.

O Uniservo (temos 10 no CPD, embora o 1105 comporte até 24) pode mover a fita para a frente ou para trás, re-enrolar a fita, ler para a frente ou para trás e escrever em duas densidades diferentes. A fita é movida com a velocidade de 100 polegadas por segundo. As magnetizações em uma fita podem estar fracas ou fortes e pode haver alguma magnetização indesejável (noise). Para remediar tais situações, podemos modificar a intensidade de leitura do Uniservo, lendo em ganho baixo, normal ou alto.

A Paper Tape Reader funciona por meio de células fotoelétricas (em ganho alto, normal ou baixo) que são excitadas pela luz que atravessa as perfurações de cada linha (frame) da fita de papel. Podemos ter até 7 bits em cada "frame". A Paper Tape Reader lê de 200 a 230 "frames" por minuto.

Por meio do Uniservo ou da Paper Tape Reader podemos introduzir programas nas memórias do computador (estejam eles em fita magnética ou de papel). Para tanto necessitamos de uma rotina de leitura. Estas e outras rotinas (que atendem a diversas finalidades) são programas que já devem estar armazenados nas memórias do computador antes de se iniciarem os trabalhos de operação. A armazenagem destas rotinas de serviço é feita de tal modo (em locais especiais do tambor - Dead Space - e em uma fita magnética) que nenhum dos endereços normais do tambor é usado, e apenas cerca de 120 endereços da memória de núcleos magnéticos são utilizados. Sobram, pois, mais de 40800 endereços disponíveis (36 bits em cada um).

O operador dispõe da mesa de contrôle principal e da mesa de controle auxiliar para manobrar o computador. A mesa de contrôle principal possui em seu painel diversos registros, como:

A, registro acumulador, utilizado pelo computador para somas, subtração, decisões lógicas, deslocamentos, etc;

Q, registro para quocientes, também usado para deslocamentos, etc;

X, registro intermediário, sendo envolvido em todas as instruções de máquina (comandos);

PAK, registro que controla os endereços usados pelo programa; e muitos outros.

Nem todos esses registros têm 36 bits; uns têm mais, outros menos. Na maioria dos casos, há um botão para cada bit do registro, correspondendo a cada bit a duas pequeninas lâmpadas colocadas uma sobre a outra. A inferior corresponde ao bit zero e a superior ao bit um. Há outro botão (clear) que, ao ser apertado, coloca para zero todos os bits do registro. O registro Q, por exemplo, tem 36 bits, 37 botões (36 para os bits e um para o clear) e 72 lâmpadas (36 para os zeros e 36 para os uns). Há, ainda, vários outros botões e chaves. Há também, diversos botões e chaves na mesa de controle auxiliar. Muitos botões e chaves especiais servem para testar a máquina e, por isso, só são usados pelos técnicos da equipe de manutenção. Manejando chaves e botões, o operador faz funcionar a rotina de Dead Space que necessitar, conseguindo assim introduzir um programa na máquina, retirar informações, modificar programas e uma infinidade de coisas diferentes.

A mesa de controle principal é provida, também, de um osciloscópio que mostra, em cada instante, o local de memória que está sendo usado pelo computador. Devido à velocidade da máquina, os pontos luminosos que representam os locais de memória formam figuras na tela do osciloscópio. Estas figuras são características para cada programa e, também, para certas condições de funcionamento da máquina. Então, ao examinar a tela do osciloscópio, um operador bastante experiente pode perceber quando há anomalias no processamento.

Como já foi dito, se o programa estiver em linguagem simbólica, deverá ser feita uma tradução para linguagem de máquina antes de introduzi-lo para processamento, já que o computador só processa programas em linguagem octal (que ele interpreta em binário).

Uma vez preparado, traduzido e introduzido um programa na máquina, podemos começar o processamento, que é feito em alta velocidade (High Speed). Damos, a seguir, alguns dados relativos ao processamento em alta velocidade.

Capacidade da unidade aritmética: 1 368 636 somas ou subtrações por minuto;

240 000 multiplicações por minuto; 120 000 divisões por minuto

150 000 decisões lógicas por minuto.

Velocidade de soma e subtração: 1900 números de 11 algarismos

por segundo.

