

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS – USP  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

MANUAL DE INSTRUÇÕES  
PROGRAMA RESFRO

Mário Antonio Stefani  
(autor e programador)

Luiz Carlos Felício  
(orientador)

Programa REFRESQGuia de Utilização1) INTRODUÇÃO

RESFRQ é um programa que calcula a resposta em frequência de um sistema a partir da função transferência e de campos de frequências fornecidos.

2) A FUNÇÃO TRANSFERÊNCIA

A função transferência  $FT(s)$ , que o programa RESFREQ calcula a resposta em frequência, tem a seguinte forma

$$FT(s) = \frac{C \times [\text{Produto A}] \times [\text{Produto C}] \times [\text{Dead Time}] \times [\text{Deriv/Integ}]}{[\text{Produto B}] \times [\text{Produto D}]} \quad (1)$$

Onde cada "elemento" de  $FT(s)$  deve estar de acordo com as seguintes indicações:

## 2.1) Constante C

C é uma constante real.

## 2.2) Produto A e Produto B

Os "Produto A" e "Produto B" são produtos de polinômios em  $s$  escritos da forma não fatorada.

Genericamente eles são escritos na forma:

$$[\text{Produto A}] = [1 + a_{11}s^1 + a_{12}s^2 + \dots + a_{1m_1}s^{m_1}] \times [1 + a_{21}s^1 + a_{22}s^2 + \dots + a_{2m_2}s^{m_2}] \times \dots \times [1 + a_{n1}s^1 + a_{n2}s^2 + \dots + a_{nm_n}s^{m_n}] \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 [\text{Produto E}] = & \left[ 1 + b_{11}s^1 + b_{12}s^2 + \dots + b_{1k_1}s^{k_1} \right] \times \left[ 1 + b_{21}s^1 + b_{22}s^2 + \dots \right. \\
 & \left. \dots + b_{2k_2}s^{k_2} \right] \times \dots \times \left[ 1 + b_{L1}s^1 + b_{L2}s^2 + \dots + b_{Lk_L}s^{k_L} \right]
 \end{aligned} \quad (3)$$

Onde cada polinômio entre colchetes no lado direito das equações 2 e 3 recebem as denominações "Polinômio de A" e "Polinômio de B" respectivamente.

### 2.3) "Produto C" e "Produto D"

Os "Produto C" e "Produto D" são polinômios em  $s$  escritos na forma fatorada em suas raízes. Eles se apresentam da seguinte maneira:

$$[\text{Produto C}] = (s + z_1) (s + z_2) \times \dots \times (s + z_u) \quad (4)$$

e

$$[\text{Produto D}] = (s + p_1) (s + p_2) \times \dots \times (s + p_v) \quad (5)$$

### 2.4) "Dead Time"

O Dead Time é o elemento de FT( $s$ ) da forma:

$$[\text{Dead Time}] = e^{-\zeta s} \quad (6)$$

Onde  $\zeta$  é a constante do tempo do Dead Time, e deve ser positiva.

### 2.5) "Derivador/Integrador"

O "Deriv/Integ" é o elemento de FT( $s$ ) da forma

$$[\text{Deriv/Integ}] = s^R \quad (7)$$

onde  $R$  é um número positivo ou negativo.

O elemento "Deriv/Integ" torna-se um Derivador quando  $R$  é um número inteiro positivo. Quando  $R$  é um inteiro negativo, aquele elemento de FT( $s$ ) fica na forma  $1/s^{|R|}$  que é um integrador.

### 3) ENTRADA DE DADOS

#### 3.1 - Fonte adicional de consulta.

Se for necessário detalhes adicionais, além dos aqui explicados para a efetuação da entrada de dados, recomenda-se consultar:

"Sistema de Programação Fortran IV G-H"

do Prof. Max Emil Hehl, item 7.4.3 pg 88 Comando NAMELIST disponível na biblioteca do CPD, EESC-USP.

