

ESTUDO DE UM ANALISADOR TIPO QUADRUPOlar

Juan Carlos Acquadro  
Instituto de Física da U.S.P.  
C.P. 20516 - 01498 - São Paulo, SP

Ross Alan Douglas  
Instituto de Física "Gleb Wataghin"-UNICAMP  
C.P. 1170 - 13100 - Campinas, SP

Um estudo teórico e resultados obtidos mediante um programa de computação, são apresentados, visando a construção de um analisador de gases residuais tipo quadrupolar.

Analisador, residual, pressão

1. INTRODUÇÃO

Estão sendo utilizados, atualmente, tanto em aplicações industriais como científicas, analisadores de gases residuais quadrupolares.

Este tipo de analisadores apresenta vantagens em relação aos analisadores do tipo magnético, principalmente na linearidade da escala de massas e na construção composta.

No entanto, devido à construção dos polos, o campo elétrico é hiperbólico somente perto do eixo de simetria, tendo fortes distorções nas regiões entre os polos. Este fato traz problemas quando se trata de estabelecer teoricamente as características do quadrupolo e, portanto, há que tomar certos cuidados na sua construção principalmente no alinhamento das peças polares.

Este trabalho é um estudo teórico de um quadrupolo a ser construído baseado em resultados apresentados neste congresso(1).

O analisador quadrupolar separa íons de diferentes massas mediante um campo elétrico cujo potencial é:

$$V(x, y, t) = (x^2 - y^2)/D^2 [V_{DC} + V_{AC} \cos(\omega t + \phi)].$$

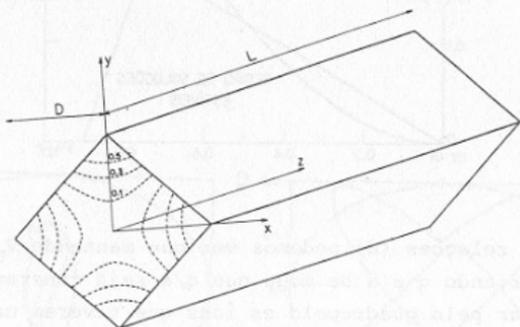
As equações de movimento para um íon de massa  $A$  e carga  $e$ , neste campo, são:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = - \frac{2e}{AD^2} [V_{DC} - V_{AC} \cos(\omega t + \phi)]x \quad (a)$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{2e}{AD^2} [V_{DC} - V_{AC} \cos(\omega t + \phi)]y \quad (b)$$

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = 0 \quad (c)$$

Na figura 1, são mostrados o sistema de coordenadas e as dimensões relevantes utilizadas.



Com as substituições:

$$\xi = \frac{x}{D}; \quad \eta = \frac{y}{D}; \quad v = \frac{1}{2}(\omega T_0 \frac{z}{L} + \phi)$$

onde  $T_0$  é o tempo gasto pelo íon para percorrer a distância  $L$ .

Definindo:

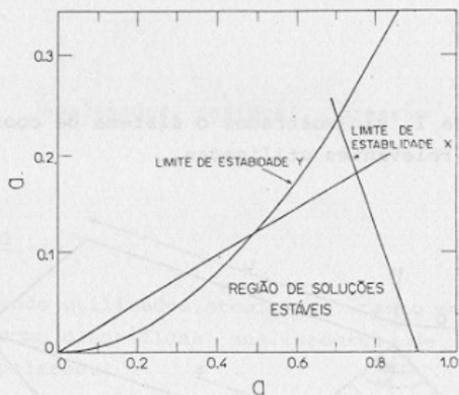
$$q = \frac{eV_{AC}}{A} \left( \frac{2}{\omega D} \right)^2 \quad a = 2q \frac{V_{DC}}{V_{AC}} \quad (d)$$

obtêm-se as equações:

$$\frac{d^2 \xi}{dv^2} = (-a + 2q \cos 2v) \xi$$

$$\frac{d^2 \eta}{dv^2} = (a - 2q \cos 2v) \eta$$

Soluções simultâneas e estáveis para estas equações são obtidas para valores de  $a$  e  $q$  na região indicada na figura 2.



Das relações (d) podemos ver que mantendo  $V_{DC}$  e  $V_{AC}$  fixos e variando  $q$  e  $a$  de modo que  $q/a$  seja constante, poderão passar pelo quadrupolo os íons que tiverem massas dentro de um determinado intervalo. Este modo de operação está indicado na figura 2 pela reta que passa pela origem.