Velocidade de comparação: 2 396 números de 11 algarismos por segundo.

Os dados acima são especificações dadas pelos fabricantes do computador.

Um programa pode permitir ao computador realizar tarefas extensas e complicadíssimas em tempo extraordinariamente breve. No primeiro número deste boletim o Prof. Alfredo Marques explica que "as Divisões de Raios Cósmicos e de Emulsões Nucleares do Departamento de Física Experimental e o Departamento de Física Teórica do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas se têm utilizado do 1105 para problemas de cálculo numérico de complexidade e extensão incriveis, se solucionados sem computador. Um desses problemas (cálculo da contribuição de certos processos a um dos possíveis modos de interação de partículas elementares -mesons K e nucleons) após elaborações e manipulações algébricas de fórmulas bastante complicadas, foi reduzido ao cálculo de doze integrais triplas entre os limites zero e um do intervalo de variação das variáveis de integração". "Assim", prossegue o Prof. Alfredo Marques em seu artigo, "tendo em conta que os integrandos das doze integrais contêm muitas partes comuns, estimamos, num cálculo otimista que um calculista experiente, trabalhando oito horas por dia, levaria entre cinco a dez anos para realizar a tarefa. O programa tomou cerca de cinco horas no computador 1105".

Como outro exemplo, temos o programa que apurou o município de Mimoso do Sul (mais de 33 000 habitantes, oito tabelas com 3 186 cruzamentos) em 43 segundos.

Terminado o processamento, é preciso retirar os resultados. A unidade de saída High Speed Punch, já mencionada, perfura fita de papel (60 frames por segundo); os resultados podem ser escritos em fita magnética por meio dos uniservos; uma flexowriter on-line (comandada pelo computador) pode imprimir os resultados em papel (10 caracteres por segundo); a fita de papel perfurada pela High Speed Punch pode ser "lida" por uma Flexowriter que trabalha off-line, isto é, sem estar ligada ao computador; o USS-80, funcionando como equipamento de saída, pode, por meio da High Speed Printer, fazer a impressão em papel dos resultados obtidos na fita magnética produzida pelo Uniservo do 1105 - a High Speed Printer pode imprimir 600 linhas (de 130 caracteres) por minuto (1300 caracteres por segundo).

Pelo exposto, vemos que em processamento eletrônico o que mais demora é a preparação dos programas. Ainda relativamente demorada é a retirada dos resultados. Já o processamento propriamente dito muitas vezes é feito em um piscar de olhos.

Em resumo, a equipe de operação opera todo o equipamento convertendo os programas manuscritos para fita de papel, cartões, ou fita magnética.

tica (conforme as conveniências e necessidades); faz traduções (compilações) para linguagem de máquina, se necessário; introduz e faz processar os programas na máquina; retira resultados que encaminha à programação; arquiva as fitas; recorre à equipe de manutenção em caso de defeitos apresentados pelo computador.

Manutenção

A energia que recebemos não é utilizada diretamente para fazer funcionar o computador. Ela é utilizada para fazer funcionar geradores que, por sua vez, suprem energia para o computador que, assim, a recebe trabalhada e transformada de acordo com as suas necessidades. Ainda assim, ocorrem variações que provocam o aparecimento de "trouble" (defeito). Tais defeitos, naturalmente, também são devidos a desgaste de peças do computador. A equipe de manutenção tem que conhecer todos os vários circuitos do computador para poder sanar tais defeitos. Se um pulso elétrico, segundo mostra um diagrama de circuitos (a equipe de manutenção tem vários livros de diagramas de circuitos), deve percorrer certo caminho para alcançar determinado ponto e, ainda, se há defeito nesse circuito, é preciso imaginar que o caminho não foi percorrido como devia e verificar o que sucederia neste caso para descobrir o que há de errado no circuito considerado e localizar qual chassis, entre os inúmeros do computador, precisa ser substituído.

As válvulas (cerca de 8 500), os transformadores, as resistências, os condensadores e mil e uma outras peças do computador precisam ser testados periodicamente para que se preveja o "trouble" antes mesmo que ele ocorra. Chama-se a isto manutenção preventiva. Há programas (fita mestra da manutenção) que auxiliam a localizar um bom número de defeitos da máquina. Quando, durante a utilização do computador pela equipe de operação, ocorre "trouble", é necessário fazer a manutenção de emergência. Os técnicos de manutenção devem localizar e reparar os defeitos tão rapidamente quanto seja possível, para devolver o computador à operação.