#### 3.2 - Estrutura Geral da Entrada de Dados

Seja a função transferência abaixo:

$$FT(s) = \frac{0.1723 \times 10^{-3} (0,08s+1)(0,1s^2+0,05s+1)(s+5+i)(s+5-i)e^{-0,01s}}{s^2(0,235s^2+0,18s+1)(0,52s+1)(s+0,08+0,01i)(s+0,08-0,01i)} \quad (8)$$

sendo  $i$  o número imaginário  $\sqrt{-1}$

Deseja-se calcular a Resposta em Frequência de  $FT(s)$  para as seguintes condições:

Campo de frequências desejadas:	Incremento de cálculo:
de 1 a 10 rad/s	de 1 em 1 rad/s
de 10 a 100 rad/s	de 10 em 10 rad/s
de 100 a 1000 rad/s	de 100 em 100 rad/s

Os dados devem ser introduzidos em grupos conforme a equação 1. Para isso vamos identificar na equação 8 tais grupos:

Constante C	$0.1723 \times 10^{-3}$
Produto A	$(0,08s + 1)(0,1s^2 + 0,05s + 1)$
Produto B	$(0,235s^2 + 0,18s + 1)(0,52s + 1)$
Produto C	$(s + 5 + i)(s + 5 - i)(s + 3)$
Produto D	$(s + 0,08 + 0,01i)(s + 0,08 - 0,01i)$
Deriv/Integ	$1/s^2$
Dead Time	$e^{-0,01s}$

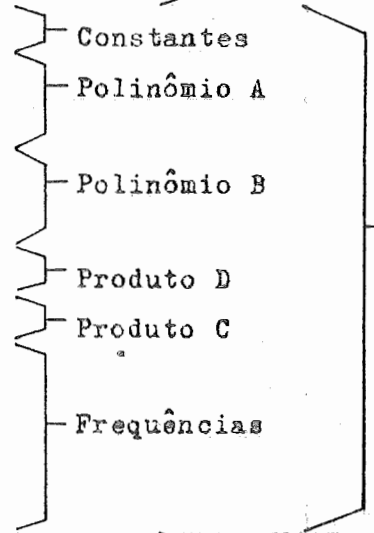
Nas páginas seguintes é mostrada a listagem dos cartões de dados necessários. Estes devem ser introduzidos em conjuntos e na ordem ilustrada.

PROGRAMADOR	IDENTIFICAÇÃO	NOME DO PROGRAMA	PERF.	VERIF.	DATA	PAG.
-------------	---------------	------------------	-------	--------	------	------

```

* $$$ JOB JNM=CPDAUTOR, CLASS=4, USER=JOÃO DASILVA
// JOB EXEMPLOI JOAO DA SILVA
// DLBL IJSYCL, 'EMCB.AREA.DINAMICA.AERONAVES'
// EXTENT SYSLB, SYSLIB
// ASSGN SYSLB, DISK, PERM, VOL=SYSLIB, SHR
// EXEC RESFRQ
&RESFRQ
TAU=0.01, R=-2, C=0.1723E-03,
NA=2, GA(1)=1, GA(2)=2,
A(1,1)=0.08, A(2,1)=0.05, A(2,2)=0.1,
NB=2, GB(1)=2, GB(2)=1,
B(1,2)=0.235, B(1,1)=0.18, B(2,1)=0.52,
NP=2, P(1)=(0.08, 0.01), P(2)=(0.8E-01, -0.1E-01),
NZ=3, Z(1)=(5, 1), Z(2)=(5, -1), Z(3)=(3, 0),
NCF=3,
WI(1)=1, WF(1)=10, DELTA(1)=1,
WI(2)=10, WF(2)=100, DELTA(2)=10,
WI(3)=100, WF(3)=1000, DELTA(3)=100,
&END
/*
/&
// ASSGN SYSLB, DISK, PERM, VOL=SYSPWR, SHR
* $$$ EOJ
    
```

Cartões de Controle.



Cartões de Dados

Cartões de Controle.