Por exemplo, escolhendo

$$\begin{aligned} V_{AC} &= 1000 \text{ volts} & D &= 1,75 \text{ cm} \\ V_{DC} &= 121 \text{ volts} & L &= 7,5 \text{ cm} \\ \omega &= 9,8 \times 10^6 \text{ rad s}^{-1} \end{aligned}$$

poderão passar pelo quadrupolo íons cujas massas estiverem entre  $A=17$  amu e  $A=26$  amu.

Este intervalo de massas pode ser reduzido ainda, devido às condições iniciais do feixe incidente e dimensões de fendas.

Nas figuras 3 a 6 é mostrada para algumas massas a "focalização" produzida pelo quadrupolo sobre um feixe de seção reta circular de raio  $0,2 D$ , energia  $10$  eV e divergência de  $6^\circ$ .

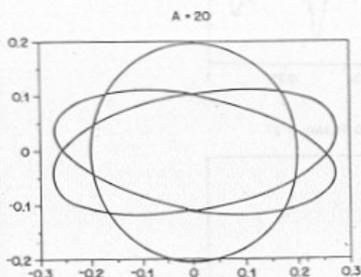


Figura 3

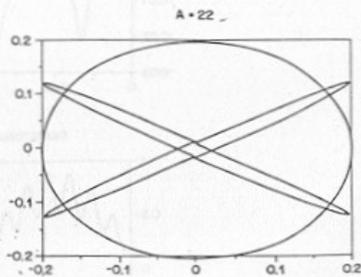


Figura 4

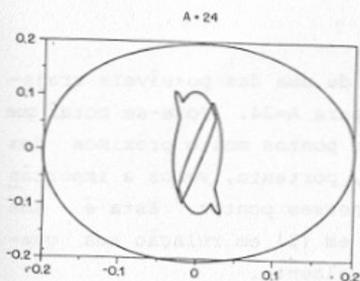


Figura 5

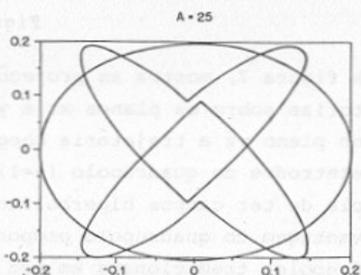


Figura 6

Os parâmetros utilizados para estes cálculos são os mesmos do exemplo citado anteriormente. Pode-se ver que com

uma escolha conveniente da fenda de saída, podemos detetar quase que exclusivamente a massa  $A=24$  amu.

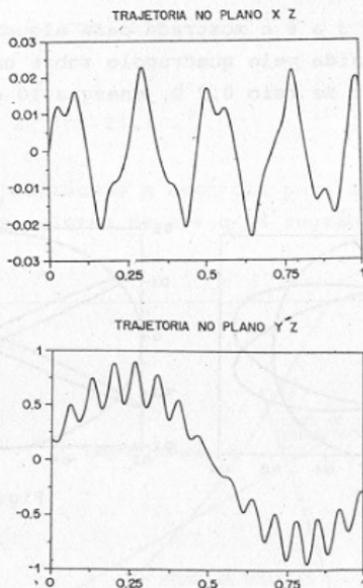


Figura 7

A figura 7, mostra as projeções de uma das possíveis trajetórias sobre os planos  $xz$  e  $yz$  para  $A=24$ . Pode-se notar que no plano  $yz$  a trajetória chega a pontos muito próximos dos eletrodos do quadrupolo ( $n=1$ ) e, portanto, vemos a importância de ter campos hiperbólicos nesses pontos. Esta é uma vantagem do quadrupolo proposto em (1) em relação aos quadrupolos tradicionais em uso atualmente.

## 2. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e apresentados em parte, neste trabalho, permitem determinar os valores dos parâmetros do

quadropolo.

A estrutura será um prisma de base quadrada com  $D=1,75$  cm e  $L=7,5$  cm; as tensões e frequências aplicadas têm valores que podem ser alcançados sem dificuldade o que permitirá a construção de um instrumento de custo baixo e de fácil operação.

1. M.U. Kleine, R.A. Douglas e M.A. B.de Moraes, "Cálculo de Campo Elétrico produzido por uma Estrutura Quadrada" 7º C.B.A.V.I.C.