O computador deve funcionar em condições de temperatura e umidade do ar especiais. Não havendo tais condições, a máquina pára e dá uma indicação luminosa. Neste caso, o funcionamento do sistema de refrigeração deve ser verificado pelos técnicos de manutenção.

A Manutenção controla e substitui as peças do computador, dispondo de um Almoxarifado onde se guardam fitas e demais pertences da máquina.

Os chassis são testados fora do computador em um aparelho especial chamado Chassis Tester que simula todas as condições de funcionamento a que está sujeito um chassis quando no computador, de modo a permitir uma verificação completa das partes componentes de cada chassis.

Há, também, outros aparelhos como: Card-Tester, Osciloscópios,

Tube-Tester, etc. Naturalmente, os reparos que se fizeram necessários nesses aparelhos e nas máquinas Unitypers, Flexowriters, Card-to-Tape-Converters, Uniservos, geradores de força, etc., também são de responsabilidade dos técnicos de manutenção. É evidente que a manutenção do USS-80 também irá exigir a atenção de técnicos especializados.

Em linhas muito gerais, diríamos que cabe à equipe de manutenção prevenir e eliminar as "dores de cabeça" que possa sentir o cérebro eletrônico.

Considerações finais

Acreditamos, que, por tudo o que ficou dito, já se possam perceber as múltiplas e difíceis tarefas que cabem às equipes de programação, operação e manutenção. Eis porque se vai formando uma atmosfera e mentalidade nas quais os técnicos, a cada instante, nutrem um respeito mais profundo e uma crescente admiração uns pelos outros e de todos pela máquina, considerando importantíssimo todo e qualquer elemento do sistema, e procurando cada um aperfeiçoar-se cada vez mais para mais ainda fazer jus ao valor e à confiança que lhe atribui cada um de seus colegas. Não poderíamos deixar de frisar, outrossim, que um perfeito entrosamento dessas três equipes é indispensável para a realização eficiente dos trabalhos. Um computador do porte do Univac Scientific 1105 sempre tem muito que nos ensinar. Tempo, prática, dedicação especial, vontade de acertar e melhorar sempre, espírito de equipe, remuneração adequada, observação, atenção e estudo constantes, intercâmbio de idéias, sugestões e conhecimentos entre todos os elementos do sistema, são alguns dos fatores capazes de contribuir poderosamente para que se possa tirar cada vez maiores proveitos e alcançar um rendimento realmente elevado dessa maravilha de engenho humano que é o Computador Eletrônico Univac 1105 do Centro de Processamento de Dados do IBGE.

...oOo...

NOTES & COMMUNICATIONS

"PRINT OUT"

Julian Goodpasture

Podem ser vantajosos os resultados impressos com Títulos de Relatórios, Cabeçalhos de Linha e de Coluna, para descrever dados apresentados e para prevenir confusão com outras listagens. Descreverei um método de preparação de fitas magnéticas para a "High Speed Printer" que é particularmente apropriada para o USE Compiler, e dará ao programador considerável flexibilidade, enquanto exige um mínimo de requisitos.

No repertório das instruções de Contrôlo USE, temos a operação "RESERV, u, v", onde (u) é o número de "Execution Locations" e (v) é o número de "Storage Locations" a serem reservadas. Se considerarmos uma página impressa como sendo uma quadra de números que representam os enderços da memória, que chamaremos de "Print Image", precisaremos somente escrever " , RESERV, u, v, "para reservar este espaço. Se um TAG for fornecido, será igualado à primeira locação da imagem (Print Image).

$u = v = 20$ vezes o número de linhas ou colunas, incluindo cabeçalhos e totais a serem impressos na página (20 palavras por bloquete, um bloquete por linha). O número ou tamanho das colunas não modifica os requisitos da imagem, os quais são necessariamente restritos aos 120 caracteres que se podem imprimir dentro das 130 barras de impressão, com 18 Posições de Supressão de Zeros possíveis. É óbvio que não é necessário escrever-se u a menos que seja preciso reservar locações do núcleo. Normalmente, a imagem seria lida para as locações do núcleo ocupadas por partes de seu programa que já não fossem necessárias (Caso em que é importante lembrar que um "restart" pode exigir uma realimentação do programa).