NOTAS:

- (1) Os cartões de controle podem sofrer modificações periódicas, mantenha-se informado
- (2) O símbolo  $\$$  significa espaço em branco obrigatório.

### 3.3) Conjunto: "Cartões de Controle"

Os Cartões de Controle são necessários para o funcionamento do programa. O primeiro cartão é fornecido pelo CPD e é exclusivo de cada usuário.

O cartão  $\&$  RESFRQ indica o início de um conjunto de dados.

O cartão  $\&$  END indica o fim de um conjunto de dados.

Todos os cartões desse conjunto são indispensáveis.

### 3.4) Conjunto: Cartões de Dados

#### 3.4.1) Sub-conjunto: "Constantes"

Neste sub-conjunto são introduzidos os termos "Constante C", "Dead-Time" e "Int/Derive"

Variável TAU  $\equiv$   $\tau$  ; "Dead Time"

Variável C  $\equiv$  C ; "Constante C"

Variável R  $\equiv$  R ; "Integrador/Derivador"

Neste exemplo tem-se:

$$\text{TAU} = 0,01, R = - 2, C = 0.1723 E - 03,$$

#### 3.4.2) Sub-conjunto: "Produto A"

Neste conjunto são introduzidos os termos do Produto A

Variável NA  $\equiv$  Número de polinômios do Produto A

Variável GA(e)  $\equiv$  Grau do e-ésimo polinômio de A

Variável A(k,p)  $\equiv$  Coeficiente de  $S^p$  do k-ésimo polinômio do Produto A.

Neste exemplo tem-se:

$$NA = 2, GA(1) = 1, GA(2) = 2,$$

$$A(1,1) = 0.08, A(2,1) = 0.05, A(2,2) = 0.1,$$

Os coeficientes do  $S^0$  (s elevado a zero) são assumidos igual a 1 e não devem ser fornecidos. (Ver Apêndice caso não seja possível obedecer esta regra).

#### 3.4.3) Sub-conjunto: "Produto B"

Neste sub-conjunto são introduzidos os termos do produto B

Variável NB = Número de polinômios do produto B

Variável GB(j)  $\equiv$  Grau do j-ésimo polinômio de B

Variável B(f,g)  $\equiv$  Coeficiente de  $S^g$  do f-ésimo polinômio do produto B

Neste exemplo tem-se

$$\#NB = 2, GB(1) = 2, GB(2) = 1,$$

$$\#B(1,2) = 0.235, B(1,1) = 0.18, B(2,1) = 0.52$$

#### 3.4.4) Subconjunto: "Produto D"

Neste Subconjunto são introduzidos os termos do produto D.

Variável NP  $\equiv$  Número de termos do produto D

Variável P(m)  $\equiv$  Termo m do produto D

No exemplo tem-se:

$$\#NP = 2, P(1) = (0.08, 0.01), P(2) = (0.8E - 01, -0.1E-01),$$

#### 3.4.5) Subconjunto: "Produto C"

Neste Subconjunto são introduzidos os termos do "produto C".

Não deve ser confundido com a "constante C"

Variável NZ  $\equiv$  número de termos do produto C

Variável Z(q)  $\equiv$  termo q do produto C

No exemplo tem-se

$$\#NZ = 3, Z(1) = (5, 1), Z(2) = (5, -1), Z(3) = (3, 0),$$

#### 3.4.6) Subconjunto: "Frequências"

Neste subconjunto são fornecidos os campos de frequências que se deseja.

Variável NCF  $\equiv$  número de campos de frequência

Variável WI(d)  $\equiv$  frequência inicial do d-ésimo campo de frequência

Variável WF(d)  $\equiv$  frequência final do d-ésimo campo de frequência

Variável DELTA(d)  $\equiv$  Incremento de frequência do d-ésimo campo

No exemplo tem-se

$$NCF = 3$$

$$WI(1) = 1, WF(1) = 10, DELTA(1) = 1,$$

$$WI(2) = 10, WF(2) = 100, DELTA(2) = 10,$$

$$WI(3) = 100, WF(3) = 1000, DELTA(3) = 100,$$

4) CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS VARIÁVEIS - RESTRIÇÕES E PROPRIEDADES.