No exemplo da figura 1, temos três linhas para cabeçalhos, dez grupos de cinco linhas cada no miolo do relatório, e uma linha para totais, perfazendo 1080 locações necessárias. Se (R) fosse o TAG para a linha RESERV, então as locações seriam referidas de (R) até (R + 1079), como ilustrado.

A imagem poderia ser constituída de:

- 1 - Colunas de cabeçalho de 12, 18 ou 24 caracteres.
- 1 a 18 colunas de 6 caracteres
- 1 a 9 colunas de 12 caracteres

Esta variação de Formato seria controlada por comutadores das unidades de Supressão de Zeros controladas pelo painel, e por variações no programa. Seria necessário que o programador informasse ao operador da HSP quanto à disposição dos comutadores do painel, para o controle da supressão dos zeros, e aos requisitos para a FITA DE CONTRÔLE DO CARRO, para determinar o espaçamento. (Também se podem inserir espaços escrevendo uma linha de símbolos IGNORE).

Na ocasião em que seu programa fôr introduzido na memória, V, de verá também introduzir na "Storage Image" o nome do relatório, cabeçalho de linha e coluna, o número exigido de símbolos de IGNORE e zeros em tôdas as locações de informação - Se não fôr usada toda a extensão das colunas, as locações não devem ser preenchidas com símbolos de IGNORE.

A "Print Image" é estabelecida no núcleo, ou restabelecida por:

```
, , RPB, n , w , $
, , TP, R)S, R)E, $
```

onde R é o tag RESERV, R)S o primeiro endereço da memória, R)E o "Executive Address" e w a instrução seguinte.

Podem-se fazer disponíveis duas sub-rotinas:

- (1) Conversão de "WORD BINARY" para "2 WORD XS-3" (12 caracteres)
- (2) Conversão de "HALF WORD BINARY" para "1 WORD XS-3" (6 caracteres)

Este método permitiria o uso de somente uma destas duas sub-rotinas "in line" em um dado programa. Entretanto, tôdas as sub-rotinas Standarddo USE poderiam ser usadas da maneira normal. As sub-rotinas "in line" seriam chamadas por:

```
, , IP, u', v',
```

onde (u') é o endereço de origem e (v') é o endereço de destino. No caso de XS-3 de duas palavras, o endereço de destino seria o primeiro das duas. No caso de XS-3 de uma palavra, a rotina daria um alarme se qualquer um dos 18 bits superiores do endereço de origem fôsem não nulos.

Também seria possível converter todos de um só tipo, depois transferir um bloco a segunda sub-rotina para o lugar da primeira e então continuar com a conversão.

Componentes de um programa típico:

```
, , SUB, NAME, TAB, READ, TAPE $
TALLY
ROUTINE
, , EF, , STOP, STOP ON END OF FILE $
,R, RESERV, u, v , PRINT IMAGE $
, , RPB, n, w , PRINT IMAGE $
, , TP, R)S , R)E , RESET $
,w, IP, , I1 , $
, , IP, , I2 , CONVERT PRINT $
, , IP, , I3 , OUT TO XS-3 $
, , IP, , I4 , $
, , IP, , I5 , $
: :
: :
```

,	,	IP,	n,	In		\$
,	,	SUB,	NAME,	TAG ,	OUT PUT	\$
,	,	MS,	,	,	STOP	\$

Variações: Se as necessidades de impressão passarem de um só modelo, em número de colunas, de linhas ou de ambas: diversas "Storage Images" podem ser reservadas para uso em uma única "Execution Image".

Se o número de Imagens requerido tornar-se excessivo, ou a capacidade de memória tornar-se crítica, a "Execution Image" pode ser restabelecida a partir da fita magnética.

O método acima permite ampla variedade de impressos com o uso de um painel de controle de HSP único, permanentemente preparado.

Não exclui este método o uso de nenhum dos símbolos de controle de HSP que podem ser inseridos nas linhas de espaçamento ou nas colunas não usadas.