VARIÁVEIS	
R	(i) Não especificado é assumido $R = 0$ ; (ii) Deve-se ter $ R  \leq 30$ ; (iii) Deve ter formato inteiro
TAU	(i) Não especificado é assumido $TAU = 0.0$ (ii) Deve-se ter $0.0 \leq TAU \leq 1.0E + 40$ (iii) Pode ter formato científico, real ou inteiro (iv) O sinal (-) da expressão $e^{-TAU.s}$ já é internamente assumido.
C	(i) Não especificado e assumido $C = 1.0$ (ii) Deve-se ter $1.0E-30 \leq C \leq 1.0E30$ (iii) Pode ter formato científico, real ou inteiro
NA	(i) Não especificado é assumido $NA = 0$ (ii) Deve-se ter $0 \leq NA \leq 10$ (iii) Deve ter formato inteiro
NB	(i) Não especificado é assumido $NB = 0$ (ii) Deve-se ter $0 \leq NB \leq 10$ (iii) Deve ter formato inteiro
GA(m)	(i) Não especificado é assumido $GA(n) = 0$ (ii) Deve-se ter $1 \leq GA(n) \leq 9$ ; $1 \leq n \leq NA$ (iii) Deve ter formato inteiro
GB(n)	(i) Não especificado é assumido $GB(m) = 0$ (ii) Deve-se ter $1 \leq GB(m) \leq 9$ ; $1 \leq m \leq NB$ (iii) Deve ter formato inteiro
NZ	(i) Não especificado é assumido $NZ = 0$ (ii) Deve-se ter $0 \leq NB \leq 10$ (iii) Deve ter formate inteiro
NP	(i) Não especificado é assumido $NP = 0$ (ii) Deve-se ter $0 \leq NP \leq 10$ (iii) Deve ter formato inteiro
A(p,j)	(i) Não especificado é assumido $A(p,j) = 0.0$ (ii) Deve-se ter $0 \leq A(p,j) \leq 1.0E + 35$ ; $1 \leq p \leq NA$ ; $1 \leq j \leq GA(p)$ . (iii) Pode ter formato científico, real ou inteiro.



(Continuação)

---

B(K,L)	(i) Não especificado é assumido $B(K,L) = 0.0$ (ii) $0 \leq B(K,L) \leq 1.0 \text{ E}+35$ ; $1 \leq K \leq \text{NB}$ ; $1 \leq L \leq 6B(K)$ (iii) Pode ter formato científico, real ou inteiro.
--------	---

---

Z(x) e P(x)	(i) Não especificado é assumido $Z(x) = (0.0,0.0)$ (ii) Deve-se ter $0 \leq x \leq \text{NZ}$ $ Z(x)  \leq 1.0\text{E}+30$ Parte real de $Z(x) \leq 1.0\text{E}+30$ e $\geq 0.0$ (iii) Deve ter formato complexo
----------------	--

---

NCF	(i) Não especificado o programa não funciona (ii) Deve-se ter $1 \leq \text{NCF} \leq 50$ (iii) Deve ter formato inteiro
-----	--

---

WI(Y)	(i) Não especificado é assumido $\text{WI}(Y) = 1.0 \text{ rad/s}$ (ii) Deve ser fornecido em rad/s (iii) Deve-se ter $1.0\text{E}-20 \leq \text{WI}(Y) \leq 1.0\text{E}+20$ (iv) Pode ter formato científico, real ou inteiro
-------	---

---

WF(Y)	(i) Não especificado é assumido $\text{WF}(Y) = 1.0 \text{ rad/s}$ (ii) De ser fornecido em rad/s (iii) Deve-se ter $1.0\text{E}-20 \leq \text{WF}(Y) \leq 1.0\text{E}+20$ (iv) Pode ter formato científico, real ou inteiro
-------	---

---

DELTA (Y)	(i) Não especificado é assumido $\text{DELTA}(Y) = 1.0 \text{ rad/s}$ (ii) Deve ser fornecido em rad/s (iii) Deve-se ter $1.0\text{E}-20 \leq \text{DELTA}(Y) \leq 1.0\text{E}+20$ (iv) Pode ter formato científico, real ou inteiro
-----------	---

---

## 5) OUTROS EXEMPLOS

A seguir são apresentados mais exemplos para melhor compreensão dos conjuntos de dados.

NOTA: Como os conjuntos de Cartões de Controle não se alteram, não estão apresentados nestes exemplos; porém, subentende-se suas existências, pois são indispensáveis.

### 5.1) Exemplo 1:

Seja

$$\text{F.T.} = \frac{2}{(2s+1)(5s+1)} \quad (9)$$

Deseja-se calcular a resposta em frequência no campo de frequência de 1 a 10 rad/s, em intervalos de 1 rad/s.

São os seguintes os cartões de dados necessários:

```

          | Cartões de controle
      /RESFRQ
      /C = 2.0,
      /NB = 2, B(1,1) = 2, B(2,1) = 5,
      /NCF = 1, WI(1) = 1, WF(1) = 10,
      /DELTA(1) = 1,
      /END
  
```

```

          | Cartões de Controle
  
```

Comentários:

a) Observe que nesse exemplo não existe os Produtos A, C e D, nem o Deadtime e Integrador/Derivador.

b) Depois de uma vírgula (,), pode-se pular quantos espaços em branco se desejar. Mas se for escrito, por exemplo,

, NA = 2 - - -,

onde cada (-) indica um espaço em branco, o programa entenderá NA = 2000

5.2) Exemplo 2:

Seja:

$$FT \frac{6 (2s^2 + 5s + 1) (s + 5)}{(2s + 4) (s^2 + 2s + 1) (s + 1 + i) (s + 1 - i)} \quad (10)$$

Deseja-se percorrer o seguinte campo de frequência

de 1 a 10 rad/s em intervalos de 1 rad/s

de 10 a 100 rad/s em intervalos de 10 rad/s

Dessa forma :

```

          | Cartões de Controle
      /RESFRQ
      /C = 1.5,
      /NA = 1, GA(1) = 2,
      /A(1,2) = 2, A(1,1) = 5,
      /NB = 2, GB(1) = 1, GB(2) = 2,
      /B(1,1) = 0.5, B(2,2) = 1, B(2,1) = 2
      /NZ = 1, Z(1) = (5.0,0.0),
      /NP = 2, P(1) = (1.0,1.0), P(2) = (1.0, - 1.0),
      /NCF = 2,
  
```

```

%WI(1) = 1, WF(1) = 10, DELTA(1) = 1,
%WI(2) = 10, WF(1) = 100, DELTA(2) = 10,
%&END

```

### Cartões de Controle

#### Comentários:

a) Veja que  $C = 1.5$  não está errado. O polinômio  $(2s+4)$  não pode ser introduzido, pois conforme definido na equação 3, os termos de  $s^0$  devam ser igual a 1. Portanto, deve-se transformar  $(2s+4)$  em  $4(0.5s+1)$ . Desta forma, a constante  $C$  não é 6 e sim  $C = 6.0/4$  que é igual a 1.5.

b) Observe que através de algumas manipulações o polinômio  $(s+5)$  pode vir a ser escrito como pertencente ao produto A e o polinômio  $(2s+4)$  pode vir a pertencer ao produto B. Pois, sendo:

$$(s+5) = 5(0.2s+1)$$

e

$$(2s+4) = 2(s+2)$$

tem-se que:

$$\frac{6 (2s^2+5s+1)(s+5)}{(2s+4)(s^2+2s+1)(s+1+i)(s+1-i)} = \frac{15 (2s^2+5s+1) (0.2s+1)}{(s^2+2s+1)(s+2)(s+1+i)(s+1-i)} \quad (1.1)$$