...oOo...

CENTRO DE COMPUTADORES DA EUROPA

LONDRES (B.N.S.) - O primeiro grande centro de computadores da Europa, a ser empregado exclusivamente em operações de seguros, foi inaugurado recentemente na Inglaterra. Criado por um grupo de companhias, o centro dá vencimento a cinco milhões de apólices de seguro em apenas quatro dias, além de fazer cêrca de 40 mil transações em dinheiro diariamente. Ademais, emenda, ainda diariamente, 5 mil apólices e imprime 2 mil novos contratos.

O coração do sistema é um computador que se encontra ligado a uma rede nacional de escritórios. As informações são fornecidas ao computador por intermédio de um sistema de fita perfurada, cujos sinais são transmitidos através das linhas telefônicas comuns. Engenheiros da companhia vêm fazendo extensos estudos a respeito do sistema e chegam à conclusão que o mesmo é virtualmente à prova de enganos. Uma datilógrafa, em qualquer filial das companhias, bate uma mensagem simples, contendo números em código, que são automaticamente perfurados em fita.

A fita é acumulada com as outras transações do dia. Em seguida, são transmitidas eletronicamente para o computador por intermédio de uma chamada telefônica pré-programada. Cinquenta filiais dessas companhias trabalham com o sistema. O computador tem uma "memória" básica de 48.000 caracteres, mas pode armazenar até 240.000.

A impressão das apólices é feita através de um aperfeiçoamento britânico do sistema de xerografia, ou seja, a cópia eletrônica a seco. Emprega dois tubos de raios catódicos, da mesma maneira que os sistemas de televisão, os quais transmitem a informação por meio de um feixe de luz ao sistema eletrônico de impressão. Tem uma capacidade de 4.700 caracteres por segundo, o que equivale ao trabalho de 600 datilógrafas batendo 94 palavras por minuto durante um dia inteiro de trabalho. É também o aparelho mais rápido até agora em serviço com qualquer computador comercial.

Um funcionário das companhias disse que o grupo realizava dois terços dos seus negócios fora da Inglaterra, cobrindo praticamente todos os países do mundo, com a exceção do Bloco Soviético. Eventualmente, o computador será capaz, em caso de necessidade, de realizar operações em grande número de línguas diferentes, inclusive o árabe, o chinês, e outros idiomas conhecidos por sua dificuldade.

...oOo...

GRUPO EXECUTIVO DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA

Está sendo estudado, pelo Conselho de Ministros, o anteprojeto de lei sobre a criação do GEIEL - Grupo Executivo da Indústria Eletrônica. Transcreve-se, em seguida, esse anteprojeto, elaborado pela fundação Santos Dumont, de São Paulo.

"Art. 1º - Fica criado o Grupo Executivo da Indústria Eletrônica- (GEIEL), diretamente subordinado à presidência da República, a fim de dar execução às diretrizes básicas, enunciadas no presente Decreto, para incentivar a indústria eletrônica nacional.

Art. 2º - O GEIEL é constituído de:

- a) presidente, de livre escolha do presidente da República;
- b) diretor-executivo da Superintendência da Moeda e do Crédito;
- c) diretor superintendente do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico;
- d) diretor da Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil S/A.;
- e) diretor da Carteira de Câmbio do Banco do Brasil S/A;
- f) presidente do Conselho de Política Aduaneira;
- g) representante do Estado Maior das Forças Armadas;
- h) diretor da Carteira de Crédito Agrícola e Industrial do Banco do Brasil S/A.;
- i) representante do Ministério da Indústria e Comércio;
- j) representante da Confederação Nacional da Indústria;
- k) representante da Confederação Nacional do Comércio.