Assim, os cartões ficam

### Cartões de controle

```

%RESFREQ
%C = 15,
%NA = 2, A(1,1) = 5, A(1,2) = 2, A(2,1) = 0,2,
%NB = 1, B(1,1) = 2, B(1,2) = 1,
%NP = 3, P(1) = (2.0, 0.0), P(2) = (1.0,1.0), P(3) = (1.0,-1.0)
%NCF = 2,
%WI(1) = 1.0 WF(1) = 10, DELTA (1) = 1,
%WI(2) = 10, WF(2) = 0.1E+3, DELTA (2) = 10,
%&END

```

### Cartões de Controle

c) Note que  $WF(2) = 0.1E+3$  equivale a  $WF(2) = 100$ . A maneira de escrever, é optativa, desde que se respeite o tipo da variável (real ou inteiro).

d)  $P(1) = (2.0,0.0)$  é devido ao polinômio  $(2s+4)$  que no produto D

fatorado em  $2(s+2+0i)$ .

## 6) CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO USO DO PROGRAMA.

### 6.1) Resultados.

Todos os dados fornecidos são impressos. As frequências são impressas em rad/s e Hertz.

São calculadas as constantes "Static Loop-Sensitivity" e o "Steady State gain".

Para cada frequência fornecida são calculados o Módulo, as partes real e Imaginário da FT e a fase em graus.

### 6.2) Precisão do Cálculo da Fase.

Para uma boa utilização do programa com respeito à precisão e rapidez, recomenda-se evitar fornecer polinômios cujo grau será maior do que  $s^4$ . Se esta condição é obedecida, e F.T não possui "dead time", as fases calculadas são exatas. Quando se tem um polinômio qualquer com grau 5, a fase calculada pelo RESFRQ dará "saltos", dependendo da frequência (por exemplo, de  $+359^\circ$  para  $-1^\circ$ ), apesar do valor da fase calculada indicar corretamente a "direção geométrica" do vetor no plano complexo. Conseqüentemente, quando tem-se tais casos, cálculos adicionais se fazem necessários para a obtenção dos valores corretos da fase.

Desejando-se evitar tal inconveniente, caso a FT possua polinômios de grau maior que 4, fature-os, e, caso surja raízes complexas, utilize o "Produto C" ou o "Produto D".

Quando se tem "dead time" não existe artifício para superar o problema de "saltos" da fase.

### 6.3) Código de Erros:

Existe um sistema de Detecção de erros no Programa. Dados fornecidos em que o programa não suporta são indicados e a execução é suprimida com a mensagem correspondente.

Existe também um código de erros de execução indicando o local no programa em que ocorreu problema. Os erros mais frequentes são os de "Underflow" e "Overflow" respectivamente, quando uma operação resulta em número maior que  $10^{75}$  ou menor que  $10^{-75}$ .

A mensagem específica em qual "local" da equação 1 ocorreu o erro. As mensagens, os locais e as possíveis causas de erros estão na Tabela abaixo.

MENSAGEM	LOCAL E POSSÍVEL CAUSA DE ERRO
'CTES. CAL'	Cálculo do "Static loop Sensitivity" ou do "Steady State Gain". Deve-se geralmente a existênci <u>a</u> de coeficiente nulo ou muito pequeno nos poli <u>n</u> ômios. (ou também muito grande)
'PRODT.A'	No "Produto A". Existência de coeficiente nulo ou muito pequeno nos polinômios. (ou também muito grande)
'PRODT.B'	No "Produto B" - Ídem ao anterior
'PRODT.C'	"Produto C" - Ídem ao anterior
'PRODT.D'	"Produto D" - Ídem ao anterior
'PDT.INTR'	Na multiplicação dos produtos relacionados acima.
'DEADTIME'	No cálculo do Dead-time. Devido a altas frequênci <u>a</u> s ou TAU muito pequeno.
'INTEGRAT'	No cálculo do Integrador. Devido à baixas frequênci <u>a</u> s ou ordem muito grande.
'PDT.FINA'	No Produto dos Resultados anteriores.