Art. 3º - O GEIEL tem como finalidade e atribuições:

- a) orientar a execução de planos nacionais para a produção de aparelhos eletrônicos brasileiros e seus componentes, aprovados pelo presidente da República, atendendo às contingências da situação econômica nacional;
- b) examinar e aprovar projetos referentes à indústria eletrônica brasileira e determinar e fiscalizar a sua execução pelos órgãos competentes;
- c) encaminhar às entidades oficiais, especificamente incumbidas de prover crédito para empreendimentos de desenvolvimento econômico, os projetos da indústria eletrônica submetidos a seu exame e devidamente aprovados;

- d) reunir e coordenar dados e informes sobre a nomenclatura aduaneira, revisão de tarifas, classificação de mercadorias por categorias de importação, suprimentos de matérias-primas e de bens de produção e estatística, censo industrial, tributação, isenção, mercados, custos de produção, aplicação de processos eletrônicos na indústria nacional, bem como no tráfego terrestre, marítimo e aéreo, o emprêgo da eletrônica nos campos da ciência, militar e civil em geral e o preparo de mão-de-obra especializada (técnicos);
- e) promover estudos sobre a indústria eletrônica nacional no que diz respeito às suas condições técnico-financeiras, propondo as medidas necessárias ao seu desenvolvimento, dentro dos planos nacionais, acompanhando e fornecendo subsídios necessários para o progresso industrial, tecnológico e humano do País;
- f) promover estudos comparativos do progresso alcançado pela eletrônica em outros países e divulgar seus resultados por todos os meios;
- g) promover, junto aos governos Estaduais e Municipais, estudos de medidas e sugestões que visem a facilitar a coordenação dos planos nacionais referentes às aplicações da eletrônica;
- h) supervisionar, por iniciativa própria, ou em colaboração com outros órgãos do governo, a execução de diretrizes e projetos relativos à implantação da eletrônica no País;
- i) ancilar e estimular as entidades educativas no sentido de criar uma mentalidade mais esclarecida e respeito do possível progresso pela eletrônica.

Art. 4º - As decisões do GEIEL serão tomadas por maioria de votos, presentes o presidente e no mínimo seis de seus membros.

Parágrafo único - das decisões do GEIEL caberá recurso suspensivo ao presidente da República, desde que impetrado no prazo de dez dias da comunicação do ato recorrido, sem prejuízo do pedido de reconsideração ao mesmo GEIEL.

Art. 5º - O GEIEL terá uma secretaria executiva, cujo titular será designado pelo presidente da República, por indicação do presidente do Grupo Executivo em lista triplíce.

§ 1º - O secretário executivo do GEIEL adotará todas as medidas necessárias para a instalação e funcionamen-

to do órgão

§ 2º - A secretaria executiva do GEIEL requisitará do Governo Federal nos termos da legislação em vigor, servidores julgados necessários.

Art. 6º - Compete ao presidente do GEIEL:

- a) superintender e dirigir os trabalhos do GEIEL e representar o órgão oficialmente;
- b) promover e coordenar medidas relativas ao desenvolvimento da indústria eletrônica nacional, submetendo à decisão do GEIEL as que forem de competência deste;
- c) compor, em caráter excepcional, grupos de trabalho para estudo e exame especializado dos projetos submetidos ao GEIEL;
- d) convocar e presidir as reuniões do GEIEL.

Art. 7º - O presidente e os membros do GEIEL perceberão "jeton" por sessão em que comparecerem, a ser fixado por ato além do "jeton" de que trata este artigo, perceberá uma gratificação de representação, a ser fixada pelo presidente da República.

§ 2º - Os membros do GEIEL terão direito a ajuda de custo para despesas de viagem decorrentes do comparecimento às reuniões.

Art. 8º - O secretário executivo perceberá remuneração a ser fixada pelo presidente da República.

Art. 9º - A designação dos membros do GEIEL é feita pelo prazo de dois anos, podendo haver recondução.

Art. 10º - Todos os órgãos da Administração Federal deverão prestar ao GEIEL a colaboração que lhes fôr solicitada, inclusive sob forma de trabalhos técnicos.

Art. 11º - A sede do GEIEL será fixada na Capital da República, podendo reunir-se fora dela quando melhor convier ao desenvolvimento dos seus trabalhos.

Art. 12º - Dentro do prazo de trinta dias, a partir da data da publicação do presente Decreto, será baixado o regimento do órgão ora criado.

Art. 13º - O GEIEL fará a previsão das despesas para a sua instalação e funcionamento, no presente exercício, a ser objeto de lei, abrindo

do o crédito especial respectivo.

Art. 14º - Dos orçamentos futuros constarão dotações para as despesas do órgão ora criado.

Art. 15º - Esse Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

...oOo...