Geralmente as maiores fontes de erros são: coeficientes não fornecidos de maior grau; frequências muito baixas, muito próximas do zero, quando se tem integradores; e, frequências muito altas, quando a ordem do numerador de  $f_t$  é maior que a ordem do denominador.

#### 6.4) Linguagem e Computador.

O Programa RBSFRQ foi escrito na Linguagem Fortran IV versão G. O computador utilizado é o IBM-370 System 148 sob o sistema DOS/VS. O Programa pode ser utilizado em, qualquer partição do computador, dependendo do cartão de autorização de usuário.

O Programa pode ser utilizado tanto por cartão quanto via terminal remoto.

NOTA - Pode haver mudanças nos cartões de controle devida a troca de sistemas operacionais.

7) APÊNDICE7.1) Variáveis auxiliares  $A\emptyset(m)$ ,  $B\emptyset(K)$ 

Seja novamente o Exemplo 2:

$$FT = \frac{6(2s^2+5s+1)(s+5)}{(2s+4)(s^2+2s+1)(s+1+i)(s+1-i)} \quad (10)$$

P/ frequências:

de 1 a 10 rad/s	intervalos de 1 rad/s
de 10 a 100 rad/s	intervalos de 10 rad/s

Os polinômios  $(s+5)$  e  $(2s+4)$  possuem os termos de  $s^0$  diferente de 1, e que de acordo com as equações 2 e 3 não são aceites. Neste caso, pode-se fatorá-los, conforme foi feito anteriormente. Entretanto, tal fatoração pode tornar-se inconveniente, demorada, cansativa e sujeita a erros. Para contornar essa situação, foram criadas as variáveis reais  $A\emptyset(m)$  e  $B\emptyset(K)$  que permitem inserir rapidamente os coeficientes de  $s^0$  diferentes de 1,

Dessa forma, utilizando as variáveis  $A\emptyset(m)$  e  $B\emptyset(K)$ , os cartões ficam:

Cartões de Controle

```

&RESFRQ
&C = 6,
&NA = 2, A(1,1) = 5, A(1,2) = 2,
&A(2,1) = 1, A(2) = 5,
&NB = 2, B(1,1) = 2, B(1) = 4
&B(2,1) = 2, B(2,2) = 1
&NP=2, P(1) = (1.0,1.0), P(2) = (1.0,-1.0),
&NCF = 2,
&WI(1) = 1, WF(1) = 10, DELTA(1) = 1,
&WI(2) = 10, WF(2) = 100, DELTA(2) = 10,
&END

```

Cartões de Controle

As variáveis  $A\emptyset(m)$  e  $B\emptyset(K)$  podem ser definidas da seguinte forma:

$A\emptyset(m)$	Coeficiente de $s^0$ de $m$ -ésimo polinômio do produto A.
$B\emptyset(K)$	Coeficiente de $s^0$ de $K$ -ésimo polinômio do produto B.

Conforme pode-se observar na listagem deste exemplo 2, estas va

riáveis foram utilizadas no 2º polinômio do Produto A e no 1º polinômio do produto B, ou seja:

2º polinômio do produto A  $(s+5)$

$$A\phi(2) = 5.0$$

1º polinômio do produto B =  $(2s+4)$

$$B\phi(1) = 4.$$

As considerações a respeito destas variáveis (levando em conta as restrições e propriedades) estão na tabela abaixo.

Variável	Considerações
$A\phi(m)$	(i) Não especificado é assumido $A\phi(m) = 1$ . (ii) Deve-se ter $0 \leq A\phi(m) \leq 1.0E+35$ , onde $1 \leq m \leq NA$ (iii) Pode-se ter formado científico real ou inteiro.
$B\phi(K)$	(i) Não especificado é assumido $B\phi(K) = 1$ . (ii) Deve-se ter $0 \leq B\phi(K) \leq 1.0E+35$ , onde $1 \leq K \leq NB$ (iii) Pode ter formato científico real ou inteiro.

São Carlos, 22 de Agosto de 1983.

Mário Antonio Stefani.